



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

IB 303312

Simulering av mikrobeforurensning i ledningsnettet

Kandidatnummer: 10007, 10018, 10032, 10033

Totalt antall sider inkludert forsiden: 155

Innlevert Ålesund, 22.05.2017

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Razak Seidu

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 22.05.2017

Forord

Denne oppgaven er skrevet våren 2016, av studenter ved NTNU i Ålesund. Dette er den avsluttende delen av en bachelorgrad i studiet byggingeniør, med en fordypning i fagområdene vann og avløp.

Oppgaven har vært stor, og til tider krevende, men også spennende. Kunnskapen vi har opparbeidet oss om ledningsnett, renseprosess for vann og generell vannproblematikk i Norge er noe vi drar med oss videre inn i arbeidslivet og evt. videre studier. Vi føler vi har lært mye i løpet av prosessen.

Vi ønsker med dette å takke Razak Seidu, ved NTNU i Ålesund, som har vært vår veileder, og hjulpet oss slik at det har vært mulig å gjennomføre denne oppgaven. Vi vil også takke Andreas Longva som har vært behjelpelig i arbeidet med modellering og simulering i EPANET og EPANET – MSX.

Vi ønsker også takke Bjørn Skulstad, Einar Løkken, Torgeir Sunde og Vidar Slinning for tilgang på data og informasjon om ledningsnett og renseanlegg, som har vært viktig for besvarelsen av oppgaven. Samt kunnskap og hjelp med andre VA relaterte spørsmål.

Til slutt ønsker vi å takke hverandre for godt samarbeid og miljø innad i gruppen.

Ålesund, 22.05.2017

Anders Hemmingbye Even Kipperberg Preben Malmedal Henrik W. Schnell

Anders Hemmingbye

Even Kipperberg

Preben Malmedal

Henrik Wærnes Schnell

Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke i hvilken grad ledningsnettets forurensning av drikkevannet, og hvilken konsekvens et innsug med forurensning får for abonnenten. Hvordan mengdene med restklor endret seg under eksponering for forurensning var en viktig målestokk. Området vi valgte å fokusere på var Hessa-øya, som ligger ytterst på vestsiden av Ålesund.

Dette var en stor og omfattende oppgave, så vi var først nødt til å sette oss inn i ledningsnettets og hvordan vannverkets renseprosess fungerer. I tillegg var statistikk over utbrudd og sykdomstilfeller i Europa, Norden og Norge viktig for å danne oss et bilde av det potensielle omfanget og risikoen knyttet til problemstillingen.

For å simulere dette var målet å lage en modell via dataprogrammene EPANET og EPANET – MSX. Dette innebærer å bygge og kalibrere en modell mer eller mindre fra bunn av. For å gjennomføre dette brukte vi innhentet informasjon fra kommunen om ledningsnettets vannkvaliteten og abonnenter tilknyttet ledningsnettets på Hessa. Vi gjennomførte også egne målinger av restklor ute på ledningsnettets og ved vannverket.

Vi valgte å ta for oss tre forskjellige scenarier, hvor muligheten for undertrykk og innsug av forurensning og mikroorganismer var stor. Disse scenariene var:

- Scenario 1: Brann
 - Hvordan en brann og stort forbruk av vann påvirker trykket på Hessa
- Scenario 2: Utskiftning av ledningsnettets.
 - Hvordan et nytt, skittent rør forurensner ledningsnettets
- Scenario 3: Innsug
 - Hvordan et brudd på ledningsnettets fører til innsug av forurensning og mikroorganismer

Metode for å beregne risikoen for de nevnte scenariene er gjort ved å foreta en Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA). Verdien fra simuleringene på MSX er satt sammen med en «dose respons» og en «exposure assessment» fra QMRA inn i de enkelte scenariene.

Disse resultatene viste at dersom de ulike scenariene skulle inntreffe er sannsynligheten for å bli smittet tilnærmet lik 100%. Et undertrykk som fører til innsug vil dra med seg store mengder med mikroorganismer. Dette vil påvirke alle abonnentene tilknyttet ledningsnettets i de aktuelle scenariene i en simuleringsperiode på 48 timer.

Under de forhold som er pr i dag, er ledningsnettets til Ålesund kommune godt nok. Dette forutsetter igjen at trykket til vannet holder seg stabilt og jevnt. Ved synkende trykk, og undertrykk viser derimot resultatene fra simuleringer at ledningsnettets, og særlig Hessa er sårbart mot forurensning. Et innsug vil få store konsekvenser.

Mer utskifting av det gamle og dårlige ledningsnettets, samt bedre varsling og beredskap ved forurensning på nettets anbefales.

Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING	1
1.1 Problemstilling og formål	1
1.2 Avgrensning til oppgaven	2
2 TEORI	3
2.1 Nasjonale mål for vann og helse	3
2.2 Kvaliteten på drikkevannet som når forbrukerne	3
2.3 Klorering	4
2.4 Smittestoff	5
2.5 Vannbehandlingskjemikalier og desinfeksjonsprodukter	6
2.6 Råvann	6
2.7 Desinfeksjon/Fjerning av smittestoffer	7
2.8 Virkemåte og effekt mot smittestoff i vann	7
2.9 Virusinnhold fra avløp til sikkert drikkevann	8
2.10 Lukt og smak	9
2.11 Klorering etter arbeid	9
2.12 Mikroorganismer	10
2.12.1 Norovirus	10
2.12.2 Escherichia coli (E. coli).....	10
2.12.3 Campylobacter	11
2.12.4 Salmonella	11
2.12.5 Giardia	11
2.12.6 Cryptosporidium	12
2.13 Vannbårne utbrudd	12
2.13.1 Europa	13
2.13.2 Norden.....	15
2.13.3 Norge	20
2.14 Quantitativ Microbial Risk Assessment (QMRA)	25
2.14.1 Identifiseringsfasen	26
2.14.2 Eksponeringsfasen.....	26
2.14.3 Sannsynlighet for sykdom i forhold til mengde bakterier	26
2.14.4 Risikobeskrivelse.....	27
2.15 Kort historikk om drikkevann i Ålesund	29

2.16 Vanddistribusjon	29
2.17 Ledningsnett.....	30
2.17.1 Dagens situasjon	30
2.17.2 Rørfornyng.....	31
2.17.3 Alder på ledningsnett	31
2.18 Material.....	32
2.19 Lekkasje på ledningsnett – innsug	33
2.19.1 Overføringsledninger	33
2.19.2 Høydebasseng	34
2.19.3 Modellering/nettanalyse	34
2.20 Ledningsnett på Hessa.....	35
2.21 Korrosivt vann og korrosjon	35
2.21.1 Korrosjon på jern – dannelse av rustknoller	36
2.21.2 Korrosjon på sementbaserte materialer	37
2.22 Forurensing på ledningsnett.....	37
2.22.1 Vannledning i felles grøft med spillvannsledning	39
2.22.2 Forurenset grunnvann	39
2.22.3 Utforming av ledningsnett.....	40
2.22.4 innsug	42
2.23 Biofilm	44
2.24 DALY – Disability Adjusted Life Years.....	46
3 METODE OG MATERIALE	49
3.1 Vannprøver	49
3.1.1 Klorprøver	51
3.2 Simulering i EPANET og EPANET – MSX	53
3.2.1 EPANET	53
3.2.2 Reaksjon med stoffer i vannmassen	54
3.2.3 Reaksjon med rørveggen	55
3.2.4 EPANET-MSX (Multi – species Extension)	55
3.2.5 Valg av parameter og formler.....	56
3.3 Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)	59
3.3.1 Identifisere forurensingsfasen.....	59
3.3.2 Eksponeringsanalyse	59
3.3.3 Mengde mikroorganismer for sykdomssymptomer (Dose respons)	60
3.3.4 Risikobeskrivelse.....	61
3.4 Forskjellige scenarier for simulering i EPANET og MSX	62
3.4.1 Scenario 1: Brann.....	64
3.4.2 Scenario 2: Vedlikehold på ledningsnett	68
3.4.3 Scenario 3: Innsug.....	70

4 RESULTAT	73
4.1 Scenario 1: Brann	73
4.2 Scenario 2: Vedlikehold på ledningsnett	78
4.3 Scenario 3: Innsug	89
4.3.1 Node 207	89
4.3.2 Node 255	99
4.3.3 Node 259	109
5 DISKUSJON	119
5.1 Restklorprøver	119
5.2 EPANET og MSX	119
5.3 Ledningsnett	120
5.4 Begrensninger i oppgaven	120
5.5 Resultater	121
6 KONKLUSJON	123
6.1 Risikobeskrivelse	123
6.2 Ledningsnettets kvalitet	124
6.3 Oppnåelse av målsetting	125
6.4 Videre anbefalinger	125
7 REFERANSER	127
8 VEDLEGG	135

Figurliste

FIGUR 1 RENSEPROSESS	8
FIGUR 2 ILLUSTRASJON AV OPPDAGEDE UTBRUDD, UOPPDADEDE UTBRUDD OG SPORADISKE SYKDOMSTILFELLER (WESTRELL, 2004)	13
FIGUR 3 ANDEL INNMELDTE VANNBÅRNE UTBRUDD I PERIODEN 2000 – 2007 (ENHIS, 2009)	14
FIGUR 4 ANTALL SYKDOMSTILFELLER FORÅRSAKET AV UTBRUDD (ENHIS, 2009)	14
FIGUR 5 A) ANTALL VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE I PERIODEN 1988 – 2012, B) ANTALL SYKDOMSTILFELLER FORÅRSAKET AV UTBRUDDENE (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016).....	20
FIGUR 6 UTBRUDD FORÅRSAKTE AV FEIL I DISTRIBUTJONSNETTET FORDELT PÅ GRUNNVANNSKILDE OG OVERFLATEKILDE I PERIODEN 1984 – 2007 (KVITSAND & FIKSDAL, 2010).....	23
FIGUR 7. SAFE WATER FRAMEWORK (FEWTRELL & BERTRAM, 2001. I WATER QUALITY GUIDLINES, STANDARDS AND HEALTH (WHO). IWA PUBLISHING) (MEDEMA & ASHBOLT, 2006).....	25
FIGUR 8 STEGENE I QMRA I SAFE WATER FRAMEWORK (MEDEMA & ASHBOLT, 2006).....	28
FIGUR 9 EKSEMPEL PÅ FELLESKUM	29
FIGUR 10 ÅLESUND VANNVERK	30
FIGUR 11 SAMLET GJENNOMSNTTLIG LEDNINGSFORNYELSE SISTE TRE ÅR I % AV ANTALL METER I KOMMUNEN FOR PERIODEN 2009 - 2015.....	31
FIGUR 12 ALDERSFORDELING LEDNINGSNETT FOR ÅLESUND KOMMUNE.....	31
FIGUR 13 MATERIALSAMMENSETNING LEDNINGSNETT FOR ÅLESUND KOMMUNE	32
FIGUR 14 GRAVEARBEID I STORGATA I ÅLESUND SENTRUM, 2016	39
FIGUR 15 EKSEMPEL PÅ GRØFTESNITT	39
FIGUR 16 OVERSIKT OVER KYSTOMRÅDER SOM ER FORURENSET	40
FIGUR 17 OVERSIKT OVER VIKTIGSTE ARGUMENTER ANGÅENDE FORURENSINGFARE FOR BEGGE NETTYPER (KÖNIG, 2000).....	40
FIGUR 18 BIOFILMDANNELSE I FEM STEG.....	45
FIGUR 19 DALY - DISABILITY ADJUSTED LIFE YEARS (WIKIPEDIA, 2017).....	46
FIGUR 20 OVERSIKT PRØVETAKINGSPUNKTER	51
FIGUR 21 OVERSIKT PRØVETAKINGSPUNKTER.....	51
FIGUR 22: REAKSJONSSONER PÅ INNSIDEN AV LEDNINGEN (ROSSMAN, 2000).....	53
FIGUR 23: FORBRUKSMØNSTER HESSA	58
FIGUR 24: TIDSMØNSTER RESTKLOR	58
FIGUR 25 VEILEDENDE SLOKKEVANNSBEHOV FOR ULIKE BRANNER.....	64
FIGUR 26 BILDE VISER BRANNSTART I BOLIG NR 26 OG SPREDNING TIL BOLIG NR 24	65
FIGUR 27 BRANNDKNING	65
FIGUR 28.....	66
FIGUR 29.....	67
FIGUR 30 OVERSIKT STREKK 1 - 4	68
FIGUR 31 OVERSIKT STREKK 1- 2	68
FIGUR 32 OVERSIKT STREKK 3 - 4	69
FIGUR 33 OVERSIKT OVER OMRÅDET SCENARIO 3 UTSPILLER SEG.....	70
FIGUR 34: VISER HVILKEN LEDNING GRAVEMASKINEN LAGER HULL I	70
FIGUR 35: OVERSIKTSBILDE OVER TRYKK I LEDNINGER I SCENARIO 3	71
FIGUR 36: OVERSIKT OVER INNSUGINGSPUNKTER	71
FIGUR 37 MENGDE NOROVIRUS 60MIN, SCENARIO 1	74
FIGUR 38 MENGDE CAMPYLOBACTER 60MIN, SCENARIO 1	74
FIGUR 39 MENGDE GIARDIA 60MIN, SCENARIO 1	75
FIGUR 40 MENGDE NOROVIRUS 120MIN, SCENARIO 1	75
FIGUR 41 MENGDE CAMPYLOBACTER 120MIN, SCENARIO 1	76
FIGUR 42 MENGDE GIARDIA 120MIN, SCENARIO 1	76
FIGUR 43 SPREDNING, SCENARIO 1.....	77
FIGUR 44 ANTALL EKSPONERTE, SCENARIO 1	77

FIGUR 45 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 1	78
FIGUR 46 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 1.....	79
FIGUR 47 MENGDE GIARDIA, STREKK 1	79
FIGUR 48 SPREDNING, STREKK 1	80
FIGUR 49 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 2	80
FIGUR 50 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 2.....	81
FIGUR 51 MENGDE GIARDIA, STREKK 2	81
FIGUR 52 SPREDNING, STREKK 2	82
FIGUR 53 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 3	82
FIGUR 54 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 3.....	83
FIGUR 55 MENGDE GIARDIA, STREKK 3	83
FIGUR 56 MENGDE RESTKLOR, STREKK 3	84
FIGUR 57 SPREDNING, STREKK 3	84
FIGUR 58 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 4	85
FIGUR 59 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 4.....	85
FIGUR 60 MENGDE GIARDIA, STREKK 4	86
FIGUR 61 SPREDNING, STREKK 4	86
FIGUR 62 ANTALL EKSPONERTE, SCENARIO 2	87
FIGUR 63 TRYKK NODE 207	89
FIGUR 64 NOROVIRUS 30MIN, NODE 207	90
FIGUR 65 CAMPYLOBACTER 30MIN, NODE 207.....	90
FIGUR 66 GIARDIA 30MIN, NODE 207.....	91
FIGUR 67 NOROVIRUS 60MIN, NODE 207	92
FIGUR 68 CAMPYLOBACTER 60MIN, NODE 207.....	92
FIGUR 69 GIARDIA 60MIN, NODE 207	93
FIGUR 70 NOROVIRUS 180MIN, NODE 207	94
FIGUR 71 CAMPYLOBACTER 180MIN, NODE 207.....	94
FIGUR 72 GIARDIA 180MIN, NODE 207	95
FIGUR 73 RESTKLOR, NODE 207	95
FIGUR 74: OVERSIKTSKART OVER SPREDNING AV MIKROORGANISMER ETTER 48 TIMER.....	96
FIGUR 75 ANTALL EKSPONERTE, NODE 207.....	97
FIGUR 76 TRYKK, NODE 255.....	99
FIGUR 77 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255.....	100
FIGUR 78 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255	100
FIGUR 79 MENGDE GIARDIA, NODE 255.....	101
FIGUR 80 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255.....	101
FIGUR 81 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255	102
FIGUR 82 MENGDE GIARDIA, NODE 255.....	102
FIGUR 83 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255.....	103
FIGUR 84 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255	104
FIGUR 85 MENGDE GIARDIA, NODE 255.....	104
FIGUR 86 MENGDE RESTKLOR, NODE 255.....	105
FIGUR 87 SPREDNING, NODE 255 VED 30MIN, 60MIN OG 180MIN	106
FIGUR 88 ANTALL EKSPONERTE, NODE 255.....	107
FIGUR 89 TRYKK NODE 259.....	109
FIGUR 90 NOROVIRUS 30MIN, NODE 259	110
FIGUR 91 CAMPYLOBACTER 30MIN, NODE 259.....	110
FIGUR 92 GIARDIA 30MIN, NODE 259	111
FIGUR 93 NOROVIRUS 60MIN, NODE 259	111
FIGUR 94 CAMPYLOBACTER 60MIN, NODE 259.....	112
FIGUR 95 GIARDIA 60MIN, NODE 259	112
FIGUR 96 NOROVIRUS 180MIN, NODE 259	113
FIGUR 97 CAMPYLOBACTER 180MIN, NODE 259.....	113

FIGUR 98 GIARDIA 180MIN, NODE 259	114
FIGUR 99 RESTKLOR I NODE 259	114
FIGUR 100 SPREDNING, NODE 259.....	115
FIGUR 101 ANTALL EKSPONERTE, NODE 259.....	116
FIGUR 102 PLASSERING RESTKLOR FOR SIMULERING.....	119

Tabelliste

TABELL 1 EN KORTFATTET OVERSIKT OVER HVOR EGENET DE ULIKE BEHANDLINGSMETODENE ER SOM HYGENISK BARRIERE MOT ULIKE TYPER MIKROBER. DETALJERT OMTALE AV METODER, INKLUDERT BEGRUNNELSER FOR EGNETHETSVURDERING, FINNES SENERE I DETTE KAPITTELET	7
TABELL 2 TABELLEN VISER DAT FRA 2010 I NORGE, 2012 I DANMARK OG FINALND, OG 2014 I SVERIGE (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)	15
TABELL 3 OVERSIKT OVER INNMELDTE VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE, DANMARK OG FINALND, 1988 - 2012. FOR SVERIGE, 1988 – 2011 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015).....	16
TABELL 4 MEDVIRKENDE FAKTORER TIL VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE, DANMARK OG FINALND FRA 1988 – 2012. SVERIGE FRA 1988 – 2011 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015).....	17
TABELL 5 MIKROORGANISMER INVOLVERT I UTBRUDD (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015).....	18
TABELL 6 VANNBÅRNE UTBRUDD OG KARAKTERISERING AV SANNSYNLIGHET I NORDEN, 1988 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)	19
TABELL 7 VANNBÅRNE UTBRUDD FORDELT PÅ VANNVERK OG MEDVIRKENDE FAKTOR, 2003 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016)	21
TABELL 8 ANTALL VANNBÅRNE UTBRUDD FORDELT PÅ MIKROBIOLOGISKE PATOGENER MED TILHØRENDE SYKDOMSTILFELLER, 1988 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016) (NYGÅRD, ET AL., 2003).....	22
TABELL 9 VANNBÅRNE UTBRUDD OG KARAKTERISERING AV SANNSYNLIGHET I NORGE, 2003 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016)	23
TABELL 10 BEFOLKNING I NORGE FORDELT PÅ ÅR, PR 1. JANUAR. KILDE: STATISTISK SENTRALBYRÅ (SSB).....	24
TABELL 11 OVERSIKT OVER MATERIALER I LEDNINGSNETTET, ÅLESUND	35
TABELL 12 ANTALL RÅVANNSPRØVER	49
TABELL 13 ANTALL PRØVER PÅLAGT I FORHOLD TIL VANN PRODUSERT LEDNINGSNETTET.....	50
TABELL 14 RESULTATER RESTKLOR, HESSA.....	52
TABELL 15 RESULTATER RESTKLOR, AKSLA	52
TABELL 16 RESULTATER RESTKLOR, VANNBEHANDLINGSANLEGG	52
TABELL 17: ORDEN, PARAMETER OG BRUK AV KINETISKE MODELLER (ROSSMAN, 2000)	54
TABELL 18: EPANET-MSX INPUTFIL	56
TABELL 19: VERDIER FOR INAKTIVERINGSKONSTANT.....	57
TABELL 20 DOSE RESPONS	61
TABELL 21: OVERSIKT OVER PARAMETERE SOM ER BRUKT TIL Å BEREGNE FORURENSINGSMASSE (MR) A) (CODECOGS, U.D.)	62
TABELL 22: KONSENTRASJON AV MIKROORGANISMER/L I AVLØPSVANN.....	63
TABELL 23 BEREGNING AV DAGLIG DRIKKEVANN FRA SPRING (WESTRELL, ET AL., 2016)	64
TABELL 24 MENGDE FORURENSING.....	69
TABELL 25 ANTALL SMITTEDE, SCENARIO 1.....	78
TABELL 26 SANNSYNLIGHETEN FOR SMITTE, SCENARIO 2.....	88
TABELL 27 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 207	98
TABELL 28 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 255	108
TABELL 29 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 259	117
TABELL 30 ANTALL SYKDOMSTILFELLER.....	124

Terminologi

Begreper

Log – Matematisk uttrykk som viser reduksjon av antall mikrober logaritmisk

Råvann – Ubehandlet overvann eller grunnvann

Cyster – Blæreformet hulrom i vev eller et organ

Protozoer – Encellede parasitter uten nervesystem eller kretsløpsorgan

Ratifikere – Godkjenne

Endemisk – Sykdommer som til stadighet opptrer innen et geografisk område

Dissosiert – Adskillelse eller spalting

Humus – Naturlige organiske materialer

Fortynning – Nedsettelsen av konsentrasjonen i et løst stoff ved å tilsette mer løsemiddel

Sedimentering – Partikler i vannet som med tiden legger seg på bunnen

Resipient – En mottaker. I dette tilfelle vassdrag, innsjøer og hav

Kimtall – Totalantall av bakterier

Gastrointestinal – Omfatter mage og tarm

Range – Området mengder blir målt i

Forkortelser

pH – En parameter som angir hvor sur eller basisk en løsning av stoffer i vann er

MX – Kloreringsbiprodukt (sterkt bakteriell mutagen)

PE – Person ekvivalent

UV – Ultrafiolett

QMRA – Quantitative Microbial Risk Assessment

1 Innledning

Vannbårne sykdomsutbrudd er blant de største truslene i forhold helse og levestandard. Mangel på rent vann til hygiene, drikkevann og sanitærforhold er, på verdensbasis, et av de største problemene og viktigste årsakene til sykdom og død.

I 2010 erklærte FN (De Forente Nasjoner) at rent drikkevann og tilgang til dette skulle være en menneskerett. Det ble beregnet i 2012 av FN at ca 780 millioner mennesker ikke har tilgang på rent og sikkert drikkevann (Andersen, 2016).

Gode drikkevannskilder og vannbehandlingsanlegg er livsviktig for å sikre god levestandard. Økt befolkningsvekst og endringer i klimaet gjør at tradisjonelle behandlingsmetoder kanskje ikke gir ønsket effekt lengre (Guzman-Herrador, et al., 2015). Norge har god tilgang på drikkevannskilder som kan skjermes mot forurensing og påvirkning utenfra. Som et av 26 land tilsluttet WHO's «Protokoll for vann og helse», er Norge pålagt å gjennomføre helsefremmende tiltak relatert til vann. Her er hovedutfordringen til Norge å gjøre tiltak som minsker faren for at drikkevannet blir forurenset via ledningsnett. Oppgradering er en nødvendighet for å forhindre et økende forfall (Pettersen, et al., 2015).

Klimaendringer er en viktig faktor som i stadig større grad er med på å påvirke, ikke bare miljøet men også naturressursene vi trenger og er helt avhengig av. Vann er kanskje den aller viktigste. Økte temperaturer og mer nedbør vil påvirke råvannet, samt at overvannsproblematikken vil øke. Alt dette kommer til å få konsekvenser for drikkevannet, og for måten vannet blir rensset på. Det som fungerte i går, er kanskje ikke godt nok i dag.

Ålesund kommune har pr i dag ingen fullverdige reserveanlegg eller alternativ kilde for forsyning av drikkevann. Vannverket i Brusdalen er eneste renseanlegg, og forsyner mer enn 50 000 personer med rent drikkevann. Nå planlegges det et nytt renseanlegg i sørenden av Brusdalsvannet. Dette blir et anlegg med eget vanninntak, helt uavhengig av det anlegget som allerede eksisterer (Ålesund, 2014).

Hvis det oppstår problemer med drikkevannet er det lett å anklage vannverket, og råvannskilden. Det som derimot ikke får så mye oppmerksomhet er de delene av drikkevannsanlegget vi ikke ser. Vannledningsnett som ligger under bakken blir ofte utsatt for påkjenninger og store mengder med forurensing. I en ideell situasjon hvor ledningsnett er 100% tett og ingen form for forurensing og organismer slipper inn, er ikke dette et problem. Men mye av ledningsnett er gammelt, og av dårlig kvalitet. Sprekker, hull og dårlige skjøter er med på å føre til høye lekkasjetall landet over. Dette kan bli et stort problem.

Bakgrunnen for oppgaven er å se om, og i så fall hvordan, ledningsnett bidrar til å forurense drikkevannet på veien fra renseanlegget og ut til abonnentene. Bygging av nytt alternativt renseanlegg har kanskje ingen ting for seg hvis det viser seg at ledningsnettets tilstand og forfatning er så dårlig at drikkevannet blir forurenset på sin vei igjennom. Vårt formål med oppgaven er derfor å simulere ulike scenarier for å se hvordan trykket og mengden restklor påvirkes.

1.1 Problemstilling og formål

Ved lavt trykk på ledningsnett er det stor fare for at det kan oppstå undertrykk, som igjen kan føre til innsug slik at uønskede organismer og patogene mikroorganismer kommer inn på

ledningsnett. Ved å måle og simulere endringer i mengden restklor på ledningsnett kan vi si noe om hvilken tilstand rørene i bakken har.

Ved å bruke simuleringsprogrammer og statistiske regneprogrammer kan vi hente ut grafer og tabeller som underbygger dette.

Oppgavens problemstilling blir da:

- Hvordan vil forurensing fra innsug på ledningsnett påvirke vannkvaliteten?
- Hvordan utvikle en modell som simulerer forurensing på ledningsnett?

Formålet med denne problemstillingen er å kartlegge hvordan et eventuelt innsug sprer seg i ledningsnett, og hva slags konsekvenser dette kan få.

1.2 Avgrensning til oppgaven

Denne oppgavens omfang og potensiale er stort. Det er derfor ikke mulig å ta for seg alle aspekter og mulige scenarier innenfor den tilmålte tiden. Vi har derfor valgt å begrense oppgaven til tre scenarier. Oppgaven er også geografisk begrenset til området Hessa og Slinningen.

Vi har valgt å avgrense omfanget av hva som ligger i bakken og kan forurense til å gjelde mikroorganismer, og da særlig mikroorganismene: Norovirus, E. coli, Campylobacter, Salmonella, Giardia og Cryptosporidium. Kjemikalier og tungmetaller har vi valgt og se helt bort i fra. Det samme gjelder klimaendringer, som heller ikke er tatt hensyn til i modellen.

I forhold til målet og problemstillingen om å lage en modell som simulerer forurensingen på ledningsnett, viste dette seg å bli vanskelig. Vi har brukt simuleringsprogrammer som viser hvordan forurensingen sprer seg, men ikke lykkes i å lage en modell som kan brukes i andre lignende sammenhenger.

2 Teori

Som en av de viktigste naturressursene vi har, er vann sårbart for forurensing. Det er derfor viktig at både vannkilden, vannbehandlingsanlegg og ledningsnett er i stand til å forvalte denne ressursen. Forurensing i et av disse leddene kan gjøre stor skade. Vannledningsnett ligger for det meste skjult under bakken, og forurensing eller brist på dette kan derfor gi store konsekvenser.

2.1 Nasjonale mål for vann og helse

I 2004 ratifiserte Norge Protocol on Water and Health, som ble fastsatt i London 17. Juni 1999. Det var den første internasjonale avtalen i sitt slag som er vedtatt spesielt for å oppnå en tilstrekkelig forsyning av rent drikkevann og tilfredsstillende sanitærforhold for alle, og for effektivt å beskytte vann som benyttes som drikkevannskilde. Partene til protokollen forplikter seg til å sette mål på flere områder for å ivareta formålene i protokollen (Mattilsynet, 2014).

I Norge ledes arbeidet med å følge opp de nasjonale målene av Helse- og omsorgsdepartementet, med Mattilsynet som sentralt direktorat i nært samarbeid med Nasjonalt folkehelseinstitutt. Målene er ikke forskriftsmål, men arbeidsmål for å ansvarliggjøre aktørene og oppnå bedre etterlevelse av regelverket, og gjennom det sikre trygt drikkevann og helse. De nasjonale målsettingene er gjengitt fra artikkel 6 i Protocol on Water and Health, i tillegg kan de enkelte myndighetene og vannverkseiere ha ytterligere målsettinger ut over det som er innarbeidet i protokollen (Mattilsynet, 2014). Totalt har Norge 14 hovedmål med tilhørende målsettinger. I denne oppgaven skal vi gå nærmere inn på noen få av de som er relevant for forurensing fra distribusjonsnett.

2.2 Kvaliteten på drikkevannet som når forbrukerne

For hvert vannforsyningssystem som forsyner flere enn 500 personer, skal antall forskriftsfestede prøveuttak som overskrider grenseverdien for kjemiske parametere i drikkevannsforskriften ikke være flere enn 2 per år. Maksimalverdien skal ikke overskride grenseverdien med mer enn en faktor på 5. For mikrobiologiske parametere med 0 som grenseverdi, skal antall overskridelser etter verifisering være mindre enn 1 per år.

Reduksjon av omfanget av utbrudd og tilfeller av vannbårne sykdommer: Målsettinger

- Utbrudd og endemisk sykdom forårsaket av vannbåren smitte skal ha lav sannsynlighet og konsekvens.
- Det skal innarbeides sikrere beregningsmetoder for å fastslå omfanget av endemisk sykdom på grunn av drikkevann.

Funksjonssikkerheten til vann- og avløpsnett

- Ikke-planlagte avbrudd i vannforsyningen bør være mindre enn 0,5 time i snitt per innbygger per år.
- Forsyningssikkerheten skal være bedre enn 99,95 prosent. (Forsyningssikkerhet = Antall innbyggertimer uten avbrudd i forsyningen/Antall innbyggertimer totalt * 100).
- Årlig utskifting/rehabilitering av vannledningsnett bør i gjennomsnitt være 2 prosent på nasjonalt nivå frem til 2035.
- Lekkasje fra det enkelte ledningsnett bør være mindre enn 25 prosent innen 2020.

Identifisering og behandling av områder med forurenset grunn som kan påvirke vann, eller som kan gi opphav til vannbåren sykdom.

- Forurensede områder som kan true vannforekomster som omfattes av Protokollen, skal risiko vurderes og om nødvendig saneres/utbedres.

I tillegg til de nasjonale målene, er det også fastsatt internasjonale målsettinger av WHO. Et av hovedmålene til WHO er at kun 1 av 10 000 personer smittes av drikkevannet hvert år (WHO, 2017).

2.3 Klorering

Klor, eller klorering er en av de mest brukte desinfeksjonsmetodene i forhold til drikkevann som blir brukt i verden. Bruk av klor er etter hvert blitt en godt kjent teknologi som har mange fordeler. Det er billig i bruk, er lett å måle, effektiv i jobben med å bli kvitt bakterier og etterlater seg en restmengde som virker langt ut på ledningsnett (Arntsen, 2016).

Fordi klor lett etterlater seg lukt og smak som brukere av vann raskt kjenner, er det ofte en kilde til forbrukerklager på drikkevannet fra (Hua, et al., 1999).

Hvor effektivt desinfeksjonsmiddelet er, er viktig i en renseprosess. Denne effektiviteten kan påvirkes av flere forskjellige faktorer. Noen av disse er ifølge (Ødegaard, 2012) sitert av (Arntsen, 2016):

- Kontakttid mellom desinfeksjonsmiddel og organismen som skal inaktiveres
- Konsentrasjon og type desinfeksjonsmiddel
- Strømningsbildet
- Antall og type mikroorganismer som skal inaktiveres
- Vannets sammensetning og temperatur
- pH
- Biofilm
- Korrosjon, alder og materiale
- Organisk materiale (TOC)

De vanligste klorproduktene som man benytter til vannbehandling er klogass (Cl_2), kalsiumhypokloritt ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) og natriumhypokloritt (NaOCl). Når det blir snakket om klorkonsentrasjon i vann, mener man alltid den mengden oppløst ren klogass (Cl_2) per liter vann som hadde gitt samme konsentrasjonen av aktivt stoff i vannet. Mengden desinfeksjonsmiddel som skal doseres vil være avhengig av type klor. Felles for disse er at de danner den samme aktive klorforbindelsen i vann – underklorsyrling (HOCl).

Klorgass er giftig, og det stilles strenge krav til slike anlegg. Ved bruk av natriumhypokloritt er det viktig å huske at løsningen ikke er stabil, men nedbrytes under påvirkning av lys og temperatur. Natriumhypokloritt bør derfor normalt ikke lagres lenger enn 3 måneder etter produksjon og uansett lagres mørkt og kjølig. Under uheldige omstendigheter kan klortapet bli 1 g per liter per dag (fersk natriumhypokloritt har klorinnhold tilsvarende ca 150 gram klor). Kalsiumhypokloritt leveres i pulverform som er lagringsstabil og inneholder 60-70% klor. Klor løses raskt opp når pulveret blandes med vann, men pulveret inneholder også tungt løselige kalsiumforbindelser som må bunnfelle 5-10 minutter før klor brukes (Andersen, 2016). Tørr kalsiumhypokloritt i kontakt med tørre kluter eller oljeholdige filler kan forårsake selvantennelse, og i kontakt med sterke syrer kan klorgass utvikles.

Klorering benyttes som en barriere mot sykdomsutbrudd ved mange vannverk. Klor er tradisjonelt det mest brukte desinfeksjonsmiddelet for drikkevann. Det er et effektivt desinfeksjonsmiddel mot de aller fleste aktuelle mikrober som kan gi sykdom hos mennesker, men det har liten eller ingen effekt mot visse sporedannende bakterier. Noen parasitter, bl.a. *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum*, danner klorresistente cyster/oocyster. Vannverk som kun benytter klor må ha en vannkilde som har god og stabil vannkvalitet (Mattilsynet, 2007).

Desinfeksjon av drikkevann kan gjøres ved klorering, UV-bestråling eller ozonering. De forskjellige desinfeksjonsmetodene har ulik effektivitet overfor de forskjellige organismetyper. Begrepet ”hygienisk barriere” må derfor også sees i sammenheng med organismene barrieren skal virke på. Det vil si at en hygienisk barriere overfor en organismetype ikke trenger å være en hygienisk barriere overfor en annen (Folkehelseinstituttet, 2016).

2.4 Smittestoff

Av smittestoff som har fått økt oppmerksomhet i senere år, kan nevnes det svært smittsomme noroviruset og innvollsparasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*. De to sistnevnte er protozoer som kan forårsake kraftig mage- og tarminfeksjon, og de er funnet i lave konsentrasjoner i norske vannkilder. De skilles ut fra tarmen som svært hardføre cyster/ oocyster. Disse er så små at de kan passere sandfiltre, og siden de i tillegg er resistente mot klor, har de blitt en betydelig utfordring for vannverkene. Folkehelseinstituttet har derfor siden 2003 anbefalt bruk av UV-bestråling ved norske vannverk.

At parasitter er en reell trussel i drikkevannssammenheng ble bekreftet ved utbrudd i Bergen og i Östersund og Skellefteå i Sverige. Ved giardiautbruddet i Bergen i 2004 ble over 1300 personer påvist smittet, og anslaget for det totale antallet smittede var 5000-6000 personer. Kraftig nedbør førte til overløp i avløpsnett som forurenset en drikkevannskilde med *Giardia*, en parasitt som tåler klorering. Ved cryptosporidiumutbruddet i Östersund i 2010 er det anslått at 27.000 personer ble syke som følge av forurenset drikkevann, mens antallet i Skellefteå året etter var ca. 20.000 (Folkehelseinstituttet, 2016).

2.5 Vannbehandlingskjemikalier og desinfeksjonsprodukter

Produkter som brukes til vannbehandling kan direkte eller indirekte påvirke drikkevannskvaliteten. Slike produkter må være godkjent av Mattilsynet og må kun brukes i tråd med godkjenningsvilkårene.

Den viktigste grunnen til å fjerne humus og turbiditet fra vannet, er for å kunne oppnå optimal desinfeksjon. Høy farge og høyt partikkelinnhold i råvannet gjør desinfeksjonsprosessene mindre effektive; man må bruke større mengder klor eller større UV-anlegg. Dersom vannet har farge som skyldes organiske stoffer, fører klorering til at det dannes uønskede klororganiske desinfeksjonsbiprodukter, og problemer med lukt og smak kan også oppstå (Andersen, 2016). Andre forurensninger kan også binde seg til humus og partikler, og på den måten holde seg lenger i vannfasen.

Ved desinfeksjon med klor er nødvendig klordose avhengig av hvor mye oksiderbart stoff som finnes i vannet. Inneholder vannet mye organisk stoff, kan det dannes uønskede klororganiske forbindelser under prosessen med å desinfisere vannet. Flere av disse kloreringsbiproduktene er assosiert med negative helseeffekter. Et av biproduktene det dannes mest av, er trihalometaner, THM, inkludert kloroform. Det er satt en grenseverdi for totalt innhold av trihalometaner i drikkevann. Der det er mulig, anbefaler WHO at man prøver å ligge vesentlig under grenseverdien.

Andre biprodukter er halogenerte acetonitriler, halogenerte acetoner, halogenerte eddiksyrer og MX, som alle vanligvis forekommer i mye lavere konsentrasjoner enn THM. I drikkevannsforskriften er det ikke satt noen grenseverdi for disse forbindelsene i drikkevann. Norge har lave nivåer av trihalometaner, sammenlignet med andre land, noe som sannsynligvis henger sammen med at vi bruker så lite klor som mulig i desinfeksjonsprosessen her i landet. Desinfeksjon med kloramin gir opphav til en del av de samme biproduktene som ved bruk av klor, men i lavere konsentrasjoner. Desinfeksjon med klordioksid fører ikke til dannelse av haloformer (klororganiske forbindelser), men dersom vannet inneholder større mengder organisk stoff eller toverdige jern, blir det dannet kloritt og klorat. Kloritt og klorat kan være kreftfremkallende, og derfor har vi grenseverdier for disse ved bruk av klordioksid som desinfeksjonsmiddel for drikkevann (Folkehelseinstituttet, 2016).

2.6 Råvann

Når råvannskvaliteten svekkes, stilles det høyere krav til behandling og behovet for avskillende og desinfiserende barrierer øker. De økte mengdene organisk materiale motvirker samtidig barrierenes effektivitet: filterlagene blir raskere mettet, ultrafiltre tetter seg raskere, effekten av UV-lys blir redusert og desinfeksjonskapasiteten ved klorbehandling blir dårligere (VISK, mars 2013).

2.7 Desinfeksjon/Fjerning av smittestoffer

Alle vannverk må ha et behandlingstrinn for å fjerne eller inaktivere sykdomsfremkallende mikrober. Det eneste unntaket kan være godt beskyttede grunnvannskilder. Desinfeksjonen kan være klorering, UV-bestråling eller ozonering, og vil skje etter eventuell partikkelfjerning. I tillegg kan fysiske metoder som koagulering/filtrering eller membranfiltrering også ha effekt overfor smittestoffer. UV-bestråling har lenge vært den vanligste formen for desinfeksjon ved små, norske vannverk, men nå går også stadig flere av de større vannverkene over til UV-bestråling, da UV også er egnet mot Giardia og Cryptosporidium (samt bakteriesporer ved høye nok UV-doser). I 2010 overtok UV for klor som vanligste desinfeksjonsmetode, målt som antall forsynte personer.

Behandlingsmetode	Virus	Bakterier	Parasitter	Bakteriesporer
Klorering	God	God	Uegnet	Uegnet
UV-bestråling	God	God	God	God*
Ozonering	God	God	Usikker**	Usikker**
Membranfiltrering	God (10 nm)	God (100 nm)	God (1000 nm)	God (100 nm)
Koagulering/filtrering	Usikker***	Usikker***	Usikker***	Usikker***

Tabell 1 En kortfattet oversikt over hvor egnede de ulike behandlingsmetodene er som hygienisk barriere mot ulike typer mikrober. detaljert omtale av metoder, inkludert begrunnelser for egnethetsvurdering, finnes senere i dette kapittelet

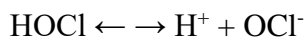
* Gjelder biodosimetrisk testede UV-anlegg, jf. Folkehelseinstituttets liste over anlegg som gir UV-dose på 40 mJ/cm².

** Restozonet i vannet må være 5 mg/l etter 10 minutters kontakttid. Dårligere effekt ved lave temperaturer.

*** Må kombineres med kildesikringstiltak og driftsoptimalisering, og må etterfølges av desinfeksjon som 2. hygieniske barriere. (Folkehelseinstituttet, 2016)

2.8 Virkemåte og effekt mot smittestoff i vann

Bakterier har cellevegg/cellemembran som omgir og beskytter celle- og arvematerialet inne i cellen. Klor er et kraftig oksidasjonsmiddel som angriper celleveggen og –membranen, og oksiderer disse slik at de ødelegges. Deretter trenger klor inn i cellen og ødelegger celle- og arvematerialet. Når klor gass tilføres vann dannes underklorsyrling, som er en svak syre som dels vil foreligge i dissosiert form som hypoklorittion, dels udisosiert som underklorsyrling.



Underklorsyrling Hydroniumion Hypoklorittion

Dette er en likevektsreaksjon som kan gå både mot høyre og mot venstre, avhengig av pH-verdi. Ved pH lavere enn 6 vil nesten alt foreligge som underklorsyrling, og ved pH over 9 nesten alt som hypoklorittion. Da underklorsyrling lettere trenger gjennom cellemembraner, har den sterkest bakteriedrepende effekt. Klorering bør derfor forsøkes gjort før en eventuell pH-økning i forbindelse med korrosjonskontroll. Hvor stor den desinfiserende effekten er, avhenger av klorkonsentrasjon og kontakttid. Ideelt sett gir produktet av disse to faktorene en tilnærmet konstant effekt, det vil si at dersom klorkonsentrasjonen dobles, kan kontakttiden halveres (dette er også kalt CT verdi, hvor C = konsentrasjonen av desinfeksjonsmidlet og t = kontakttiden). Noen mikrober tåler likevel klor bedre enn andre, og for lav konsentrasjon av klor har ingen effekt, uansett hvor lang kontakttiden er. Det optimale er å finne en klordose som er tilstrekkelig for en sikker bakteriedød, men som samtidig er såpass lav at vannet ikke

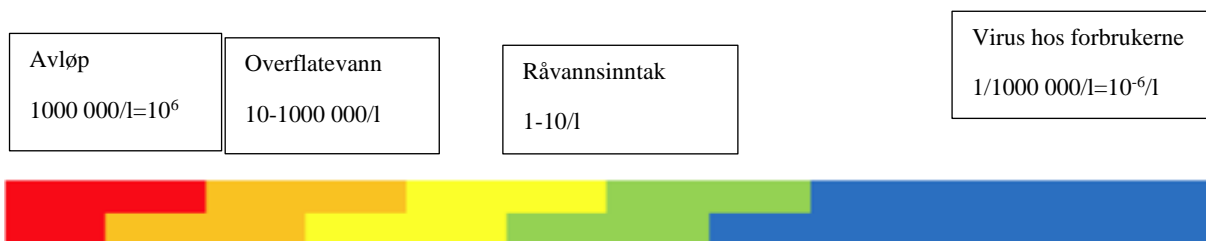
smaker eller lukter klor. Man anslår at en restklormengde på 0,05 mg/l og kontaktid på 30 minutter må til for å få tilnærmet fullstendig bakteriedød i drikkevannet. Som tidligere nevnt er klor et effektivt desinfeksjonsmiddel mot de aller fleste bakterier og virus som kan gi sykdom hos mennesker, men har liten eller ingen effekt på sporer av bakterier som for eksempel Clostridium perfringens. Videre er det noen typer protozoer som ikke drepes ved vanlig klorering, for eksempel Giardia intestinalis og Cryptosporidium parvum, fordi disse danner cyster/oocyster som er svært resistente mot klor. At enkelte mikrober er resistente mot klor, betyr ikke at det er umulig å inaktivere dem ved klorering. Dosen må imidlertid være så høy at desinfeksjon med klor ikke er mulig av smaksmessige, tekniske, helsemessige eller økonomiske grunner (Folkehelseinstituttet, 2016).

En måte å måle effektiviteten av et rensetrinn er Log-reduksjon. Dette er vanlig å bruke ved dimensjonering av renseprosesser. Restklor på ledningsnett vil ha en viss Log-reduksjon.

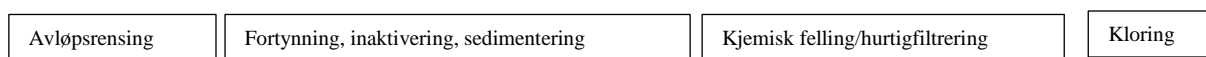
Se vedlegg 8 for beregning av Log-reduksjon.

2.9 Virusinnhold fra avløp til sikkert drikkevann

Hvor store mengder sykdomsfremkallende virus finnes det i vannet, og hvor mye bør fjernes? Hovedformålet med VISK-prosjektet er å forsøke å svare på dette spørsmålet. Du finner en veiledning lenger frem i håndboken, men for å gi et inntrykk av hvilke mengder det dreier seg om, har vi laget en illustrasjon basert på data fra VISK. Konsentrasjonen av virus i urensset avløpsvann er normalt 10^6 per liter. For å oppnå WHO's mål om at bare 1 av 10 000 personer skal smittes per år, er det behov for å redusere virusinnholdet med cirka 12 log. Denne reduksjonen fordeler seg på 1–2 log ved hjelp av avløpsrensing og 3–5 log ved hjelp av fortykning, sedimentering og inaktivering i resipient. Da gjenstår det å fjerne cirka 6 log i vannbehandlingen (VISK, mars 2013).



FIGUR 1 RENSEPROSESS



2.10 Lukt og smak

Lukt- og smaksproblemer kan ha flere årsaker. Humusstoffer kan gi vannet «myrsmak». Noen arter av cyanobakterier produserer stoffer som lukter, først og fremst geosmin som gir jordlukt, og 2-metyl-isoborneol som gir mugglukt. Klorering og oppvarming av vann som inneholder slike alger, kan forsterke den dårlige lukten. Andre organismer, for eksempel sopp og actinomyceter, som bryter ned partikulært organisk materiale ved tilgang på oksygen, kan produsere stoffer som gir vond lukt og smak. Actinomyceter kan produsere de samme luktstoffene som cyanobakteriene. Bakterier som lever i biofilm på veggene i ledningsnett kan også gi opphav til lukt og smak.

Når organisk stoff brytes ned (råtner) uten nok tilgang på oksygen, kan det dannes illeluktende svovelforbindelser, for eksempel hydrogensulfid (H₂S) som lukter som råtne egg. Dette kan også forekomme i enkelte grunnvannsforsyninger, eller dersom et vanninntak i en innsjø ligger for nær bunnslammet. Brønner i områder med alunskifer kan få liknende lukt- og smaksproblem. En rekke kjemikalier, for eksempel fenoler og mineraloljer, kan selv i små mengder gi ubehagelig lukt og smak på vannet. Disse stoffene nedbrytes meget langsomt i grunnen. Derfor er det svært viktig å beskytte drikkevannskilder, og især grunnvannsforekomster, mot forurensning av slike stoffer. Mineraloljer har evnen til å trenge gjennom tette plastledninger ved at oljen først løser seg opp i plasten, og deretter løser seg opp i vannet på innsiden. Tanker som inneholder bensin eller fyringsolje bør derfor unngås i tilsigsområde for grunnvannsforsyninger, eller nær drikkevannsrør i plast. Utlekking av flyktige stoffer fra ledningsmaterialer og malingsbelegg kan også være en årsak til lukt og smak på vannet, som oftest i forbindelse med at vannet har stått noe tid i rør eller tanker. Metaller som blir utløst fra ledningsnett og husinstallasjoner, kan også gi ubehagelig smak. Høye konsentrasjoner av klorid og sulfat, for eksempel som følge av at vannkilden er påvirket av sjøvann, kan forårsake saltsmak på vannet (Folkehelseinstituttet, 2016).

2.11 Klorering etter arbeid

Etter arbeid på nettet blir dette normalt ikke klorert. Dette kan virke risikofylt, men har sammenheng med tidsfaktoren som gjør slik kloring upraktisk. Dette er imidlertid en praksis man bør se nærmere på. Kun et mindretall av de reviderte hadde rutine for å klore etter ledningsbrudd. Imidlertid hadde de fleste gode rutiner for å opprettholde en vannstrøm under arbeid på ledningene for å unngå undertrykk og innsug i nettet.

NORVARs oppfatning er at enkelte av avvikskategoriene i tilsynskampanjen nødvendigvis ikke er avvik fra regelverket. Eksempelvis er klorering etter arbeid på nettet bare ett av mange aktuelle tiltak for å sikre hygienetiltak etter reparasjon, og det er kanskje ikke et riktig tiltak i alle tilfeller (Mattilsynet, 2007).

2.12 Mikroorganismer

Indikatorbakterier: *Escherichia coli* (*E. coli*), Koliforme bakterier, Intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens*. I tillegg brukes kimtall som primært brukes til å kontrollere om det er problemer med at ”snille” mikroorganismer vokser på innsiden av vannledningene. Høye kimtallsverdier i vannprøven gir varsel om at det er en del begroing i ledningsnett. Høye kimtallsverdier er alene ikke en indikasjon på sykdomsfremkallende bakterier.

I denne oppgaven fokuseres det på:

2.12.1 Norovirus

Norovirus tilhører familien caliciviridae, og kan inndeles i fem genogrupper, hvorav 3 genogrupper kan smitte mennesker (GI, GII og GIV). Sykdommen opptrer vanligvis som utbrudd, ofte i omgivelser der folk er i nær kontakt med hverandre, som helseinstitusjoner, barnehager, cruiseskip, militærforlegninger og hoteller. Utbrudd forekommer hyppigst om vinteren. Alle aldersgrupper kan bli rammet og sekundærtinfeller er vanlig. Utbrudd som omfatter store deler av befolkningen i et område kan forekomme ved fekal forurensning av drikkevann, og virus kan også gi utbrudd via kontaminert mat (storhusholdninger). Norovirus er en av de vanligste registrerte årsaker til vannbårne utbrudd i Norge i de senere år. Calicivirus er hardfør og kan overleve under vanskelige forhold og på tørre flater i opptil 14 dager (Folkehelseinstituttet, 2015).

Norovirus er svært smittomt, og kun 10-100 viruspartikler er nok til å forårsake sykdom. Viruset smitter primært gjennom fekal-oral smitte (smitte fra tarm til munn). Dette skjer enten ved person-til-person smitte eller via fekalt forurenset mat eller vann. Ved smitte av Norovirus vil man få symptomer som uvelfølelse, kvalme, brekninger, magesmerter, muskelverk, diaré og feber. Inkubasjonstiden varer mellom 12-48 timer, og symptomene har et kort forløp og varer vanligvis i kun 1-2 døgn (1).

2.12.2 *Escherichia coli* (*E. coli*)

E. coli finnes i tarmens normalflora hos alle mennesker og varmblodige dyr. Så lenge bakteriene oppholder seg i tarmen er de ufarlige, men det finnes imidlertid noen grupper *E. coli* som kan gi tarminfeksjon hos mennesker.

Det finnes flere varianter av *E. coli*. De fire vanligste er enterohemoragiske (EHEC), enteroinvasive (EIEC), enteropatogene (EPEC) og enterotoksigene (ETEC) *E. coli*, der den mest alvorlige varianten er EHEC. Reservoaret for humanpatogene EIEC, ETEC og tEPEC (typiskEPEC) er mennesker. For EHEC og aEPEC (atypiskEPEC) er reservoaret drøvtyggere.

EHEC defineres som de humanpatogene variantene av shigatoksin-produserende *E. coli* (STEC), også kalt verocytotoksinproduserende *E. coli* (VTEC). EHEC kan inndeles i forhold til O-gruppe/serotype, i Norge er ca 20% av påviste EHEC av serogruppe O157, mens ca 80% er non-O157 (av disse er O103, O26, O145 og O91 de hyppigste). Ved infeksjon av bakterien kan forløpet variere fra ingen symptomer eller diaré til alvorlige tilfeller av blodig diaré. Infeksjonen kan også gi utvikling av hemolytisk syndrom (HUS) med nyresvikt og trombocytopenisk purpura (TTP), dette skjer i 10-15% av tilfellene, særlig hos barn, eldre og personer med svekket immunforsvar. Dødeligheten hos barn med HUS er 3-5 %, hos eldre i sykehjem er utbrudd assosiert med høy dødelighet, delvis uavhengig av HUS. Den infeksiøse dosen for EHEC er svært liten (folkehelseinstituttet, 2016).

2.12.3 Campylobacter

Campylobacter er en bakterie som kan gi diareesykdom hos mennesker. Symptomene er moderat feber, diaré (ofte med blod- og slim) og magesmerter. I sjeldne tilfeller kan infeksjon av bakterien gi reaktiv artritt og Guillain-Barrés sykdom, som fører til nerveskade og lammelser. Mennesker blir smittet gjennom forurenset mat eller vann, eller ved kontakt med smittede dyr eller fugler. Campylobacter er den vanligste årsaken til bakterielle, vannbårne sykdommer i Norge og i utlandet (Westrell, 2004) (Folkehelseinstituttet, 2015). Det er identifisert 18 ulike arter av Campylobacter-bakterie, der 11 av de kan gi sykdom hos mennesker. De fleste sykdomstilfeller forårsakes av artene Campylobacter jejuni og Campylobacter coli.

I Norge er ville fugler største reservoar for bakterien, men andre dyr er også reservoar for bakterien: storfe, sau, gris, fjærfe, hund og katt. Større rapporterte vannbårne utbrudd antatt forårsaket av Campylobacter var Narvik 1981, Skjervøy 1988, Alsvåg i Vesterålen 1991, Stjørdal 1994, Verdal 1995, Søgne 1997 og Røros 2007. Kilden til kontaminasjonen av drikkevannet, i den grad den er kjent, har vært måker, husdyr på beite eller ville gress. Forekomsten av bakterien er langt lavere om vinteren enn om sommeren (4).

2.12.4 Salmonella

Salmonella kan deles inn i non-typhi -og typhi Salmonella. Det finnes mer enn 2500 varianter av Salmonella, i Norge og andre vestlige land er den mest vanlige varianten som blir rapportert Salmonella Enteritidis og Salmonella Typhimurium. Den infeksiøse dosen for salmonella er høy, med unntak av enkelte matvarer der et lavt antall bakterier kan være nok. Ved lave temperaturer under ca. 4°C vokser ikke bakterien, eller kun i ubetydelig grad. Bakterien kan overleve i lang tid i tørre matvarer og i miljøet.

Salmonella smitter gjennom inntak av kontaminerte næringsmidler som kjøtt (særlig svin og fjærfe), egg, melk, skalldyr, drikkevann, grønnsaker og krydder. Bakterien kan også smitte gjennom fekal-oral smitte fra person til person eller ved kontaktsmitte fra husdyr og ville dyr som fugler og pinnsvin.

Symptomene ved infeksjon kan være asymptomatiske. Vanligvis vil selvbegrensende diaré, hodepine, magesmerter, kvalme og feber være vanlige symptomer, der diaréen i sjeldne tilfeller er langvarig og alvorlig. Infeksjon av Salmonella kan føre til blodforgiftning og andre alvorlige sykdommer. I denne oppgaven er kun Salmonella sp. (non-typhi) omtalt, det er også den eneste som er meldingspliktig til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) ved Folkehelseinstituttet (folkehelseinstituttet, 2015).

2.12.5 Giardia

Giardia er en parasitt som har reservoar i mennesker, og er blitt funnet i enkelte dyrearter. Det finnes flere typer Giardia, men det er protozoparasitten Giardia lamblia som forårsaker sykdom hos mennesker (Westrell, 2004). Spredning av parasitten kan skje gjennom fekal-oral kontakt, enten ved kontaminert vann eller gjennom kontaminerte matvarer som er forurenset med avføring fra smittebærere.

Ved langvarig bærerskap er infeksjonen av Giardia Lamblia ofte asymptomatisk. Ved akutt sykdom får man symptomer som flytende diaré, mage-tarmplager med magesmerter og luftoppstøt med dårlig lukt (folkehelseinstituttet, 2016). Inkubasjonstiden varierer mellom 5-25 dager, men vanligvis er det mellom 7-10 dager. De siste 20 årene har man sett en økning i insidens av Giardiasis, dette skyldes trolig økt innvandring og reiseaktivitet utenlands. Første

gangen Giardia ble påvist i et vannbårent utbrudd i Norge var i Bergen i 2004 der det ble estimert 6000 sykdomstilfeller etter at drikkevannskilden ble forurenset med kloakk (6). Forløpet og symptomene etter smitte av Giardia kan variere, men vanligvis varer symptomene i 1-2 uker eller lenger (Centers for disease control and prevention, 2015).

2.12.6 Cryptosporidium

De viktigste artene av parasitten Cryptosporidium som påvises hos mennesker er Cryptosporidium parvum og Cryptosporidium hominis, der C. parvum er den arten det påvises mest av. En kartleggingsstudie av forekomsten av Cryptosporidium i kloakk fra rensesanlegg i blant annet Oslo og Trøndelag, indikerer at disse parasittene er ganske utbredt.

Parasitten smitter vanligvis gjennom kontaminert vann og matvarer som er forurenset med avføring fra smittebærende personer eller dyr. Den infeksiøse dosen for Cryptosporidium er høy, men for personer med sterkt redusert immunforsvar vil smittedosen være langt lavere. Parasitten kan angripe slimhinner i tarmen og gi diaré, magesmerter, vekttap og brekninger. Hos personer med sterkt redusert immunforsvar kan infeksjonen være livstruende. Parasitten er svært resistent mot klor (Se Kap 2.3), og har vært kilden til flere vannbårne utbrudd. (Folkehelseinstituttet, 2016)

2.13 Vannbårne utbrudd

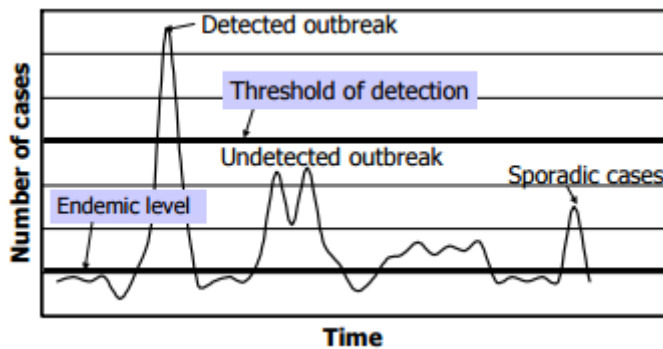
Et utbrudd av smittsom sykdom er generelt definert slik (folkehelseinstituttet, 2016):

- To eller flere tilfeller av samme sykdom som mistenkes å ha felles kilde, eller et antall tilfeller som klart overskrider det man ville forvente innenfor et område i et gitt tidsrom.

Tallene som er presentert i tabellene i dette kapittelet er antatt å være underrapportert i forhold til den faktiske situasjonen i hvert enkelt land (Guzman-Herrador, et al., 2015) (Frost, et al., 1996). Underrapportering av utbrudd varierer blant annet av:

- type sykdom
- land
- Områder innenfor et land (tett befolket, landlige områder)

Hendelsesforløpet før et utbrudd blir oppdaget og rapportert er kompleks. En smittet person må ha symptomer alvorlige nok for at han/hun oppsøker lege, overvåkingssystemet må underrettes, og antall sykdomstilfeller må være unaturlige høye for et gitt tidsrom og sted for at et utbrudd skal oppdages, etterforskes og rapporteres. Rapportering av utbrudd er mer sannsynlig om det er forårsaket av E. coli enn for mildere infeksjoner som Norovirus, fordi det er mer sannsynlig at personer med alvorlige symptomer drar til legen enn personer med f.eks magesjau (ENHIS, 2009). Man kan også regne med at underrapporteringen er stor for smittestoffer som i liten grad types på landets laboratorier, som f.eks Campylobacter (folkehelseinstituttet, 2016). Et paradoks er at et land med et effektivt overvåkingssystem kan rapportere inn flere utbrudd og flere sykdomstilfeller selv om drikkevannet er av høyere kvalitet enn andre land med mindre rapporterte utbrudd (ENHIS, 2009).



FIGUR 2 ILLUSTRASJON AV OPPDAGEDE UTBRUDD, UOPPDATEDE UTBRUDD OG SPORADISKE SYKDOMSTILFELLER (WESTRELL, 2004)

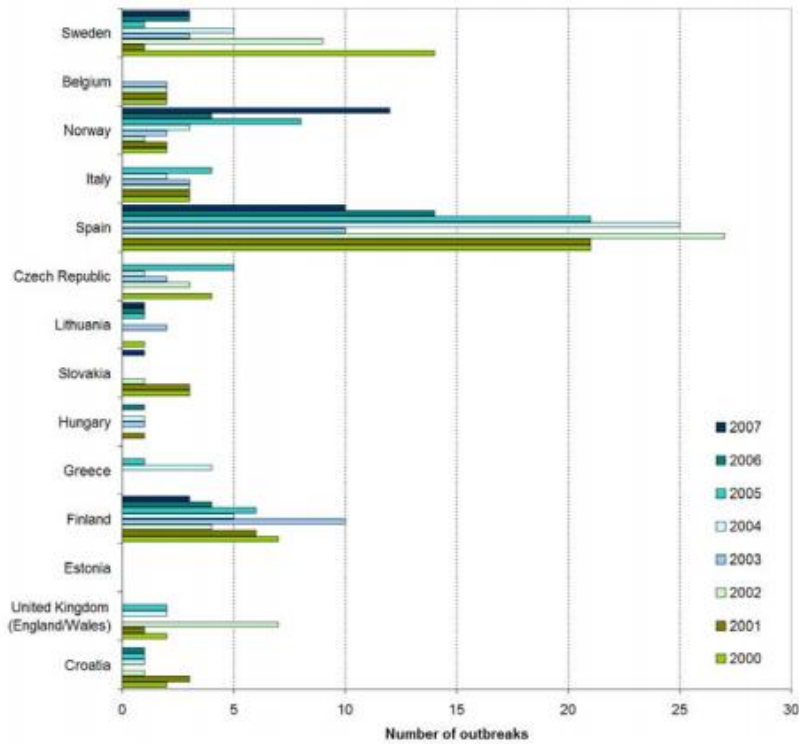
Som vist på figur 2, så kan overvåkingssystemer ofte ikke være sensitive nok. Større utbrudd er lettere å oppdage fordi de vekker stor oppmerksomhet i motsetning til mindre utbrudd. Noen sykdommer kan også være endemiske i befolkningen. Det er liten sannsynlighet for at mindre utbrudd eller sporadiske sykdomstilfeller oppdages og rapporteres, slik at for hvert rapporterte utbrudd kan det være flere mindre utbrudd eller sykdomstilfeller som overvåkingssystemet ikke klarer å fange opp (Westrell, 2004).

Et eksempel er utbruddet av *Cryptosporidium* i Milwaukee i 1993, som er det største rapporterte utbruddet i USA siden overvåkingen av utbrudd i USA startet i 1920. Ca. 403 000 personer ble smittet, og 4 400 ble innlagt på sykehus. Det som bidro til at utbruddet ble oppdaget var oppmerksomheten det etter hvert fikk, faktorer som bidro var utbredt sykefravær blant sykehusansatte, studenter og lærere, økning i antall tilfeller av diaré sykdom, og mangel på medikamenter (Kramer, et al., 1996).

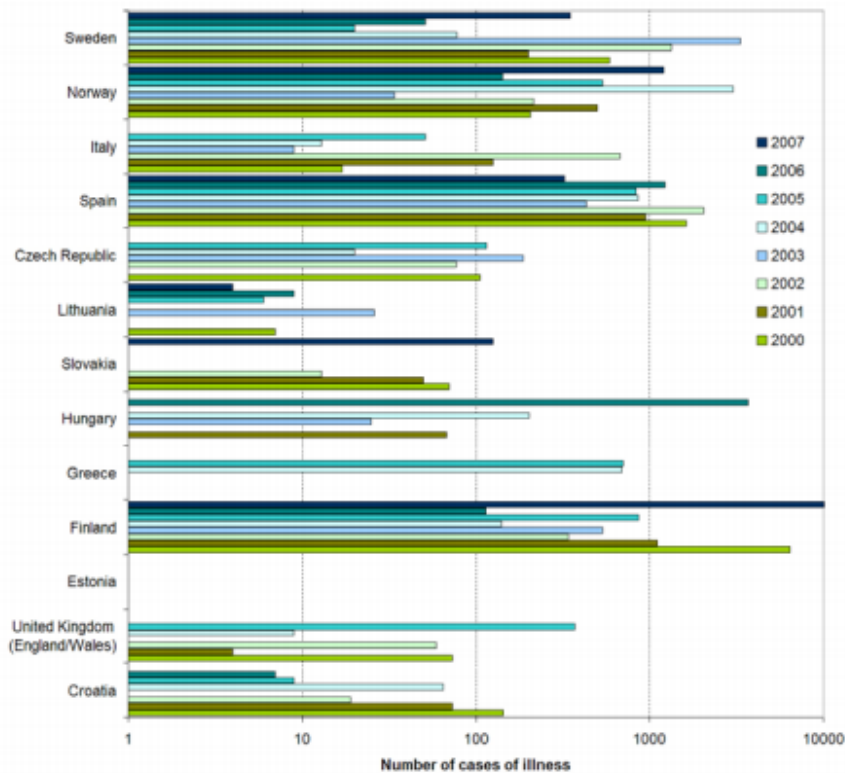
2.13.1 Europa

I 2009 ble det utarbeidet en rapport som oppsummerte alle rapporterte vannbårne utbrudd i 14 europeiske land mellom 2000-2007 (ENHIS, 2009). Landene som deltok var Norge, Sverige, Belgia, Italia, Spania, Tsjekia, Litauen, Slovakia, Ungarn, Hellas, Finland, Estland, Storbritannia (England og Wales) og Kroatia. Samtlige av de 14 landene som var med i rapporten hadde et overvåkingssystem for vannbårne utbrudd, basert på lover og forskrifter. Dataen som rapporten ble bygget på var hentet fra nasjonenes rapporter om årlige rapporterte utbrudd. Antall utbrudd og antall sykdomstilfeller forårsaket av utbruddene er illustrert i henholdsvis fig 3 og fig 4.

Tallene som hvert land presenterte i rapporten kan være misvisende i den forstand at det kan være underrapportering av antall utbrudd. Dette er påpekt både i rapporten fra ENHIS og Nasjonalt Folkehelseinstitutt i Norge (ENHIS, 2009) (folkehelseinstituttet, 2016). Se kap. 2.12.6 for mer om underrapportering.



FIGUR 3 ANDEL INNMELDTE VANNBÅRNE UTBRUDD I PERIODEN 2000 – 2007 (ENHIS, 2009)



FIGUR 4 ANTALL SYKDOMSTILFELLER FORÅRSAKET AV UTBRUDD (ENHIS, 2009)

I perioden ble det rapportert inn 354 utbrudd, som resulterte i 47.617 tilfeller av sykdom, der samtlige utbrudd var vannbårne. Bakterielle utbrudd med *Campylobacter*, *Aeromonas* spp og *Shigella sonnei* var det mest forekommende med totalt 163 (44,9%) av utbruddene og 33,3%

av sykdomstilfellene. Utbrudd av virus bestod av 136 utbrudd (37,5%) og 49,4% av sykdomstilfellene. 17 utbrudd (4,7%) og 9,9% av sykdomstilfellene var forårsaket av protozoer (som Giardia og Cryptosporidium). I 7,1% av sykdomstilfellene ble aldri kilden til sykdommen funnet.

2.13.2 Norden

I Norden er drikkevannet for det meste rensert i vannbehandlingsanlegg (enten kommunale eller private), med tilhørende distribusjonsnett. I tillegg er en betraktelig andel personer tilkoblet private brønner som kun forsyner en enkelt bolig, ofte er dette tilfellet for de som bor i landlige steder eller de som har hytter og sommerhus. I 2014 ble det utarbeidet en rapport som oppsummerte vannbårne utbrudd i Norden (Guzman-Herrador, et al., 2015). Rapporten oppsummerte alle innmeldte vannbårne utbrudd i perioden 1998 til 2012 (Norge, Finland og Danmark), og perioden 1998 til 2011 for Sverige.

Variabel	Danmark	Finland	Norge	Sverige
Vannverk	2.600 vannverk serverer > 98% av befolkningen: Ca. 2% er servert av små private vannverk (som private brønner). 2/3 av befolkningen er servert av < 100 store vannverk	156 store vannverk serverer > 79% av befolkningen. >700 middels store vannverk serverer > 9% av befolkningen.	1.594 vannverk serverer 4,34 mill personer, 88% av befolkningen: <ul style="list-style-type: none"> • 63% er kommunal • 2% er interkommunal • 35% er private Disse vannverkene serverer henholdsvis 71%, 24% og 5% av befolkningen.	1.750 vannverk serverer 84% av befolkningen. Ca. 1 mill (10% av befolkningen) personer er servert av private brønner i husholdninger, og ca. 1 mill personer er servert av private brønner i sommerhus og hytter.

TABELL 2 TABELLEN VISER DAT FRA 2010 I NORGE, 2012 I DANMARK OG FINLAND, OG 2014 I SVERIGE (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)

Land	Antall utbrudd	Utbrudd per år	Antall sykdomstilfeller knyttet til utbruddene	Befolkning i 2012
Danmark	4	0,27	660	5.426 millioner
Finland	59	3,9	22.594	5.421 millioner
Norge	53	3,5	10.483	5.033 millioner
Sverige	59	4,2	52.258	9.555 millioner

TABELL 3 OVERSIKT OVER INNMELDTE VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE, DANMARK OG FINLAND, 1988 - 2012. FOR SVERIGE, 1988 – 2011 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)

Fra tabell 3 ser vi at i Danmark var det kun 4 rapporterte vannbårne utbrudd i 15-års perioden, i Norge var det 53 i samme periode, og Sverige og Finland hadde 59 rapporterte vannbårne utbrudd. Det finnes dessverre ikke noe eksakt svar på hvorfor det er så stor forskjell på rapporterte utbrudd mellom Danmark og de andre nordiske landene, det er mange faktorer som kan spille inn. Men det som er viktig å vite er at tallene ikke viser det faktiske bildet på hvordan situasjonen er, dette er forklart innledningsvis i kap. 2.13. En faktor som kan spille inn er andelen private vannverk. En studie om vannbårne utbrudd i England og Wales fra 1992 til 2003 fant ut at tilfellene av utbrudd blant abonnenter tilknyttet private vannverk var opp til 35 ganger høyere enn blant abonnenter tilknyttet kommunale vannverk (1830 vs. 53 per million innbyggere) (Smith, et al., 2006).

Medvirkende faktor	Single husholdninger U(S)	Kommunale vannverk U(S)	Private vannverk U(S)	Andre/Ukjent U(S)	Totalt U(S)
Forurensing via kilden	29 (579)	21 (66.415) ¹	20 (949) ¹	12 (455)	82 (68.398)
Feil i vannbehandling		1 (4)	1 (Ukjent) ¹		2 (4)
Feil i distribusjonsnett		14 (7.832)		2 (24)	16 (7.856)
Forurensing via kilden + feil i vannbehandling	2 (55)	1 (1.700)			3 (1.755)
Forurensing i vannkilden + feil i distribusjonsnett	1 (16)	3 (2.549) ^a	4 (217)	1 (360)	9 (3.142)
Forurensing i vannkilden + feil i vannbehandlingen + feil i distribusjonsnett		1 (35)			1 (35)
Ukjent	26 (471)	18 (2.596)	12 (1.220)	6 (518)	62 (4.805)
Total	58 (1.121)	59 (81.131)	37 (2.386)	21 (1.357)	175 (85.995)

TABELL 4 MEDVIRKENDE FAKTORER TIL VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE, DANMARK OG FINLAND FRA 1988 – 2012. SVERIGE FRA 1988 – 2011 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)

1: DER VAR UTBRUDD MED ET UKJENT ANTALL SYKDOMSTILFELLER

U – UTBRUDD

S – SYKDOMSTILFELLER FORÅRSAKET AV UTBRUDDENE

A – KAN VÆRE FEIL I STATISTIKKEN DA DET I ETTERTID ER BLITT KONKLUDERT MED AT UTBRUDDET I RØROS I 2007 VAR FORÅRSAKET AV FORURENSING I KILDEN

Vannbårne utbrudd er relatert til type vannforsyningssystem. Studier har vist at det er mer sannsynlig at utbrudd oppstår i befolkninger tilknyttet private vannforsyningssystem enn i kommunale. Fra tabell 4 kan vi se at i Norden i perioden 1998 til 2012 ble det rapportert totalt 175 utbrudd, med tilhørende 85.995 sykdomstilfeller. 21 av utbruddene ble rapportert med ukjent/andre vannverk, vi står da igjen med 154 rapporterte utbrudd der vannverk var kjent med tilhørende 84 638 sykdomstilfeller. Av disse utbruddene var det 95/154 (61,7%) som oppstod i private vannverk og single husholdninger. 59/154 (38,3%) av utbruddene oppstod i kommunale vannverk. 3507 (4,1%) av sykdomstifellene ble rapportert med tilknytning til private vannverk og single husholdninger, 81131 (95,9%) av sykdomstifellene ble rapportert med tilknytning til kommunale vannverk. Grunnen til at private vannverk og single husholdninger står for flesteparten av utbruddene, men med kun 4,1% av sykdomstifellene, kan forklares med at slike vannverk forsyner ofte små samfunn eller en enkelt husholdning.

Sykdomstilfellene blir derfor relativt få i motsetning til kommunale anlegg som ofte forsyner større befolkningsgrupper (Kvitsand & Fiksdal, 2010).

Totalt 77 utbrudd ble rapportert med enten andre/ukjent vannverk, eller med ukjent medvirkende faktor. Av de vannbårne utbruddene som hadde kjent medvirkende faktor og kjent vannverk var 23/98 (23,5%) av utbruddene forårsaket av feil i distribusjonsnettet, hvorav 5 av disse utbruddene var i private vannverk og single husholdninger, 18 var i kommunale vannverk. Det kommunale distribusjonsnettet var da skyld i 78% av utbruddene assosiert med feil i distribusjonsnettet, og 18,4% av de 98 rapporterte utbruddene med kjent vannverk og medvirkende faktor i perioden, med tilhørende 10 416 sykdomstilfeller.

Mikrobiologiske patogener	Utbrudd (Sykdomstilfeller)	% av utbruddene	% av sykdomstilfellene
Caliciviridae	51 (14.025)	29,1 %	16,31 %
Campylobacter	36 (7.011)	20,6 %	8,15 %
Cryptosporidium	4 (47.028)	2,3 %	54,69 %
Escherichia coli	8 (81)	4,6 %	0,09 %
Giardia	5 (6.055)	2,9 %	7,04 %
Rotavirus	1 (140)	0,6 %	0,16 %
Salmonella	2 (58)	1,1 %	0,07 %
Shigella	1 (18)	0,6 %	0,02 %
Francisella tularensis	6 (45)	3,4 %	0,05 %
Flere mikroorganismer	9 (7.165)	5,1 %	8,33 %
Ukjent	52 (4.369)	29,7 %	5,08 %

TABELL 5 MIKROORGANISMER INVOLVERT I UTBRUDD (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)

Viruser fra Caliciviridae familien (for det meste Norovirus) og Campylobacter var de mest forekommende mikroorganismene i utbruddene, de stod for henholdsvis 29,1% og 20,6% av utbruddene. Et av de største utbruddene som ble rapportert i Norge, Røros i 2007 med 1500 sykdomstilfeller, var forårsaket av Campylobacter. Først ble det mistenkt at flere hendelser med vannverket kan ha ført til undertrykk i distribusjonsnettet og innsug av forurensingen som forårsaket utbruddet, men i ettertid ble det påvist en direkte kontakt med gravearbeider i forbindelse med etablering av en reservebrønn da deler av topplaget av finkornet sand ble fjernet. Dette kan ha ført til at forurensing fra fugler ble tilført produksjonsbrønnen som forsyner Røros med drikkevann. Flere svakheter i distribusjonsnettet ble oppdaget i etterforskningen, som førte til undertrykk i deler av nettet. Selv om distribusjonsnettet ikke hadde noen direkte påvirkning til utbruddet, ble det i rapporten påpekt viktigheten av et sikkert ledningsnett og bruken av klor når vedlikehold blir utført på vannforsyningssystemet (Jakopanec, et al., 2008) (Lund, 2017).

Cryptosporidium førte til få utbrudd men hadde flest sykdomstilfeller, hele 47028 (54,69%) av alle sykdomstilfeller. Denne parasitten var årsaken til et stort utbrudd i Skellefteå i Sverige

i 2011 som førte til rundt 20000 sykdomstilfeller. Det er det nest største rapporterte utbruddet i Sverige (Andersson, et al., 2014).

Giardia førte også til få utbrudd, men hadde mange sykdomstilfeller (6055, 7,04%). I 2004 var det et Giardia-utbrudd i Bergen som førte et estimert 6000 sykdomstilfeller. I dette utbruddet ble det konkludert med at lekkasje fra avløpsnett forurenset vannkilden, i kombinasjon med utilstrekkelig vannbehandling for inaktivering av parasittene, var den mest sannsynlige årsaken til utbruddet (Guzman-Herrador, et al., 2015) (Nygård, et al., 2006).

9 utbrudd involverte flere mikroorganismer. Det største utbruddet med flere mikroorganismer skjedde i den finske byen Nokia i 2007 med estimert 8453 sykdomstilfeller, da ble det påvist *Campylobacter jejuni*, Norovirus, Giardia og Salmonella i drikkevannet (Laine, et al., 2011).

Klassifisering	Antall utbrudd
Sterk	32
Sannsynligvis	51
Muligens	56
Ukjent	36

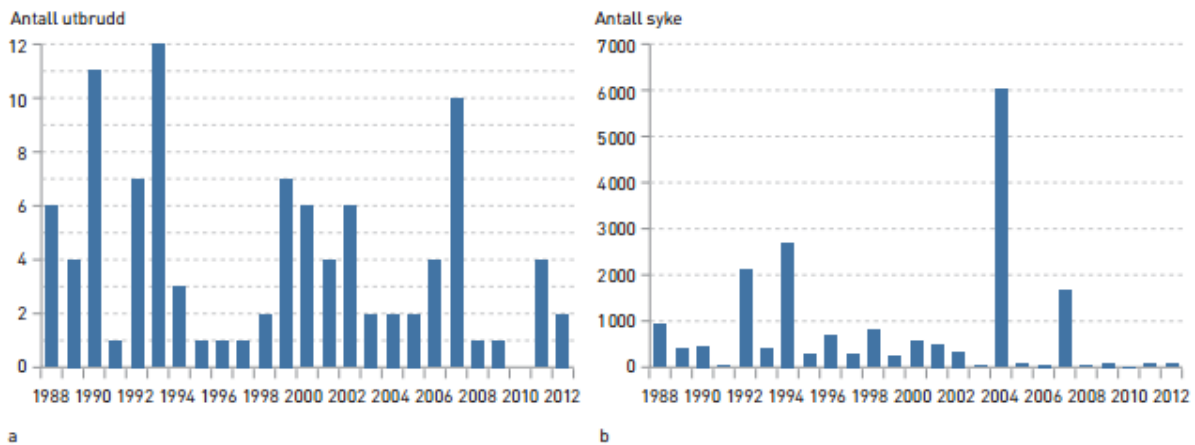
TABELL 6 VANNBÅRNE UTBRUDD OG KARAKTERISERING AV SANNSYNLIGHET I NORDEN, 1988 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2015)

Ofte er utbrudd vanskelig å identifisere med tanke på kilde og omfang. Derfor blir utbruddene klassifisert ut ifra hvilken sannsynlighet det er for at kilden til utbruddet er riktig. For de 175 vannbårne utbruddene i Norden, var det 32 som ble klassifisert som sterk, 51 som sannsynlig, 56 som muligens og 36 som ukjent. Danmark og Finland var de landene som hadde størst andel vannbårne utbrudd med klassifiseringen sterk. I de fleste utbruddene som ble rapportert var det fall i vannkvalitet, problemer med vannbehandling eller beskrivende epidemiologi som gjorde at utbruddene kunne være relatert til drikkevann. I et fåtall av utbruddene var et patogen identifisert i drikkevannet, eller en analytisk epidemiologisk studie bekreftet en relasjon til drikkevann, begge er alltid nødvendig for å kunne klassifisere et utbrudd som sterk (Guzman-Herrador, et al., 2015).

2.13.3 Norge

I 2005 innførte Folkehelseinstituttet, i samarbeid med Mattilsynet, et nettbasert system for utbruddsvarsling, Vesuv. Utbrudd i Norge er varslingspliktig i henhold til MSIS-forskriften (Guzman-Herrador, et al., 2016). Når et vannbåret utbrudd oppdages og rapporteres, så er rapporten delt inn i forskjellige seksjoner, en generell del og en beskrivende del. Den generelle delen forteller om omfang, sted, mikroorganismer, smitterute osv. Den beskrivende delen forteller om hvilken vannkilde det var, vannforsyning, vannbehandling, og mistenkte medvirkende faktorer (Guzman-Herrador, et al., 2015). I denne oppgaven har vi dessverre ikke klart å få tak i informasjon om den beskrivende delen, men det er forskjellige rapporter og studier som er utgitt som inneholder noe av denne typen data. Det er disse som vil danne grunnlaget for statistikkene i dette kapitlet.

I 2003 og 2016 ble det publisert oversikter over vannbårne utbrudd i Norge, henholdsvis i periodene 1988 – 2002 og 2003 – 2012 (Guzman-Herrador, et al., 2016) (Nygård, et al., 2003). Begge rapportene viste at det er behov for god beskyttelse av vannkilder, godt vedlikehold av vannbehandlingsanlegg og distribusjonssystemer. På figur 5 kan vi se en oppsummering av samtlige rapporterte utbrudd relatert til drikkevann, samt antall sykdomstilfeller.



FIGUR 5 A) ANTALL VANNBÅRNE UTBRUDD I NORGE I PERIODEN 1988 – 2012, B) ANTALL SYKDOMSTILFELLER FORÅRSAKET AV UTBRUDDENE (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016)

I 10-årsperioden fra 2003 til 2012 ble det rapportert 28 vannbårne utbrudd, med tilhørende 8060 sykdomstilfeller (Guzman-Herrador, et al., 2016). I 15-årsperioden fra 1988 til 2002 ble det rapportert 72 vannbårne utbrudd, med tilhørende 10616 sykdomstilfeller (Nygård, et al., 2003). Om man ser på begge periodene under ett, så er det årlig blitt varslet om utbrudd, med unntak av året 2010. Deler man statistikken fra 1988-2012 til femårsperioder, så er det rapportert færre utbrudd i den siste perioden (2008-2012) enn i tidligere perioder; 8 utbrudd mot 18-29 utbrudd. Den dårligste perioden var den eldste perioden (1988-1992), med 29 rapporterte utbrudd. Det er derimot vanskelig å fastslå noen trender mellom periodene, da det kan ha vært ulik grad av underreportering.

Medvirkende faktor	Single husholdninger U(S)	Kommunale vannverk U(S)	Private vannverk U(S)	Andre/Ukjent U(S)	Totalt U(S)
Forurensing via kilden	8 (165)	2 (7500)	2 (82)	3 (97)	15 (7844)
Feil i vannbehandling		1 (4)			1 (4)
Feil i distribusjonsnettet		3 (63)			3 (63)
Forurensing via kilden + feil i vannbehandling	1 (20)				1 (20)
Ukjent	3 (28)	3 (80)	2 (21)		8 (129)
Total	12 (213)	9 (7647)	4 (103)	3 (97)	28 (8060)

TABELL 7 VANNBÅRNE UTBRUDD FORDELT PÅ VANNVERK OG MEDVIRKENDE FAKTOR, 2003 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016)

Tabell 7 viser antall rapporterte vannbårne utbrudd i perioden 2003 – 2012 fordelt på ulike vannverk og medvirkende faktorer. Totalt 28 utbrudd ble rapportert med tilhørende 8060 sykdomstilfeller, der 3 av utbruddene ble rapportert med ukjent vannverk. Vi står da igjen med 25 utbrudd med tilhørende 7963 sykdomstilfeller der vannverk er kjent. 9 (36%) av disse utbruddene var relatert til kommunale vannverk, 16 (64%) av de var relatert til private vannverk og single husholdninger, med henholdsvis 7647 (95%) og 316 (4%) sykdomstilfeller. I perioden 1988 – 2002 ble det rapportert 72 vannbårne utbrudd, med tilhørende 10616 sykdomstilfeller (Nygård, et al., 2003). 22 av utbruddene oppstod i private vannforsyningssystem, 32 av utbruddene oppstod i kommunale vannforsyningssystem, og 18 utbrudd var rapportert med ukjent vannverk. Rapporten til Nygård inneholder dessverre ingen statistikk over hvor mange sykdomstilfeller det var for hvert av de ulike vannforsyningssystemene.

I tabell 7 ser vi at totalt 11 utbrudd ble rapportert i perioden 2003 - 2012 enten uten informasjon om vannverk, eller informasjon om medvirkende faktor. Av de utbruddene som hadde kjent vannverk og kjent medvirkende faktor var det 3 som oppstod på grunn av feil i det kommunale distribusjonsnettet, dette gir 17,6% av samtlige kjente rapporterte utbrudd i perioden. Dette samsvarer med statistikken over Norden (kap. 2.13.2), der 18,4% av utbruddene, med kjent vannverk og årsak, var på grunn av feil i det kommunale distribusjonsnettet. Det kommunale distribusjonsnettet i Norge førte til 63 sykdomstilfeller, som tilsvarer 0,8% av sykdomstilfellene med kjente utbrudd. Dette samsvarer ikke med statistikken over Norden (kap. 2.13.2), der 12,9% av sykdomstilfellene skyldtes det kommunale distribusjonsnettet. Det er vanskelig å finne den eksakte grunnen for hvorfor statistikkene er så forskjellige. I perioden 1988 – 2002 forårsaket feil i distribusjonsnettet til totalt 5 rapporterte utbrudd, som tilsvarer 9% av de 54 rapporterte utbruddene med kjent vannverk og årsak i perioden, men det lot seg ikke gjøre å finne data på om det var privat eller kommunalt ledningsnett, eller antall sykdomstilfeller, utbruddene førte til (Nygård, et al., 2003). Ut ifra de utbruddsstatistikken vi har for Norge, så kan man anta at distribusjonsnettet i Norge er et økende problem med tanke på forurensing av drikkevannet, selv om antall

sykdomstilfeller som er rapportert ikke er mange i forhold til Norden forøvrig. Avhengig av hvor forurensingen skjer i ledningsnett, kan det ha mye å si på antall sykdomstilfeller det medfører.

Mikrobiologiske patogener	Utbrudd (Sykdomstilfeller)	% av utbruddene	% av sykdomstilfellene
Norovirus	20 (6757)	20 %	36,18 %
Campylobacter	24 (3466)	24 %	18,56 %
Francisella tularensis	6 (45)	6 %	0,24 %
Escherichia coli	3 (43)	3 %	0,23 %
Giardia	2 (6013)	2 %	32,20 %
Cryptosporidium	1 (28)	1 %	0,15 %
Salmonella	4 (68)	4 %	0,36 %
Hepatitt A	1 (9)	1 %	0,05 %
Shigella	1 (2)	1 %	0,01 %
Flere mikroorganismer	2 (33)	2 %	0,18 %
Ukjent	36 (2212)	36 %	11,84 %
Totalt	100 (18676)		

TABELL 8 ANTALL VANNBÅRNE UTBRUDD FORDELT PÅ MIKROBIOLOGISKE PATOGENER MED TILHØRENDE SYKDOMSTILFELLER, 1988 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016) (NYGÅRD, ET AL., 2003)

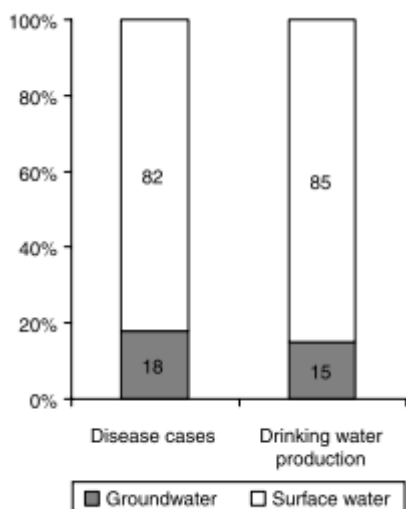
Tabell 8 viser antall rapporterte vannbårne utbrudd med tilhørende sykdomstilfeller fordelt på mikroorganismer i perioden 1988 – 2012. Norovirus og Campylobacter var de mest forekommende mikroorganismene, med henholdsvis 20 og 24 utbrudd. Norovirus førte til 6757 (36,18%) sykdomstilfeller, mens Campylobacter stod for 3466 (18,56%) sykdomstilfeller. Giradia førte til få utbrudd, 2 utbrudd, men den førte til 6013 sykdomstilfeller, noe som tilsvarer 32,2 % av samtlige sykdomstilfeller i perioden. I perioden 1988 – 2002 ble ikke Giardia påvist i noen av utbruddene, men Giardia-utbruddet i Bergen i 2004 førte til estimerte 6000 sykdomstilfeller, samt et mindre utbrudd i 2007 førte til 13 sykdomstilfeller. I 36 utbrudd var det ukjent agens, 3 av de ble rapportert i perioden 2003 – 2012, mens 33 av de ble rapportert i perioden 1988 – 2002.

Klassifisering	Antall utbrudd
Sterk	4
Sannsynligvis	8
Muligens	16

TABELL 9 VANNBÅRNE UTBRUDD OG KARAKTERISERING AV SANNSYNLIGHET I NORGE, 2003 – 2012 (GUZMAN-HERRADOR, ET AL., 2016)

Som nevnt i kap. 2.13.2 så blir utbrudd klassifisert ut ifra hvilken sannsynlighet det er for at kilden til utbruddet er riktig. For de 28 vannbårne utbruddene i Norge, var det 4 som ble klassifisert som sterk, 8 som sannsynlig, og 16 som muligens. Andelen utbrudd med sterkt bevisgrunnlag var høyere jo større utbruddet var (Guzman-Herrador, et al., 2016).

Vannbårne utbrudd er relatert til type vannforsyningssystem. Studier har vist at det er mer sannsynlig at et utbrudd oppstår i befolkninger knyttet til private vannforsyningssystem enn i kommunale. Som vist i kap.2.13.2 så var andelen vannbårne utbrudd relatert til private vannverk og single husholdninger 95/154, som gir 61,7% av totalt antall vannbårne utbrudd, mot 59/154 (38,3%) utbrudd i kommunale vannverk. En studie om vannbårne utbrudd i England og Wales fra 1992 til 2003 fant ut at tilfellene av utbrudd blant abonnenter tilknyttet



FIGUR 6 UTBRUDD FORÅRSAKTE AV FEIL I DISTRIBUTJONSNETTET FORDELT PÅ GRUNNVANNSKILDE OG OVERFLATEKILDE I PERIODEN 1984 – 2007 (KVITSAND & FIKSDAL, 2010)

private vannverk var opp til 35 ganger høyere enn blant abonnenter tilknyttet kommunale vannverk (1830 vs. 53 per million innbyggere) (Smith, et al., 2006). I Norge i perioden 2003 – 2012 var 16/23 utbrudd relatert til private vannverk og single husholdninger, noe som tilsvarer 63% av totalt antall vannbårne utbrudd med kjent vannverk. Kommunale vannverk stod for 9/23 utbrudd, som tilsvarer 37% av totalt antall vannbårne utbrudd med kjent vannverk. Det var derimot færre sykdomstilfeller relatert til private vannverk og single husholdninger enn kommunale vannverk, med henholdsvis 316 og 7647 sykdomstilfeller. En studie av Kvitsand som tok for seg vannbårne utbrudd i Norge i perioden 1984 – 2007, med vekt på grunnvannskilder, viste at andelen utbrudd i grunnvannskilder vs overflatekilder med hensyn på feil i distribusjonsnettene korresponderte med andelen produsert vann for hver av dem (Kvitsand & Fiksdal, 2010)(Fig 6). Det er derfor tatt utgangspunkt i at det er irrelevant om at et vannbårent utbrudd forårsaket av distribusjonsnettene er fra en grunnvannskilde eller en overflatekilde.

Ut ifra data vi nå har hentet fra de ulike studiene og rapportene angående vannbårne utbrudd kan vi estimere forekomsten av utbrudd fra kommunale vannverk og distribusjonsnett ved hjelp av tidligere studier. Sporadisk spredning av patogener og mindre utbrudd gjennom drikkevann er vanskelig å oppdage og beregne omfanget av som nevnt innledningsvis i kap. 2.13, og det er kun et fåtall studier i verden som har handlet om dette. Ved å sette inn filter som fjerner mikroorganismer i husholdningenes tappekraner, har man fått svært varierende resultater, avhengig av hvor og når studiene er utført: fra mindre enn 5 prosent eller at opptil

40 prosent av magesyketilfellene som forekom, kan skyldes inntak av drikkevann ((Payment, et al., 1997) (Hellard, et al., 2001), referert i (Westrell, 2004)).

En undersøkelse i Ale kommune i Sverige utført i 2013 fant ut ved hjelp av spørreundersøkelser at hver enkelt person i gjennomsnitt opplevde magesyke 0,64 ganger i året (års indeks). Med akutt gastroenteritt (AGE), som er en strengere definisjon av magesyke, krever diaré minste tre ganger i løpet av det døgn, eller at man har kastet opp en gang i løpet av sykdomsperioden. Med denne definisjonen av magesyke var årsindeksen for AGE 0,27 (VISK, mars 2013). Så avhengig av hvordan man definerer magesyke, kan man få forskjellige antall sykdomstilfeller. Den samme undersøkelsen foretok en estimering av antall magesyketilfeller relatert til drikkevannet i Norge ved å bruke gjennomsnittsverdien av de studiene som er gjort. Beregningen viste at avhengig av hvordan man definerer magesyke, kan det være mellom 50 000 og 700 000 personer som rammes av magesyke gjennom drikkevannet hvert år. Det er altså stor usikkerhet i tallene.

	Folkemengde
2004	4 577 457
2005	4 606 363
2006	4 640 219
2007	4 681 134
2008	4 737 171
2009	4 799 252
2010	4 858 199
2011	4 920 305
2012	4 985 870
2013	5 051 275

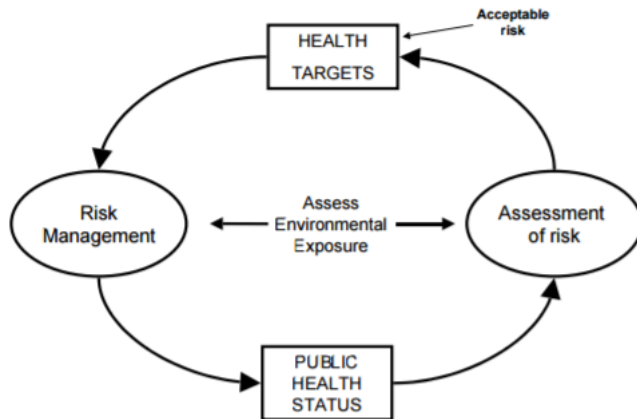
TABELL 10 BEFOLKNING I NORGE FORDELT PÅ ÅR, PR 1. JANUAR. KILDE: STATISTISK SENTRALBYRÅ (SSB)

På grunn av de usikre tallene, er det estimert på en annen måte i denne oppgaven. I perioden 2003 – 2012 var det totalt 8060 rapporterte sykdomstilfeller i Norge relatert til drikkevann. I tabell 10 illustreres befolkningstallet i hvert enkelt år i samme periode. Fra tabellen finner man at den gjennomsnittlige befolkningen i Norge mellom 2003 og 2012 var på 4 785 725. Sammen med de rapporterte sykdomstilfellene og den gjennomsnittlige befolkningen i samme periode kan vi finne ut forekomsten av sykdomstilfeller i Norge relatert til drikkevann, men den tar ikke for seg underrapporteringen i statistikken, som er beskrevet i kap. 2.13. For å kunne få med andelen underrapportering er det tatt utgangspunkt i at 40% sykdomsutbrudd fra vannbåren smitte ikke er blitt oppdaget og rapportert, dette gir at forekomsten av sykdomstilfeller i Norge relatert til drikkevann er 2357,8 per million innbyggere i en 10-års periode. Per år vil dette tallet bli 235,8 per millionte innbygger. I kap. 2.2 er det fortalt om WHO's mål om at kun 1 av 10 000 personer smittes av drikkevannet hvert år, Norge er et stykke unna, da det i perioden 2003 – 2012 var 2,35 av 10 000 personer som ble smittet hvert år i gjennomsnitt. Kap. 2.13 viste at i 0,8% av de innrapporterte utbruddene, så var det kommunale ledningsnettets hovedårsaken. Dette gir at forekomsten av vannbårne sykdomstilfeller relatert til distribusjonsnett vil være 18,9 per millionte innbygger pr. år.

I perioden 1988 – 2016 har det ikke vært rapportert om noe vannbårent utbrudd i Ålesund Kommune (Guzman-Herrador, 2017). For perioden før 1988 var det dessverre ikke mulig å finne noen data for vannbårne utbrudd i Ålesund Kommune.

2.14 Kvantitativ Mikrobiell Risikoanalyse (QMRA)

Kvantitativ Mikrobiell Risikoanalyse (QMRA) er en analysemetode for å fastslå sannsynligheten for infeksjon og sykdom forårsaket av forurensning på distribusjonsnettet for blant annet vann. Data og informasjon om ledningsnett, vannbehandling og trykk, samt matematiske formler bidrar til å synliggjøre farene ved forurensning.



FIGUR 7. SAFE WATER FRAMEWORK (FEWTRELL & BERTRAM, 2001. I WATER QUALITY GUIDELINES, STANDARDS AND HEALTH (WHO). IWA PUBLISHING) (MEDEMA & ASHBOLT, 2006)

Det er fire hovedpunkter i en QMRA-analyse. Disse er:

1. Identifisere forurensningsfaren (Hazard identification):
 - Kartlegging av mulige bakterier, virus og protozoa i vannforsyningen, samt hvilke sykdommer og symptomer disse gir
2. Eksponeringsanalyse (Exposure assessment):
 - En kvantitativ analyse av sannsynligheten for at forbrukerne skal få i seg bakterier gjennom drikkevannet
3. Sannsynlighet for sykdom, i forhold til mengde bakterier (Dose response):
 - En matematisk beregning for å finne forholdet mellom mengde bakterier og graden av sykdom og smitte
4. Risikobeskrivelse (Risk characterisation):
 - Resultatene fra «Exposure assessment» og «Dose response» integreres for å estimere omfanget av risikoen.
 - Monte Carlo simulering

2.14.1 Identifiseringsfasen

(Hazard Identification) består av å kartlegge de patogene bakteriene som utgjør en trussel for mennesker. Dette kan være patogene mikroorganismer som smitter via luftveiene, eller gastrointestinalt, som er gjennom mage og tarm. I forhold til oppgaven som omhandler vann, og forurensing via ledningsnett, er gastrointestinale patogener meste relevant og det vi kommer til å fokusere på. Det er viktig å se på de patogener og organismer som er relevant for oppgaven og det området oppgaven fokuserer på. Spekteret for vannbårne patogener er stort, og er representert i forskjellige grupper. Disse gruppene er: Bakterier, Virus, Protozoa og Helminths (Westrell, 2004).

Analyser og forskning i laboratorium er ofte nødvendig. Det er ikke alltid nok og bare se på den mest interessant og relevante trusselen som patogenene kan utgjøre. Ofte kan det være at det ikke foreligger noen modell for «dose-respons», og da må man bruke andre patogener som er sammenlignbare (Rose, 2013).

2.14.2 Eksponeringsfasen

(Exposure Assessment) er en kvantitativ tilnærming av sannsynligheten for at forbrukerne får i seg bakterier fra drikkevannet. Eksponeringen beregnes ut fra mengden patogener som man får i seg gjennom drikkevannet. Den forsøker også å avgjøre varigheten, hyppigheten og hvor stort omfanget av den patogene eksponeringen er. Analysen kan deles inn i to deler. 1) Evaluering av veien som leder mikroorganismene fra forurensningskilden til kontakt med mennesker, og 2) estimere hvor mye forurensning mennesker kan utsettes for (Shibata, 2015).

For å kunne analysere og evaluere dette er det viktig å vite kvaliteten på råvannet, resultatet etter renseprosessen, hvordan vannet lagres i bassenger på renseanlegget og høydebassenger ute på nettet, samt tilstanden og standarden på ledningsnett fra renseanlegget og ut til abonnentene.

En eksponeringsanalyse vil alltid inneholde usikkerhet, og man må ta med variabler i regnestykket i forhold til den tid mengden vann og konsentrasjonen av bakterier blir inntatt (WHO, 2017).

2.14.3 Sannsynlighet for sykdom i forhold til mengde bakterier

(Dose Response) er en kvantitativ målestokk for å måle risiko. Den sammenligner mengden patogene bakterier, med hvordan det eksponerte individet reagerer. En matematisk sammenheng mellom mengde/dose og sannsynligheten for infeksjon og sykdom, er hovedmålet. Det grunnleggende i en «Dose Response» er den matematiske modellen. Dette er matematiske funksjoner som beskriver forholdet dosering av mengde og reaksjon mellom de forskjellige patogenene.

$$p = 1 - \exp(-kd)$$

$$p = 1 - \left[1 + \frac{d(2^{1/\alpha} - 1)}{N_{50}} \right]^{-\alpha}$$

FORMEL 1. EXPONENTIAL MODEL

FORMEL 2. BETA-POISSON MODEL

Sannsynligheten for at patogenene skal føre til infeksjon eller sykdom, avanserer i takt med at mengden patogener øker. Det er to typer modeller for å beregne «Dose Response», 1) Exponential modell og 2) Beta- Poisson modell (Westrell, 2004) (Haas, 2013).

En optimalisert modell for beregning av mengde reaksjon gir større fleksibilitet og et bredere spekter for å forstå risikoen. Modellen kan hjelpe med å beskrive og forstå hele spekteret, og sannsynligheten for en reaksjon og respons. Dette også ved små doser (Haas, 2013).

2.14.4 Risikobeskrivelse

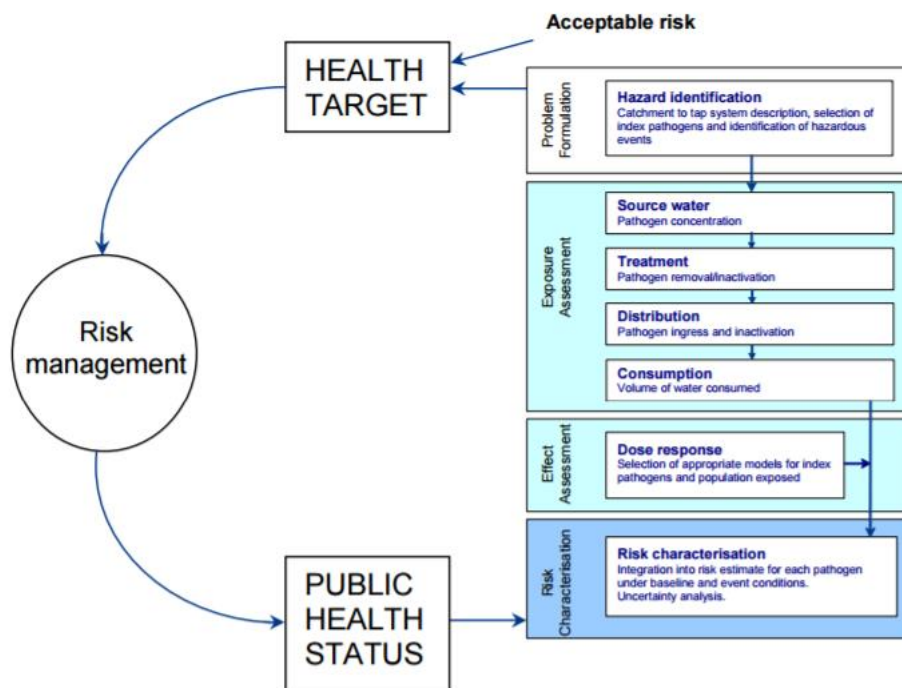
(Risk Characterisation): I en risikobeskrivelse integreres informasjonen fra eksponeringsanalysen og «Dose response» for å estimere hvor stor sannsynligheten/ risikoen for skade og sykdom er.

Risikobeskrivelse strekker seg fra enkle punkttestimat, hvor man setter en gitt dose/mengde inn i en dose respons funksjon, til litt mer avanserte metoder hvor man tar med variabler og usikkerheter inn i funksjonen. De avanserte metodene kalles for «sannsynlig risiko evaluering» (Gurian, 2015). Dette kan være, og er ofte, en Monte Carlo analyse. Denne metoden gir viktig informasjon om både det man vet, og som er sikkert, i tillegg til det som er usikkert og varierer. Analysen gir retningslinjer i forhold til valg, og det som er det beste valget for mest effektivt å kunne minimere og redusere risikoen i en risikoanalyse (Medema & Ashbolt, 2006).

En vanlig og grunnleggende prosedyre for gjennomføring av Monte Carlo analyse er ifølge Christopher Z. Mooney (Mooney, 1997):

1. Spesifisere og definere populasjon, og de forskjellige sannsynlige scenarioene som kan inntreffe, på en slik måte at det er mulig å generere eksempler. Med dette menes vanligvis å utvikle en dataalgoritme som kan frembringe den informasjonen man trenger.
2. Eksempler fra populasjonen, eller scenarioene, som reflekterer de situasjonene som er av interesse i statistikken.
3. Beregne $\hat{\theta}$ i det definerte eksempelet og sette det inn i en vektor, $\hat{\theta}$.
4. Repeter punkt 2. og 3. t-antall ganger, hvor t er antall forsøk.
5. Konstruere en oversikt over frekvens fordelingen, som gir resultater med verdi $\hat{\theta}_t$, som er estimatet i Monte Carlo av fordelingsseksemplene av $\hat{\theta}$ under forhold som er spesifisert av populasjonen, eller de forskjellige scenarioene som kan inntreffe, og prosedyrene i eksempelet.

Monte Carlo i seg selv er et forholdsvis enkelt konsept og oppfatningen av eksempelfordeling kommer relativt naturlig. De kompliserte og vanskelige aspektene i simuleringen er a) å lage og skrive datakodene/algoritmene for å simulere de ønskede forholdene, og b) tolke og forstå de estimeringen som eksemplene gir (Mooney, 1997).



FIGUR 8 STEGENE I QMRA I SAFE WATER FRAMEWORK (MEDEMA & ASHBOLT, 2006)

Informasjonen en QMRA-analyse gir kan brukes for å optimalisere en allerede eksisterende prosess, eller bestemme hvordan en ny prosess blir brukt mest effektivt. Monte Carlo simulering tar for seg alle mulige utfall, og sannsynligheten for at de vil inntreffe

Et viktig spørsmål som QMRA kan bidra til å finne svar på er: «Tilfredsstillers forsyningsystemet for drikkevann de mål man ønsker å nå i henhold til helse og sikkerhet?».

Opgaven vår er å analysere ledningsnettene i Ålesund Kommune, fra vannbehandlingsanlegget og ledningsnettene, og ut til abonnentene. En QMRA-analyse vil derfor kunne bidra til å avdekke hvor store trusler forurensing på ledningsnettene utgjør, og hvilke konsekvenser dette kan få for forbrukerne av drikkevannet.

2.15 Kort historikk om drikkevann i Ålesund

Fram til 1860-tallet fantes det ikke noe vannverk i Ålesund. Det var seks kommunale brønner, tre på hver side av sundet, i tillegg til enkelte private brønner. Det beste vannet kom likevel fra bekkene og oppkommene i kommunen. I 1864 ble byens første vannverk anlagt, og det ble godkjent i 1865. Det nederste bassenget på Aksla, øverst i Vannspringdalen, ble opparbeidet som vannkilde, og vannet ble ført ned til bebyggelsen gjennom støpejernsrør. De påfølgende årene ble det bygd flere basseng på Aksla for å sikre nok vann til befolkningen, men likevel var ikke dette nok (Ålesund, 2014).

Det har vært stadig utvikling i forsyningen av drikkevann til befolkningen i Ålesund. Flere vann på Emblemsfjellet er blitt brukt som kilde. Det var til tider problemer med å forsyne byens befolkning med nok vann, helt fram til 1979 da Brusdalsvannet ble tatt i bruk med nytt vannverk.

Støpejernsrør har helt siden slutten av 1800-tallet vært mye brukt på det kommunale nettet. I tiden før det ble gjennomborede tømmerstokker mye brukt. Og i nyere tid er forskjellige typer plastrør blitt det vanlige (Ålesund, 2014).

2.16 Vanddistribusjon

Distribusjonsnettets til Ålesund kommune består hovedsakelig av overføringsledninger, høydebassenger, trykkreduksjonsventiler, trykkøkning / pumpestasjoner og fordelingsnett.

I 2012 var det 315 km med kommunale vannledninger i kommunen. Det var også 2 høydebasseng, 16 trykkøkingsstasjoner, 12 trykkreduksjonsanlegg, 7 trykksoner, 22 målestasjoner, 320 brannkummer, 552 hydranter og 5500 kummer for vann og felleskummer.



FIGUR 9 EKSEMPEL PÅ FELLESKUM

Bildet illustrer et fellessystem, hvor spillvann og overvann kommer ut fra de to ledningene til venstre. Lengre ned i kummen kommer drikkevannsledningen opp.

Drikkevannsledningene ligger oftest i samme grøft som spillvanns- og overvannsledningene hvis det er separatsystem, eller fellesledningene hvis det er fellessystem. Det har da i enkelte tilfeller vært naturlig å føre forskjellige typer ledninger gjennom samme kum. Dette er en lite heldig løsning ettersom dette øker forurensningsfaren ved eventuelle lekkasjer.

2.17 Ledningsnett

2.17.1 Dagens situasjon

Det er totalt 1600 vannverk i Norge. Rundt 85 % eller 4,4 millioner av innbyggerne er tilknyttet det kommunale VA-anlegg. Det er ca. 43 000 km vannledningsnett i Norge, noe som er lengre enn lengden av ekvator. I tillegg kommer det stikkledningene med ca. 90 000 km. Gjennomsnittsalderen for det kommunale vannledningsnettet i Norge er på 34 år. Den høyest registrerte gjennomsnittsalderen for vannledningsnett i en kommune i Norge er 60 år (Rostad, 29.08.16).

100 % av vannet som leveres er hygienisk trygt over hele landet. Vannbehandlingen er imidlertid noen steder mangelfull, det vil si at vannkvaliteten er sårbar overfor forurensning fra mennesker og dyr. En del vannverk, spesielt de små, tilfredsstillende ikke drikkevannsforskriftens krav om minst to hygieniske barrierer (mot bakterier, virus og parasitter). Mange kommuner har problemer med kvaliteten på ledningsnettet i form av lekkasjer. Lekkasjeprosenten varierer svært mye: Noen vannverk har under 10 % lekkasje, mens andre har over 60 %. Gjennomsnittlig lekkasje i norsk vannforsyning er 32 %, noe som er veldig høyt sammenlignet med andre europeiske land som har helt ned mot 8 %. Lekkasjer forekommer både i det kommunale ledningsnettet og i de private stikkledningene til huseiere. Ettersom man mange steder har overskudd av vann har ikke lekkasjene hittil blitt vurdert som kritiske ut fra et vannressurssynspunkt. De representerer imidlertid en betydelig belastning på økonomi og miljø.



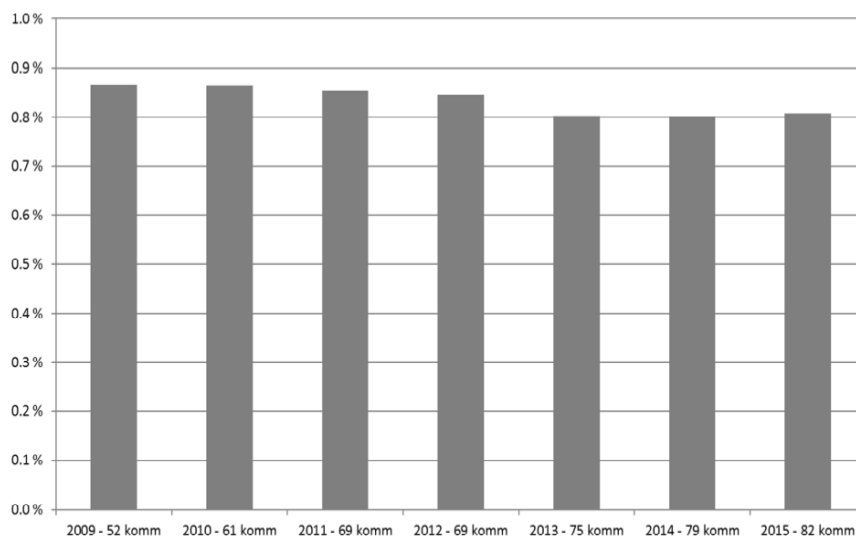
FIGUR 10 ÅLESUND VANNVERK

Klimaendringer representerer en stor utfordring for

vannforsyningen. Mer ekstrem nedbør gir større avrenning og mer forurenset råvann. Dette øker behovet for å sikre kildene, som i Norge i stor grad er overflatevann. Mer nedbør kan også føre til større risiko for brudd på ledningsnettet, særlig ved flomsituasjoner, med tilhørende fare for at forurensninger kommer inn i nettet. Utskiftingstakten av ledningsnettet er for de fleste kommunene for lav. Ettersom lepet gir høye lekkasjetall samt fare for forurensning av drikkevannet ved trykkløst nett. Med dagens utskiftingstakt vil det ta over 50 år før vi oppnår tilfredsstillende standard på ledningsnettet. I tillegg til nødvendig oppgradering av anlegg ut fra dagens situasjon vil også økt befolkning og sentralisering føre til behov for nye anlegg (RIF Rådgivende Ingeniørers Forening, 2015).

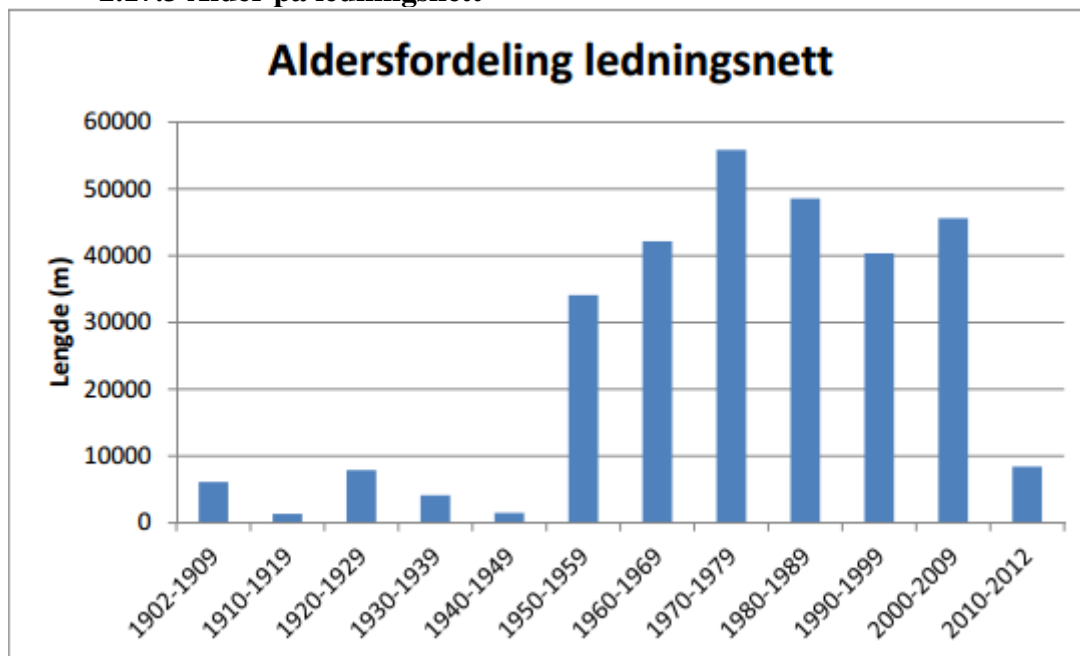
2.17.2 Rørfornyning

Til tross for problemet med stort vanntap er ledningsfornyelsen fortsatt for lav. Gjennomsnittlig ledningsfornyelse i 2015 var 0,82 %, mot 0,89 % i 2014. Figur 11 viser samlet gjennomsnittlig ledningsfornyelse siste tre år for perioden 2009-2015. Gjennomsnittlig fornyelse siste tre år i bedreVANN kommunene var på 0,81 %. Gjennomsnittet for alle kommunene i Norge var iht. KOSTRA bare 0,64 %. Innsatsen i bedreVANN kommunene er derfor vesentlig bedre enn i de øvrige kommunene i landet.



FIGUR 11 SAMLET GJENNOMSNIITTLIG LEDNINGSFORNYELSE SISTE TRE ÅR I % AV ANTALL METER I KOMMUNEN FOR PERIODEN 2009 - 2015

2.17.3 Alder på ledningsnett



FIGUR 12 ALDERSFORDELING LEDNINGSNETT FOR ÅLESUND KOMMUNE

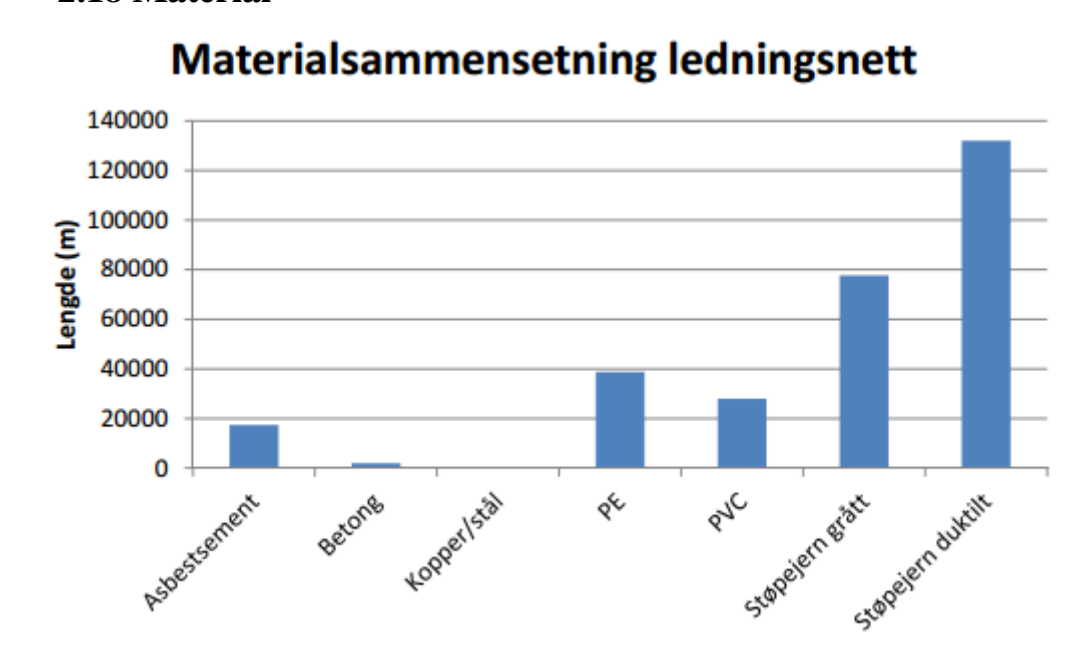
En del av ledningsnettets har ukjent alder og er ikke med i figur 12 over.

I Ålesund kommune ligger rørene for det meste i veier. De eldste rørene som fortsatt er i bruk i dag ligger i sentrums gater.

Nytt fordelingsnett blir hovedsakelig bygd ut i privat regi, og senere overtatt av kommunen gjennom utbyggingsavtaler.

De siste årene fram til 2014 har kommunen i gjennomsnitt skiftet ut 1 km av ledningsnettets i året.

2.18 Material



FIGUR 13 MATERIALSAMMENSETNING LEDNINGSNETT FOR ÅLESUND KOMMUNE

En del av ledningsnettets har ukjent materialtype og er ikke med i figur 13.

Støpejernsledninger utgjør den største andelen av ledningsmaterialet i ledningsnettets til Ålesund kommune. Det er fremdeles ca. 17,5 km asbestsementrør som på grunn av materialbruk og tilstand snarest mulig bør skiftes. Plastledninger er blitt mer vanlig de siste tiårene.

2.19 Lekkasje på ledningsnett – innsug

Lekkasjene utgjør differansen mellom totalforbruket og summen av husholdnings-, offentlig- og industriforbruket. Totalforbruket er den mengde som leveres fra vannbehandlingsanlegget. Lekkasjeandelen var i 2014 beregnet til ca. 40 prosent. Fra SSB har lekkasjeandelen i Ålesund Kommune vært på 37% fra 2011 til 2016 (Statistisk sentralbyrå, 2016).

For å redusere lekkasjenivået må trykket i nettet reduseres. Dette er et arbeid som har pågått og som fortsetter. Kontinuerlig lekkasjesøking og utbedring av lekkasjer, både på hovedledninger og stikkledninger, er viktig. Ålesund kommune har etablert et system for lekkasjekontroll. Nyten av dette blir god etter hvert som data blir kvalitetssikret.

Vann- og avløpsledninger ligger ofte i samme grøft, og lekkasje på spillvannsledning kan føre til forurensning av drikkevannet i gitte situasjoner. Dersom spillvann kommer inn i drikkevannsnett, er det stor fare for sykdomsfremkallende mikroorganismer i drikkevannet. Slike innsug kan blant annet skyldes undertrykk i vannledningen på grunn av brudd, for store kortvarige uttappinger eller tilbakeslagsventiler som ikke virker. Det kan også være mangelfulle rutiner under utførelse av arbeid på ledningsnett. Innsug kan også skje i kummer og utette brannventiler.

2.19.1 Overføringsledninger

Ålesund kommune mener selv det er behov for å etablere en ny hovedforsyningsledning på strekningen fra vannbehandlingsanlegget til hovedpumpestasjonen nede ved Brusdalsvatnet. I dag blir den ene pumpeledningen mellom pumpestasjonen og vannbehandlingsanlegget benyttet som nedføringsledning for rentvann i tillegg til hovednedføringsledningen som følger tilkomstvegen til vannbehandlingsanlegget. Vi vil da få to separate og uavhengige rentvannsledninger ut fra vannbehandlingsanlegget, uten å benytte den ene pumpeledningen for råvann som rentvannsledning.

Det er også behov for å etablere nye overføringsledninger til sentrum. Det er i dag tidvis dårlig kapasitet på ledningsnett til sentrum (Nørvasundet og vestover). I perioder kan dette gi problemer med å fylle bassengene på Aksla. Det er spesielt om vinteren forbruket har vært særlig høyt blant annet på grunn av frost tapping. Det er også flere større abonnenter som har et høyt forbruk, samt at levering av vann til Giske kommune har økt. Giske kommune blir forsynt via ledningsnett i sentrum.

I området Blindheim – Flisnes ser en at overføringen bør sikres bedre. Alternativene her er å supplere med en ny og parallell ledning for både å øke sikkerheten og kapasiteten, eller å etablere permanent forsyning fra et eventuelt nytt rensanlegg i tilknytning til reservevannforsyningen fra Røssevollvatnet. Dette vil øke sikkerheten ved brudd på den ene ledningen.

Før en bestemmer seg for hvilke nye overføringsledninger som bør etableres, er det nødvendig å gjennomføre en god nettanalyse ved bruk av den digitale nettmødel som er etablert.

Tilstanden for de store overføringsledningene er i hovedsak god, men den må i større grad verifiseres gjennom nye metoder for tilstandsregistrering.

2.19.2 Høydebasseng

Høydebasseng har den hovedfunksjonen at de skal medvirke til en utjevning av timeforbruket over et døgn, være sikkerhetsreserve ved ledningsbrudd og være brannreserve. Det er ingen eksakte dimensjoneringskrav, men det å ha et høydebassengvolum tilsvarende ett middeldøgns forbruk anses å være dekkende.

Kommunen har to høydebasseng for døgnutjevning i drift inne i fjellet på Aksla på til sammen 17 000 m³ og ett på 13 000 m³ inne i fjellet ved vannbehandlingsanlegget i Vasstranda. Høydebassengene er av god kvalitet, og det er høy sikkerhet siden de ligger inne i utsprengte fjellhaller. De til sammen 30 000 m³ er akkurat det volumet som tilsvarer ett middeldøgns forbruk.

2.19.3 Modellering/nettanalyse

VAR-virksomheten i Ålesund kommune benytter EPANET for modellering av ledningsnett. VAR-virksomheten bruker programvaren Gemini VA for å ha oversikt over VA-anleggene i kommunen. Det digitale ledningskartverket brukes både internt og overfor kommunens innbyggere. Foruten å ha oversikt over ledningstraseer, anleggsalder og tekniske rørddata, kan det benyttes som driftsplanleggingsverktøy. Ulike avvikssituasjoner (f.eks. brudd) som krever utrykninger loggføres i en egen driftsdagbok og kan senere brukes statistisk eller i helhetlig planlegging/prioritering av utbedringsprosjekter. Klager på vannkvalitet eller andre kundemeldinger kan i dag meldes i en web-basert løsning. Det er manglende rapportering av driftsdata til Gemini i dag, og slike rutiner må forbedres (Ålesund, 2014).

Det er etablert sentral driftsovervåking (SD-anlegg) i samarbeid med Sula kommune. Dette omfatter overvåking av vannbehandlingsanlegg, trykkøkningsstasjoner, vannmålere m.m.

2.20 Ledningsnett på Hessa

Ledningene på Hessa består av SJK, SJG, AAS, PVC, PP, PE SDR11, PVC SDR21

Dette er da duktilt støpejern, grått støpejern, asbest-sement, Polyvinylklorid, Polypropylen, Polyetylen høy densitet, Polyetylen lav densitet.

En stor del av ledningene er lagt på 1960- og 70-tallet, men det er også en god del lagt på 2000-tallet, ute på Hessa.

Materiale:	Lengde (m):	Prosent:
AAS, Asbest - sement	4164	10.54 %
BMU, Betong trykkrør armert	236,3	0.60 %
BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	1691	4.28 %
PE, Polyet. Usepes	2455	6.21 %
PEH, Polyet. Høy dens	2227	5.64 %
PEL, Plyet. Lav dens	303,4	0.77 %
PPP, Polypropylen	44,29	0.11 %
PVC, Polyvinylklorid	3151	7.98 %
SJG, Støpejern grått	8632	21.85 %
SJK, Støpejern duktilt	16599	42.02 %

TABELL 11 OVERSIKT OVER MATERIALER I LEDNINGSNETTET, ÅLESUND

2.21 Korrosivt vann og korrosjon

Med korrosivt vann menes vann som virker tærende på ledningsnett, armatur og andre installasjoner, noe som kan føre til både helsemessige og bruksmessige problemer. Korrosjon skyldes et sammensatt forhold mellom pH-verdi, oksygeninnhold, karbondioksidinnhold, alkalitet, hardhet, saltinnhold og temperatur. I oksygenrikt vann øker vannets aggressivitet med synkende pH-verdi, og for mange metaller også med avtakende alkalitet. Også andre parametere er av betydning for forskjellige metaller, men de nevnte er de viktigste for ledninger av jern, og de er også viktige for kobber og messinginstallasjoner.

Norsk overflatevann er hovedsakelig surt og saltfattig, og har lavt kalsiuminnhold og lav alkalitet. Når pH er lavere enn 7, betegnes vannet som surt. Noe av surheten skyldes sur nedbør, og berggrunn med lite kalk har liten evne til å nøytralisere sur nedbør. Dette er særlig merkbart i Agderfylkene, Telemark og Rogaland. Slikt vann vil som regel være korrosivt overfor en rekke materialer. Høyt innhold av ioner som klorid og sulfat vil også kunne øke korrosjonen. Vannkilder i kystområdene er påvirket av havet, og inneholder mer klorid og sulfat enn innlandsvann (Andersen, 2016).

Korrosjon på vannledninger kan foregå både innvendig og utvendig, og kan i verste fall føre til at det dannes gjennomgående hull, eller at ledningene sprekker. Ved undertrykk i rørrettet kan nettet bli forurenset av grøftvann. Korrosjon kan også ha direkte helsemessige

konsekvenser. Det stilles krav til materialbruk i drikkevannssystemer, se avsnitt om «Materialbruk» i vannforsyningsnettkapittelet. Utenlandske undersøkelser har vist at tungmetaller som bly (Pb) og kadmium (Cd) kan utløses fra loddemetaller, armatur osv., slik at metallionene kan forekomme i helsemessig betenkelige konsentrasjoner. Da det ikke er kartlagt systematisk i hvilken grad ulike armaturer og annet utstyr for interne vanninstallasjoner for hus påvirker vannkvaliteten, anbefales det at man spylar ut henstandsvann i kraner før vannet drikkes (Andersen, 2016).

2.21.1 Korrosjon på jern – dannelse av rustknoller

Groptæring (engelsk: "pitting") startes ved at det dannes flekkvis belegg på metalloverflaten. Der overflaten ikke er dekket av belegg, står metallet i kontakt med vann med et visst oksygeninnhold. Under belegget vil oksygeninnholdet være lavere på grunn av mikroorganismers oksygenforbruk. Forskjellen i oksygenkonsentrasjon fører til en elektrisk potensialforskjell mellom vann og vegg. Det dannes en galvanisk strøm som fører elektroner fra områder med belegg til områder uten belegg, og fra områdene med belegg frigjøres metall til vannet i form av ioner. Dette fører til at det under belegget dannes en grop der metallet er løst ut (Andersen, 2016).

Vekst av voluminøse rustknoller virker sterkt begrensende på ledningenes kapasitet. Forhøyede konsentrasjoner av jernoksider i drikkevannet har ingen påvist helseskadelig effekt, men det kan gi betydelige estetiske ulemper og gjøre vannet lite egnet til konsum og ubrukelig til f.eks. klesvask. Første tegn på rustknollkorrosjon er redusert vannføring i rørene eller periodisk innhold av rustpartikler i vannet. Lekkasje på grunn av gjennomtærede rør kommer først senere (Andersen, 2016).

I drikkevannsledninger er vannbakterien *Gallionella ferruginea* en av årsakene til rustknolldannelse. Den har evnen til å feste seg på flater og vokse til en koloni som forsterker en galvanisk strøm. Bakteriene oksiderer det utløste toverdige jernet til treverdige jernoksider som felles ut i bakteriekolonien. Til slutt stivner jernoksidene til en rustknoll, slik at bakteriene ikke lenger står i direkte kontakt med vannet. Dermed slutter de å vokse fordi de ikke får nok oksygen. Inneholder vannet sulfat, kan sulfatreduserende bakterier under rustknollen ta over korrosjonen ved å benytte oksygenet i sulfat, og det utløste jernet danner svart jernsulfid med svovelionet fra sulfat. Slik kan groptæringen (korrosjonen) fortsette. Rustknollen er innhul og kan brette i stykker ved større forandringer i vannets strømningshastighet og -retning. Vannet vil da inneholde rustpartikler av større eller mindre størrelse (Andersen, 2016).

Redusert vannføring er vanligst i stikkledningene som fører vann fra det kommunale ledningsnett til abonnentene. Er problemet rustpartikler i vannet, kan denne formen for korrosjon skilles fra andre årsaker til rustfarget vann ved mikroskopering av belegget. Kommer partiklene fra rustknoller, vil slammet, foruten større rustpartikler, også inneholde korte, oppbrukne tråder av *Gallionella*.

Kobberrør brukes til stikkledninger og fordeling av vann inne i bygninger. Når vannet brukes jevnlig, er kobberkonsentrasjonene i vannet lave (mindre enn 0,1 mg/l). Det er ikke uvanlig at vann som har stått i ledningene over natten, inneholder 2 til 3 mg/l kobber. Enda høyere konsentrasjoner forekommer hvis vannet er spesielt korrosivt for kobber. I nybygg tar det en tid før rørene får et innvendig belegg som beskytter mot videre korrosjon. I nye store boligkomplekser kan konsentrasjonen i kranvann være over 1 mg/l til enhver tid. I kobberrør med stor vannhastighet (opp mot 1 m/s i sirkulasjonsrør og over 2,5 m/s i andre rør) vil en kunne få alvorlig korrosjon selv om pH har riktig verdi.

Høye kobberkonsentrasjoner gir vannet en bitter smak. Det antas at langvarig diaré hos barn i en del tilfeller kan skyldes høye konsentrasjoner av kobber i drikkevannet. Kobber i vannet fører lett til grønn misfarging i sanitærinstallasjoner. Dette skyldes at det dannes kobbersåpe med såperester. Ved spesielt høye konsentrasjoner kan personer med lyst hår få et grønnskjær i håret etter hårvask.

Groptæring, som beskrevet for jern, kan også skje i kobberledninger. Groptæringen oppdages normalt først når lekkasjene er et faktum. Omfattende groptæring er påvist i surt vann med relativt mye karbondioksid. Mikrobiell groptæring i kobberledninger er rapportert fra Skottland og Tyskland, i forbindelse med varmtvannsforsyningen i store bygninger der varmtvannet i perioder hadde temperatur mellom 10 og 50 C°. Vanlige vannbakterier etablerte seg som flekkvis belegg i periodene med temperatur under ca 50 C°, og de utviklet evne til ikke å bli inaktivert ved temperaturer mellom 50 og 60 C°. Groptæringen skjedde i ledninger som førte bløtt vann med lav bufferkapasitet, og med et litt for høyt innhold av lett nedbrytbart organisk stoff (AOS) som næringskilde for bakteriene. Dette er en vannkvalitet som er typisk for mange norske drikkevannskilder (Andersen, 2016).

2.21.2 Korrosjon på sementbaserte materialer

Kalsiumoksid vil bli utløst fra sementbaserte materialer (asbestement, mørtelforede rør, sementkummer, høydebasseng og lignende) hvis vannet er surt eller inneholder lite karbonat. I mørtelforede støpejernsrør registreres det ofte betydelig pH-stigning. Hvis vannet ikke blir skiftet ut tilstrekkelig ofte, hvilket bl.a. kan skje i endeledninger med få abonnenter, kan pH-verdien stige til pH 11-12. Slikt vann kan være øyeirriterende. Det kan også være korrosivt overfor andre materialer som aluminium. Aluminiumioner vil også utløses fra aluminiumsilikater i sementen. Ved tilførsel av CO₂ eller karbonat kan kalken felles ut og gjøre at vannet blir turbid (melkeaktig). Utlekkingen fra sementbaserte materialer er størst når rør og kummer er nye, og reduseres betydelig over tid (Andersen, 2016).

2.22 Forurensing på ledningsnett

Det finnes nesten ubegrensede muligheter med hensyn til hvordan drikkevannet kan bli forurenset. I de fleste tilfeller nasjonalt og internasjonalt er svikt i vannkilden årsaken til forurensing og vannbårne utbrudd, som vist i kap. 2.13. Her er konsekvensene og omfanget ofte store, og derfor lettere å oppdage. Når en forurensing skjer på distribusjonsnett er omfanget vanligvis lokalt, men avhengig av hvor på distribusjonsnett forurensingen skjer kan det spre seg over store deler av nettet. Her blir forbindelsen mellom drikkevannet og sykdommen ofte ikke oppdaget. Det er fordi når drikkevannet først har blitt mistenkt som smittekilde, så er det vanskelig å påvise smittestoffet i drikkevannet på grunn av fortykning og utspyling. Det kan altså antas at det finnes store mørketall for sykdommer forbundet med forurensing fra ledningsnett (König, 2000).

Forurensing av drikkevannet i distribusjonsnett kan deles inn i to hovedkategorier. Den første er forurensing som oppstår inne i selve ledningen. Det kan være begroing av bakterier (biofilm), korrosjon og kjemiske reaksjoner mellom drikkevannet og rørmaterialet. Den andre kategorien er forurensinger som trenger inn i ledningsnett gjennom utettheter (König, 2000). Generelt kan forurensing som trenger inn i ledningsnett bare skje når det er en trykkløs situasjon, undertrykk eller lavere trykk i ledningsnett, samtidig som det er en forurensing tilstede (Sjøvold, et al., 2008).

Undertrykk: Vann og partikler fra området rundt ledningen vil kunne suges inn i ledningen gjennom utettheter. Dersom omgivelsene er forurenset, oppstår faren for forurensinger tilført drikkevannet.

Trykkløs situasjon: Oppstår relativt ofte, ved f.eks reparasjoner, anboringsarbeid, ledningsfornyelse etc. Antagelig er dette arbeidsoperasjoner hvor sannsynligheten for tilførsel av forurensing er størst. Trykkløse situasjoner kan også oppstå ved bortfall av strøm, åpning/stenging av ventil eller stor vannlekkasje. Ved et rørbrudd kan man også få en hevertfunksjon i ledningsnett, og dermed fare for innsug av forurensing (Sjøvold, et al., 2008).

Lavere trykk: Under spesielle forhold kan det oppstå større trykk på tilknyttede installasjoner enn på selve hovedledningen, da får man tilbakestrømning. Eksempler på dette er abonnenter med interne, usikrede pumpeinstallasjoner som industri, vaskehaller, høytrykkspykere etc. Dette er kritiske vannstrømmer fordi man ikke alltid har full kontroll på trykk, mengde og eventuelle påvirkninger dette kan ha for vannkvaliteten i ledningsnett (Sjøvold, et al., 2008). I Norge er det stilt krav til beskyttelse mot forurensing av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner, samt krav om utstyr som skal hindre forurensing av drikkevannet ved tilbakestrømning, NS-EN 1717.

Sannsynligheten for forurensing på ledningsnett er størst der det er både lavt vanntrykk og mulighet for innsug av forurensninger. Dette oppstår oftest øverst i trykksonene, men kan oppstå hvor som helst i trykksonen under gitte forhold (Sjøvold, et al., 2008).

Kildene til forurensing på ledningsnett er mange, så man kan ikke gå innpå alle sammen.

Her er en kort oversikt over vanlige kilder:

- Vannledning i felles grøft med spillvannsledning
- Forurenset grunnvann
- Forurensing fra overflatevann
- Tilbakestrømning
- Vedlikehold på ledningsnett

I denne oppgaven vil vi gå nærmere innpå innsug i felles grøft med spillvannsledning, forurenset grunnvann og overflatevann.

2.22.1 Vannledning i felles grøft med spillvannsledning

I Norge legges vanligvis vannledning i samme grøft som spillvannsledning, dette gjøres også i Ålesund Kommune (Ålesund Kommune, 2015). Spillvannsledninger som ikke er tett og som lekker ut mikroorganismer, medfører en risiko for forurensing av drikkevannet ved innsuging via utettheter i vannledningen. Dette gjør at området rundt slike spillvannsledninger må betraktes som forurenset grunn (Sjøvold, et al., 2008).

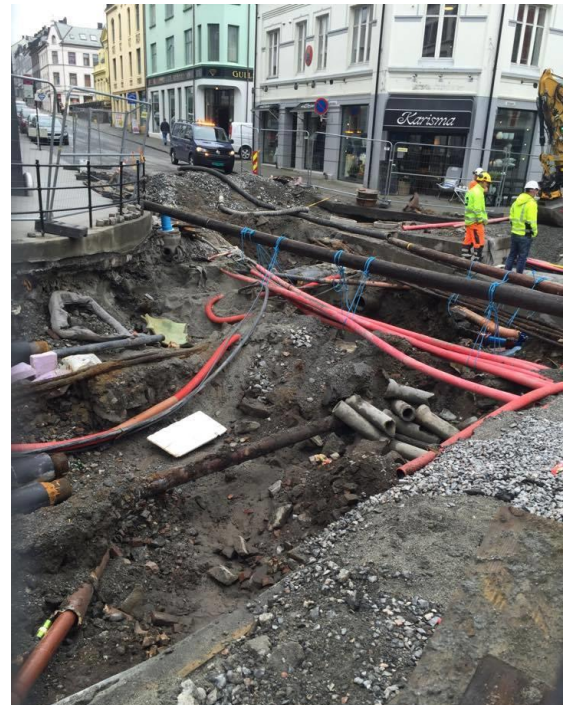
Hovedprinsippet i Ålesund er at vannledningen skal ligge høyere enn spillvanns- og overvannsledningen, som vist i Figur 15, for å redusere risikoen for forurensing fra spillvannsledningen. Men det er mulig å legge ledningene i samme plan. Massene i grøften skal være drenerende for å hindre oppstuvning av vann i grøften, dette er fordi forurensing sprer seg lettere i vann enn i løsmasser.

På Figur 14 ser man et typisk eksempel på hvordan grunnen rundt eldre VA-ledninger er. Det var ingen selvfølge at man hadde maskiner som gravde grøftene, derfor ble ofte vann- og fellesledninger lagt i samme grøft, evt vann- og spillvannsledninger. Fyllmassene som ble brukt rundt ledningene bestod ofte av morene, grus, stein, leire etc, det de hadde lett tilgjengelig. Vannledningene ble ofte lagt i samme plan som spillvanns/fellesledninger, eller litt over (Blindheim, 2017). Det kan derfor antas at hos eldre ledninger på Hessa, så er massene ikke tilstrekkelig drenerende, noe som kan føre til oppstuvning av vann i grøften.

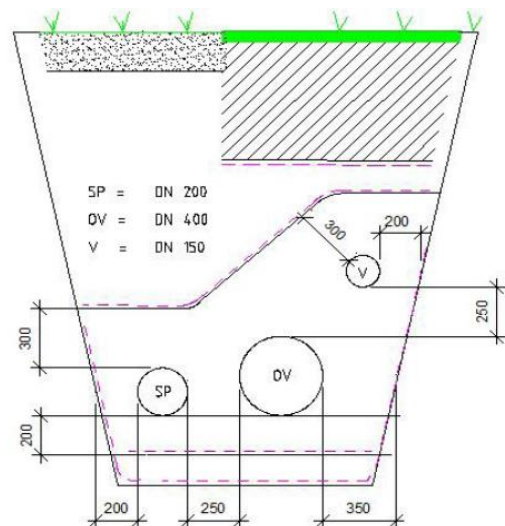
2.22.2 Forurenset grunnvann

Om vannledninger ligger i områder med forurenset jordsmonn eller forurenset grunnvann er faren tilstede for innsug og tilførsel av helsefarlige stoffer på ledningsnett. Hva grunnvannet eller jordsmonnen inneholder er avhengig av området rundt, da det kan være naturlige forekomster av tungmetaller, søppelfyllinger, nedgravde oljetanker, overflateforurensing etc. I tillegg til faren for innsuging av helsefarlige stoffer, er grunnforurensing også en sterk bidragsyter til korrosjonsangrep på stål- og støpejernsrør og pakninger (Sjøvold, et al., 2008).

Mellom behandlingsanlegget og Hessa er det flere områder som kan føre til forurensing av grunnvann, ett av disse områdene er Aspevågen. I et samarbeidsprosjekt mellom Ålesund kommune, Miljødirektoratet, Kystverket og Fylkesmannen i Møre og Romsdal er det utarbeidet en tiltaksplan for opprydding i Aspevågen. Dette arbeidet har fått navnet «Prosjekt ren Borgundfjord». Første undersøkelse i Aspevågen ble utført i 1979, og er senere blitt supplert med ca 50 undersøkelser og overvåkingsprogram (Ålesund kommune, 2016).

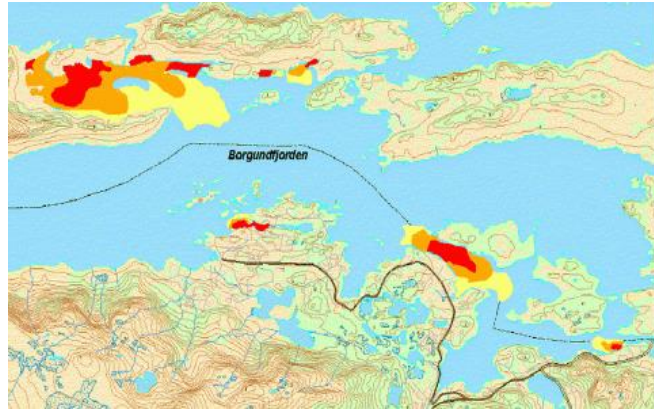


FIGUR 14 GRAVEARBEID I STORGATA I ÅLESUND SENTRUM, 2016



FIGUR 15 EKSEMPEL PÅ GRØFTESNITT

Undersøkelsene som er utført viser at store deler av Aspevågen er alvorlig forurenset av tungmetaller og organiske miljøgifter, dette gjelder både sjøen, sjøbunnen og grunnvannet rundt fjorden. Årsaken tilskrives i hovedsak tidligere industri- og havnevirksomhet, samt tidligere avfallshåndtering og avrenning fra kommunale og private virksomheter. Aspevågen er et av områdene i Ålesund der det er registrert høyest nivåer av miljøgifter (Ålesund kommune, 2016).



FIGUR 16 OVERSIKT OVER KYSTOMRÅDER SOM ER FORURENSET

Miljøgiftene som er påvist er mange, men sedimentene på sjøbunnen er forurenset av tungmetaller, spesielt kobber og kvikksølv som er plassert i tilstandsklasse 4 – Dårlig. Det er også blitt påvist innhold av TBT (Tributyltinn), som plasserer sedimentene i tilstandsklasse 5 – Svært dårlig (Multiconsult, 2010).

2.22.3 Utforming av ledningsnett

Utformingen av ledningsnettet kan ha en del å si på hvordan en eventuell forurensing vil oppføre seg, og hvordan man kan begrense en forurensing. Vi har to hovedtyper av ledningsnett, ring- og forgreningsnett. Figur 17 gir en kort oversikt over de viktigste forskjellene mellom ringnett og forgreningsnett.

	<i>Ringnett</i>	<i>Forgreningsnett</i>
Trykksvingninger	<i>ikke stor</i>	<i>utsatt</i>
Fortynning av forurensning	<i>fortynnet</i>	<i>bare fordelt</i>
Bestemmelse av forurensningskilden og utbredelse	<i>vanskelig</i>	<i>mulig</i>
Avstengning ved brudd	<i>godt mulig uten fare for nettet mht trykk, forsyning</i>	<i>stor fare for forurensning av nettet nedstrøms</i>
Rengjøring	<i>vanskelig</i>	<i>relativt enkelt</i>
Oppholdstid	<i>mer jevnt</i>	<i>store forskjeller</i>

FIGUR 17 OVERSIKT OVER VIKTIGSTE ARGUMENTER ANGÅENDE FORURENSINGFARE FOR BEGGE NETTYPER (KÖNIG, 2000)

- *Trykksvingninger:*
I et ringnett blir det moderate trykksvingninger ved uvanlige forbruksendringer, i motsetning til forgreningsnett. I et ringnett kan man derfor bedre opprettholde et konstant overtrykk gjennom ulike perioder i døgnet. I et forgreningsnett forekommer større trykkvariasjoner, og ved spesielt stort vannforbruk kan deler av nettet (særlig nedstrøms) bli trykkløst.
- *Fortynning av forurensingen:*
I et ringnett vil forurensingen bli fortynnet, mens i et forgreningsnett vil det bli fordelt. Det fører til at abonnenter i et forgreningsnett er utsatt for smittefare i et kortere tidsrom enn i et ringnett. Om forurensingen fortynnes i et ringnett kan det bli sett på som en positiv effekt hvis konsentrasjonen synker under smittedosen som må til for at abonnenter kan bli smittet. Men hvis antallet patogener er svært høyt fra begynnelsen av, kan smittefaren spres over et stort område og øke faren for epidemi.
- *Bestemmelse av forurensningskilde og utbredelse:*
En ulempe med ringnett er at når forurensingen på distribusjonsnettet først har inntruffet, så er det vanskelig å finne ut hvor forurensningskilden ligger, og hvor det forurensede vannet har utbredt seg. Strømningsretningen i et ringnett er heller ikke forutbestemt, slik at spredningen av forurensingen kan være uforutsigbar. Endring i strømningsretningen kan også medføre løsriving av biofilm fra rørveggene, samt oppvirling av avleiringer og korrosjonsprodukter. Det er dette som er fordelene med forgreningsnett. Det gir bedre mulighet for å lokalisere forurensningskilden, og dermed bedre mulighet for at problemet kan bli rettet opp. Det er i tillegg enklere å tømme nettet for forurenset vann og desinfisere etterpå, fordi forurensingen ikke kan bevege seg oppstrøms.
- *Avstengning ved brudd:*
Ved brudd eller lekkasje på et ringnett vil vannet strømme til fra begge sider slik at ingen ledningsstrekker blir trykkløse så lenge lekkasjen ikke er større enn transportkapasiteten i ledningen. Kunden blir dermed fortsatt forsynt med vann som står under trykk, samt at forurensinger har små muligheter for å trenge inn. Når lekkasjen skal repareres er ikke rekkefølgen av ventilstengning viktig fordi hele nettet forblir under trykk inntil alle ventiler er stengt.
Ved brudd eller lekkasje på et forgreningsnett kan ledningsnettet nedstrøms bli trykkløst og eventuelt tømmes helt for vann. Da er faren for inntrenging av forurensing stor. Ved reparasjoner/rehabilitering av ledninger i et forgreningsnett øker faren for innsug av forurensing betraktelig. Når ventilene stenges blir hele ledningsnettet nedstrøms trykkløst. En nødforsyning kan opprettholde trykket nedstrøms i anleggsperioden, slik at faren for innsug blir redusert.
- *Rengjøring:*
Tømming og rengjøring av et ringnett er vanskelig og omfangsrikt. Det er enklere å tømme og rengjøre et forgreningsnett, fordi forurensingen ikke kan bevege seg oppstrøms.

- *Oppholdstid:*

Et forgreningsnett medfører store forskjeller i oppholdstiden til drikkevannet i nettet. Det betyr økt fare for gjengroing av bakterier og varierende restklorinnhold. I et ringenett er oppholdstiden mer jevnt fordelt over hele nettet. Gjengroing av bakterier blir dermed mindre sannsynlig, og man kan dosere klor mer nøyaktig fra vannbehandlingsanlegget.

2.22.4 innsug

Som forklart i kap. 2.22, så må trykket inne i ledningen være lavere enn omgivelsene rundt for at et innsug kan forekomme. Forurensingen kan komme fra flere kilder, noe som kan avgjøre hvilke patogener og kjemiske stoffer forurensingen kan inneholde. Innsug av forurensing via distribusjonsnettet kan forekomme flere steder på nettet. De viktigste faktorene er:

- **Hull i røret:**

Korrosjon på vannledningen kan foregå både innvendig og utvendig, og kan i verste fall føre til at det dannes gjennomgående hull eller sprekker, som fører til forurensing av drikkevannet om det er undertrykk i ledningen (Andersen, 2016). Mesteparten av vannmengden som forsvinner ut av det norske ledningsnettet, forsvinner ut fra små og store korrosjonshull. Først når lekkasjene blir oppdaget, enten på grunn av brudd eller lekkasjer der vannet kommer opp i dagen, blir det foretatt reparasjoner. Alle hull og utettheter er potensielle innsugingspunkt for forurenset vann ved undertrykk i ledningsnettet (Sjøvold, et al., 2008).

Men det er ikke bare små hull eller sprekker som kan forekomme, man kan også få et ledningsbrudd eller en større lekkasje. Det er flere måter en slik lekkasje kan bli oppdaget på: Vannet eller trykket forsvinner hos abonnentene, det blir registrert uvanlig høyt forbruk eller trykktap fra vannmålere på nettet, vannet kan nå terrengoverflaten, eller erodere jordmasser. En slik lekkasje kan vare i flere timer eller dager før det blir oppdaget og utbedret, avhengig av størrelsen på bruddet. I mellomtiden er det stor fare for forurensing av drikkevannet. Det som gjør et ledningsbrudd så farlig er tiden det kan ta inntil bruddet er reparert. En eventuell forurensing har ikke bare nok tid til å trenge inn, men også til å spre seg i nettet. Bruddet blir da ofte ikke oppdaget før abonnentene er blitt smittet.

En annen faktor ved ledningsbrudd eller en større lekkasje er at det kan føre til løsriving og oppvirvling av sedimenter og biofilm på grunn av økt hastighet i ledningen mot bruddstedet (König, 2000).

- **Utettheter i skjøter:**

I rørskjøter er det normalt en tetningsring av gummi. Normal avstand mellom skjøtene er 5-6 meter, og det er også et betydelig innslag av rørdeler med muffeskjøter og flenseskjøter. Kvaliteten på tetningsringer er helt avgjørende for rørsystemets tetthet. Aldring av gummi kan også gå raskere enn aldringen av selve røret. Der hvor det er utettheter i skjøter, vil man ha potensial for innsuging av forurensinger. Skjøter finner man overalt i ledningsnettet, både på vannledningen og i vannkummer. Tetningssystem av gummi finnes også i anborings- og reparasjonsklammer ute på ledningsnettet (Sjøvold, et al., 2008).

- **Armaturl og rørdeler på ledningsnettet:**
Vi kan skille mellom armatur og rørdeler som er i kummer og nedgravd ute på ledningsnettet. Armaturl og rørdeler som er ute på ledningsnettet blir eksponert for relativt stabil temperatur, fuktighet, vann og jord, mens armatur og rørdeler i kummer i tillegg blir eksponert for god tilførsel av oksygen, og dermed er spesielt utsatt for korrosjon.
Brannventiler i kummer er utsatt for innsug av forurensinger. De fleste brannventiler er utformet slik at en kjegle (kule) vil suges ned ved undertrykk på vannledningen, og forurensinger kan da bli tilført drikkevannet. Disse brannventilene har etter hvert blitt sikret med fjærbelastet brannventilsikring og beskyttelseshette (Sjøvold, et al., 2008).
- **Felleskummer:**
Det finnes mange kummer ute på ledningsnettet i Norge hvor vann- og avløpsledninger deler kum, dette kalles felleskummer som vist i figur 9. Når vannledningen i kummen i tillegg har brannventiler, lufterventiler, sluseventiler og skjøter, kan vannledningen være spesielt utsatt for innsug av forurensinger via felleskummer. Ved oppstuvning av avløpsvann i felleskummen, kan vannivået bli så høyt at armaturer og rørdeler er omsluttet i avløpsvann. Kombinerer man dette med undertrykk i nettet, eller trykkløs ledning, kan forurensing bli tilført drikkevannet (Sjøvold, et al., 2008).

Etter samtale med Ålesund kommune, representert ved Bjørn Skulstad og Einar Løkken, er det funnet ut at det ikke er tilfeller av felleskummer i Hessa-området. Når det gjelder brannventiler så har de brukt brannventilsikringer med beskyttelseslokk på de mest utsatte områdene for å redusere faren for innsug av forurensinger gjennom brannventilen ved undertrykk eller trykkløst nett.
- **Tilknyttede stikkledninger:**
Installasjoner hos abonnenter uten tilbakeslagssikring kan utgjøre en fare for forurensing av drikkevannet, som omtalt i kap. 2.22.

Vi har nå gått gjennom at variasjoner i trykket i vannledningen kan forekomme av flere årsaker, og at det er flere steder på ledningsnettet som er utsatt for slike trykktap og i verste fall innsug. Det er også gjort rede for at lekkasjer kan ha ulik størrelse og omfang, som igjen kan påvirke hvor lenge en lekkasje kan opptre, der større lekkasjer og/eller brudd ofte blir oppdaget og reparert i løpet av noen timer eller dager. Studier utført i Storbritannia og i Norge konkluderer med at ledningsbrudd og hendelser som fører til trykktap i ledningen er assosiert med økte tilfeller av gastrointestinale sykdommer i befolkningen som er utsatt for en slik hendelse (Nygård, et al., 2007) (Hunter, et al., 2005).

Formelen for vannføringen fra innsug, samt andelen forurensing det medfører er hentet fra (Besner, et al., 2010).

$$MR = Q_i \times C_{out} \quad (1)$$

$$Q_i = C_d A \sqrt{2g(H_{ext} - H_{int})} \quad (2)$$

Hvor

MR = Forurensingsmasse (mikroorganismer/min)

Q_i = Innsuging vannføring (L/min)

C_{out} = Forurensingskonsentrasjon på utsiden av ledningen (mikroorganismer/L)

C_d = Utslippskoeffisient

A = Areal på åpningen i ledningen (m^2)

g = Gravitasjonsakselerasjon (m/sec^2)

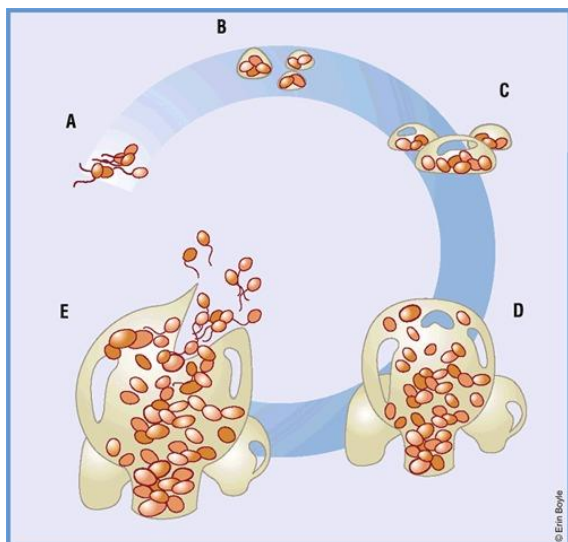
H_{ext} = Trykk på utsiden av ledningen (mvs)

H_{int} = Trykk på innsiden av ledningen (mvs)

2.23 Biofilm

Biofilm kan enkelt beskrives som store sammenkomster, eller samfunn av mikroorganismer som sammen er festet til en overflate. Mikroorganismer blir ofte sett på som mindre utviklet og intelligente i forhold til større organismer, men studier av utviklingen til mikroorganismer viser at de faktisk er i stand til å gjennomføre avanserte samfunnsmessige og sosiale endringer, i tillegg til væremåte (O'Toole, et al., 2000). Selve biofilmen er et belegg, eller en hinne av bakterier. De er omsluttet og beskyttet av et formende element bestående av proteiner, polysakkarider og bakterienes DNA som sitter fast på en overflate. Hvordan forholdene er, i form av type rør, overflaten til rør, hastigheten på vanngjennomstrømningen og tilgjengeligheten til næring er faktorer som ikke har noe å si for om biofilm er i stand til å gro eller ikke (Hauge, 2015). Derimot er det en rekke faktorer som er med å påvirke i hvilken grad biofilm dannes.

Dette er faktorer som konsentrasjon av bionedbrytbart organisk materiale (BOM), desinfeksjon (restklor), temperatur, rørmateriale (ruhet, overflate), korrosjon og skjærkraften mellom væske og biofilmen ((Ollos, 1998) (LeChavallier, et al., 1990) (LeChavallier, et al., 1993), sitert av (Ndiongue, et al., 2005)).



FIGUR 18 BIOFILMDANNELSE I FEM STEG.

(A) BAKTERIER KNYTTES REVERSIBELT TIL EN FAST OVERFLATE, (B) BAKTERIER TILKNYTTES IRREVERSIBELT SOM DANNER EN KLYNGE, (C) BIOFILMEN MODNES OG BAKTERIER LEGGER SEG LAGVIS, (D) MAKSIMAL TYKKELSE AV LAGENE I BIOFILMEN OG (E) BIOFILMEN LØSRIVES (SCHACHTER, 2003).

Dannelsen av biofilm går over fem trinn. I det første trinnet (A) knyttes bakteriene reversibelt til en fast overflate. I det andre trinnet (B) skjer det en irreversibel tilknytting av bakterier som danner en klynge. I det tredje trinnet (C) modner biofilmen, slik at bakteriene legger seg lagvis. I det fjerde trinnet (D) har lagene bygget seg opp til et maksimum i tykkelse. Og i det femte, og siste trinnet (E) vil planktoniske bakterier frigjøres i biofilmen. Dette fører til at det vil skje en avskalling av biofilmen (Arntsen, 2016) (Schachter, 2003). Dette er illustrert i figur 18.

Frigjørelse av biofilm kan som regel deles inn i to kategorier. Dette er aktiv frigjørelse og passiv frigjørelse. I den aktive frigjørelsen er det i hovedsak bakteriene selv som fører til løsrivelse. Dette skjer som et resultat av at biofilmen har bygd seg opp til en maksimal tykkelse, som fører til at biofilmen sprekker og bakterier frigjøres. I en passiv frigjørelse er det ytre påvirkninger som fører til løsrivelse. Dette kan være skjærkraft fra veggen, partikler som kolliderer og menneskelige inngrep (Kaplan, 2010), sitert av (Arntsen, 2016)).

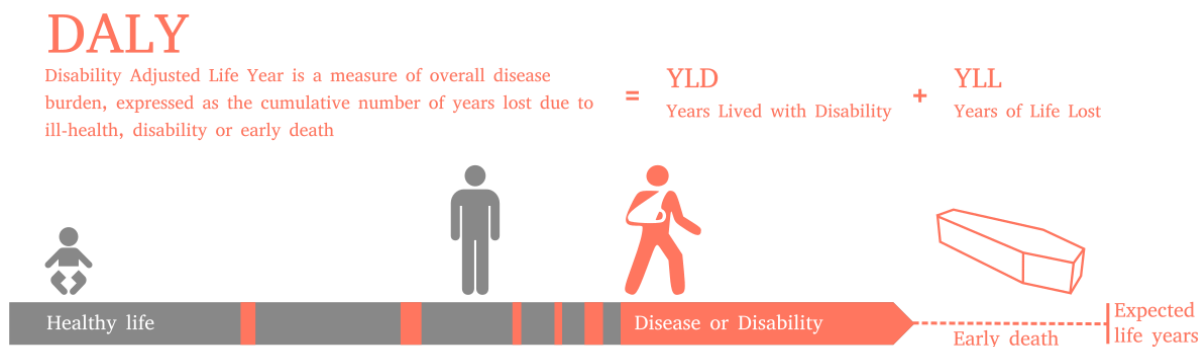
Forskning og tester gjort av (Ndiongue, et al., 2005), viser at begroing av biofilm i ledningsnett påvirker mengden restklor, og motsatt. Testene viste også at bionedbrytbart organisk materiale (BOM) og temperatur er med på å påvirke mengden restklor som trengs for å ha en effekt på biofilm.

Selv om restklor og begroing av dette utgjør en betydelig fare for forurensing på ledningsnett, og særlig i intervaller hvor konsentrerte masser kan løsne fra rørveggene, har vi valgt å se bort i fra dette i resultatdelen, og våre simuleringer av forurensing på ledningsnett. Vi velger likevel å ta det med i teoridelen for å belyse at dette er et problem som forekommer i mange strekninger på vannledningsnett.

2.24 DALY – Disability Adjusted Life Years

I 1992 ble studien «The Global Burden of Disease» startet opp og iverksatt på etterspørsel fra Verdens Banken. Studien samlet over hundre forskere, fra tjue forskjellige land, for å beskrive og gi et bilde på hvordan både gamle og nye sykdomstrender påvirker folkehelsen. Risikoen fra 107 sykdommer og skader, hvorav 10 utgjør en betydelig risiko for utvalgte grupper i befolkningen, ble beskrevet i studien ((Murray & Lopez, 1996) (Murray & Lopez, 1997), sitert av (Westrell, 2004)).

For å kunne ha muligheten til å sammenligne utfallet fra forskjellige sykdommer og helserisikoer var det nødvendig å utvikle, og ta i bruk en ny standard og måleenhet som tok høyde for sannsynlighet, alvorlighetsgraden og varigheten på de ulike utfallene. DALY (Disability adjusted life years), på norsk «tapt leveår i god helse», ble løsningen og den nye måleenheten (WHO, World Health Organization, 2011). Kort fortalt er prinsippet bak DALY å vekte de forskjellige resultatene, i forhold til helse, opp mot hverandre for å avgjøre alvorlighetsgraden innenfor målestokken 0 til 1. Hvor 0 tilsvarer god helse, og 1 tilsvarer helsemessige konsekvenser med døden til følge. DALY kan sees på som en måte å måle avstanden, eller avviket, mellom hvordan helsetilstanden er akkurat nå, og hvordan helsetilstanden burde være (den ideelle helsesituasjonen) (WHO, World Health Organization, u.d.).



FIGUR 19 DALY - DISABILITY ADJUSTED LIFE YEARS (WIKIPEDIA, 2017)

Formelen for å regne ut DALY er

$$DALY = YLL + YLD$$

Her står **YLL** for antall tapte leveår (Years of life lost) i form av for tidlig død. **YLD** står for antall år tapt på grunn av sykdom eller handicap (Years lost due to disability). Mennesker som lever med en vanskelig helsesituasjon og konsekvensene og vanskelighetene dette medfører.

Formelen for *YLL* er generell og gjelder for alle uansett kjønn, alder eller tilfelle.

$$YLL = N \times L$$

Hvor:

N = Antall dødsfall

L = Forventet levealder – alder ved død

For å kalkulere *YLD* for et bestemt tilfelle i en bestemt tidsperiode, blir antallet hendelsestilfeller i den aktuelle perioden multiplisert med den gjennomsnittlige varigheten for sykdommen, og en faktor som reflekterer alvorlighetsgraden sykdommen fra 0 (god helse) til 1 (død) (WHO, World Health Organization, u.d.). Den generelle formelen for *YLD* er

$$YLD = I \times DW \times L$$

Hvor:

I = Antall sykdoms tilfeller

DW = Faktor for alvorlighetsgrad

L = Gjennomsnittlig varighet på sykdoms tilfelle før bedring fra sykdom, eller død

Målet WHO, World Health Organization, har satt for drikkevann på verdensbasis er at ikke mer enn én mikroDALY pr person, pr år skal bli syke eller smittet fra rensset drikkevann. Dette tilsvarer én pr ti tusen forbruker pr år.

Den økonomisk tapte verdien av én DALY ble oppgitt til å være ca én million SEK (svenske kroner) i 2013 (Bergstedt, et al., 2013). Dette vil tilsvare ca én svensk krone pr mikroDALY.

DALY metoden favner et mye bredere spekter en de andre målestokkene for helse. Den inneholder både kvalitativ og kvantitativ beregning av livet (Havelaar & Melse, 2003). Bruken av DALY er derimot omdiskutert fordi den ofte har mangelfull informasjon om de statistiske opplysningene som blir brukt i beregningene. Et annet punkt er at målet gir en verdi til de som er funksjonsfriske i forhold til de som er funksjonshemmede som er høyere, og det samme gjelder eldre mennesker i forhold til de yngre eller middelaldrene, som igjen kan gi et inntrykk av mindreværd (Stoltenberg, 2014). Vi har valgt å ikke bruke DALY som metode for å måle konsekvens for smitte ved inntak av drikkevann. Likevel synes vi det er viktig å informere om at dette er en brukt metode på verdensbasis.

3 Metode og materiale

For å analysere kvaliteten på vannet som strømmer gjennom ledningsnettets, er det en rekke metoder som kan brukes. Dette for å skaffe seg oversikt over tilstand og eventuell fare for forurensing.

I dette kapitlet kommer vi til å forklare og beskrive de metodene vi har valgt og bruke i et forsøk på å oppnå de endelige resultatene. Problemstillingen er hvordan ledningsnettets tilstand påvirker og eventuelt forurenser drikkevannet vårt. I forhold til dette er analyser og prøver av vannet viktig for å kartlegge situasjonen, og skaffe seg en indikasjon på hvordan situasjonen er. Et annet mål er å lage en modell, og simulere hvordan ulike hendelser påvirker vannkvaliteten og mengden restklor på ledningsnettets.

3.1 Vannprøver

Ålesund kommune og Ålesund vannverk er pålagt å gjennomføre prøver, både av råvann, på vannverket og ute på ledningsnettets i løpet av et år.

For råvann er minstekravet til antall prøver gitt av følgende tabell under (Lovdata, 2016):

Produsert vann pr døgn (m ³)	Råvannsprøver pr år
a) Til og med 10	1
b) Fra 10 til og med 2000	4
c) Fra 2000 til og med 6000	8
d) Fra 6000	12

TABELL 12 ANTALL RÅVANNSPRØVER

Ålesund kommune produsere ca 30 000m³ pr døgn, så de er derfor pålagt å gjennomføre minimum 12 prøver av råvannet i året. En gang hver måned.

Kommunen tar prøver på 9 forskjellige steder på ledningsnettets hver uke. Her blir en liten mengde av vannet som renner gjennom ledningsnettets tatt ut, og da sjekket for innhold av forskjellige bakterier og virus. Minstekravet for antall prøver som skal tas på ledningsnettets er (Lovdata, 2016):

Produisert vann pr døgn (m ³)	Drikkevannsprøver per år for prøvegruppe A X er m ³ produsert vann per døgn	Drikkevannsprøver per år for prøvegruppe B X er m ³ produsert vann per døgn
a) Til og med 10 og ingen sårbare abonnenter	1	
b) Fra 10 til og med 100, eller mindre med sårbare abonnenter	4	0,5 = 1 hvert annet år
c) Fra 100 til og med 1000	4	1
d) Fra 1000 til og med 10 000	4 + (3X/1000)	1 + (X/3 300)
e) Fra 10 000 til og med 100 000	4+ (3X/1000)	3 + (X/10 000)
f) Fra 100 000	4 + (3X/1000)	10 + (X/25 000)

TABELL 13 ANTALL PRØVER PÅLAGT I FORHOLD TIL VANN PRODUSERT

Med Ålesund kommunes produksjon på ca 30 000m³ pr døgn skal de ta minimum 94 prøver i løpet av et år.

I møte med Vidar Slinning, som er driftsleder hos Ålesund vannverk, ble det avtalt at vi skulle få tilgang på disse prøvene. I tillegg har vi avtalt at det skal bli tatt prøver for restklor ved prøvestasjonen på Hessa. Som nevnt tidligere er klor et desinfeksjonsmiddel som blir tilsatt i renseprosessen ved vannverket. Det blir da tilsatt en mengde som er større en nødvendig for at det skal være igjen en rest mengde som kalles restklor. Hvor mye restklor som blir målt gjenstående, er en god indikator på om ledningsnettet er utsatt for forurensing eller ikke.

I tillegg til disse ukentlige prøvene skal vi foreta en dag med målinger hver time fra klokka 10.00 til 18.00, på to forskjellige plasser på strekningen mellom vannverket og Hessa. De plassene vi har valgt å ta prøvene på er høydebassenget ved Aksla, og prøvestasjonen på Hessa.

Bakgrunnen for å gjennomføre denne prøvetakingen er bedre reliabilitet og pålitelighet på de målingene og resultatene vi har tilgjengelig. Forbruket, og dermed også trykket kan variere mye i løpet av en dag, og dermed er det å ta prøver på flere forskjellige tidspunkt i løpet av en dag viktig for å sikre et resultat vi kan stole på. Ved stort forbruk kan trykket gå ned, og da vil sjansen for innsug øke. Ved lite forbruk har vannet mye lengre oppholdstid i ledningsnettet. Dette vil også være med på å påvirke mengden restklor som er i vannet.

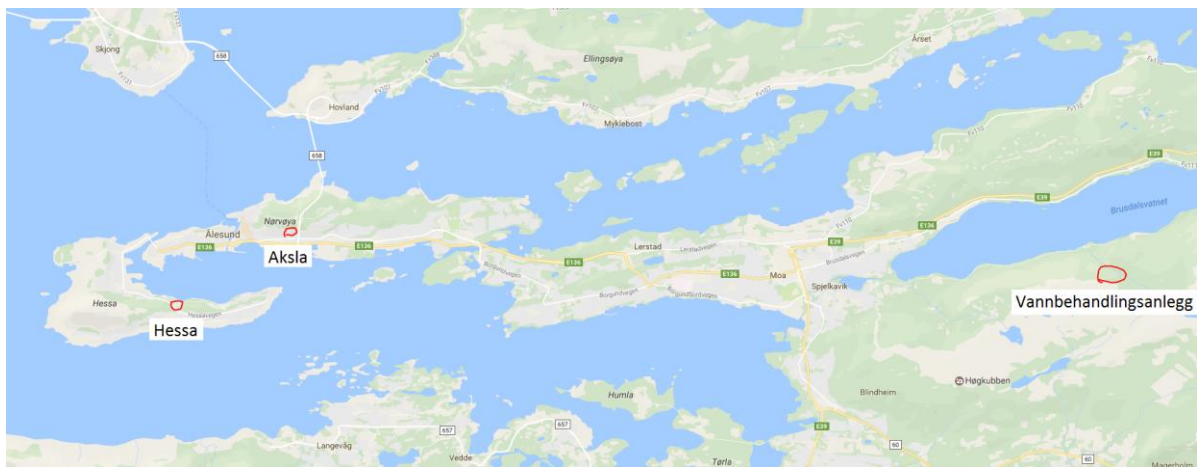
Måten vi har skal gjennomføre prøvetakingen på er ved å bruke et spektrofotometer. Dette er et apparat som måler innholdet av forurensing (bakterier, virus), pH, temperatur, kimtall, restklor, mineraler og tungmetaller. Vi skal måle mengde restklor som er ute på ledningsnettet.

Resultatene fra vannprøvene på ledningsnettet er nødvendige for å kunne lage en modell i EPANET. De resultatene vi får på de vannprøvene vi tar ute på ledningsnettet blir viktige for i hvilken grad de resultatene vi får i simuleringene er til å stole på eller ikke.

3.1.1 Klorprøver

For å kalibrere EPANET-modellen vår trenger vi verdier for restklor ute på ledningsnettet. For å få et nøyaktig bilde over disse verdiene, og hvordan de endrer seg i forhold til forbruk, bør de tas hver time i løpet av et døgn. Ålesund kommune kunne ikke framskaffe disse med den nøyaktigheten vi ønsker, så vi måtte ta prøver ute på nettet selv, i samarbeid med Ålesund kommune.

Et spektrofotometer ble brukt for å ta restklorprøver. Prøvene ble tatt fra dedikerte prøvetakingspunkt på de aktuelle stedene.



FIGUR 20 OVERSIKT PRØVETAKINGSPUNKTER



FIGUR 21 OVERSIKT PRØVETAKINGSPUNKTER

Prøvene vi tok ute på ledningsnettet ble gjennomført mandag 3. april. Det ble gjennomført prøver primært ved vannbassenget på Aksla, ute ved pumpestasjonen på Hessa, og på vannbehandlingsanlegget i Brusdalen. Figurene 20 og 21 viser hvor i kommunen prøvene ble gjennomført.

Tabellene under viser resultatene fra restklor målingen. Mange av målingene ga restklor nivå under 0,050 mg/L ute på nettet, mens ut fra renseanlegget kan nivået variere fra 0,11 mg/L til 0,26 mg/L.

Pumpestasjon Hessa	
Tid	Restklor (mg/L)
10:50	<0,050
12:20	0,088
13:25	<0,050
14:15	<0,050
15:15	<0,050
15:20	<0,050
17:30	0,080
17:35	0,079

TABELL 14 RESULTATER RESTKLOR, HESSA

Aksla	
Tid	Restklor (mg/L)
10:10	<0,05
12:00	<0,05
13:05	<0,05
14:00	<0,05
15:00	<0,05
16:55	0,065
17:00	<0,05

TABELL 15 RESULTATER RESTKLOR, AKSLA

Vannbehandlingsanlegg	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Gjennomsnitt
Tid	Restklor (mg/L)	Restklor (mg/L)	Restklor (mg/L)	Restklor (mg/L)	Restklor (mg/L)
09:00					
10:00	0.175	0.134	0.145	0.196	0.1625
11:00	0.170	0.114	0.095	0.081	0.115
12:00	0.072	0.115	0.171	0.176	0.1335
13:00	0.361	0.306	0.147	0.220	0.2585
14:00	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	
14:30	0.506	0.197	0.056	0.292	0.26275
15:00	0.256	0.137	0.127	0.203	0.18075

TABELL 16 RESULTATER RESTKLOR, VANNBEHANDLINGSANLEGG

3.2 Simulering i EPANET og EPANET – MSX

Et av hovedmålene med oppgaven er å lage en modell som kan simulere hvordan ulike scenarier påvirker og forurenses drikkevannet, og transporten gjennom ledningsnett. For å gjøre dette har vi brukt et program som heter EPANET, og et underprogram som heter EPANET – MSX (MSX).

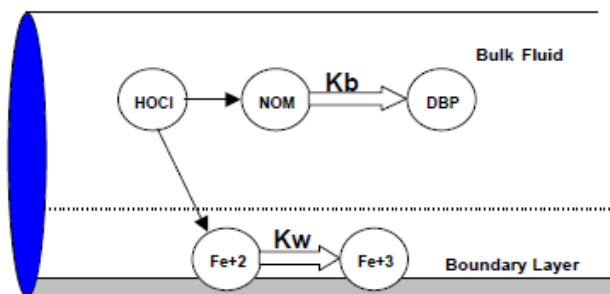
For hvert scenario i kap 3.4 er det laget en modell som simulerer de hydrauliske egenskapene til ledningsnett, og spredningen og inaktivering av mikroorganismer i kontakt med restklor. Kap 3.2 tar for seg hvordan modellene er utarbeidet, samt hvordan inaktivering av mikroorganismene er bestemt.

3.2.1 EPANET

EPANET er et gratis modelleringsverktøy for vannledningsnett, utviklet av United States Environmental Protection Agency (USEPA). Programmet bruker modeller for å simulere hydraulikk og vannkvalitet over en lengre tidsperiode i trykksatte ledningsnett. EPANET er designet for å være et forskningsverktøy for å forbedre vår forståelse for hvordan vann og vannkvalitet fordeler og endrer seg utover i nettet (Rossman, 2000).

EPANET's vannkvalitetssimulering bruker en Lagrange tidsbasert tilnærming for å spore segmenter etter hvert som de beveger seg i ledningene og blandes i knutepunktene mellom faste tidssteg. Disse tidsstegene er vanligvis mye kortere enn de hydrauliske tidsstegene (minutter i stedet for timer), for å imøtekomme de korte periodene vannet kan bruke for å reise gjennom røret på. I hvert tidssteg vil vannkvaliteten bli utregnet og oppdatert for å få med endringen som har skjedd over det tidssteget. I hvert knutepunkt vil det være en fullstendig miksing av segmenter, hvor en ny vannkvalitet blir beregnet. I en ledning vil stoffet følge vannstrømmen i samme hastighet som vannet, samtidig som at det vil reagere (vokse eller avta) med en viss hastighet (Arntsen, 2016) (Rossman, 2000).

EPANET kan regne ut et stoffs reaksjoner mens det følger vannstrømmen gjennom ledningsnett. For å gjøre det må programmet vite i hvilken hastighet stoffet reagerer, og om stoffet vil vokse eller avta. I vårt sitt tilfelle er det fritt klor som vil reagere med mikroorganismer, rørveggen, eventuelt organisk materiale avhengig av vannets sammensetning, som omtalt i kap 2.3. På figur 22 er det illustrert at det frie klor reagerer med mikroorganismene, rørveggen samt vannets sammensetning. Klornivået vil avta med tiden i kontakt med disse elementene.



FIGUR 22: REAKSJONSSONER PÅ INNSIDEN AV LEDNINGEN (ROSSMAN, 2000)

Som nevnt innledningsvis i studien er det sett vekk ifra at klornivået synker i kontakt med mikroorganismer. Det er kun sett på inaktivering av mikroorganismer i kontakt med klor, samt reduksjon av klornivået som følge av vannets sammensetning og kontakt med rørveggen.

3.2.2 Reaksjon med stoffer i vannmassen

Kloret vil reagere med vannet når det blir transportert gjennom en ledning, tank eller et basseng, dette er omtalt i kap 2.3. I EPANET skjer denne reaksjonen i n-te kinetikk, hvor den øyeblikkelige hastigheten til reaksjonen antas å være konsentrasjonsavhengig av lign 3. For nedbryting av stoffer er K_b negativ, og positiv K_b for vekst. Derfor vil K_b være negativ for reduksjon av klor.

$$\frac{dc}{dt} = K_b C^n \quad (3)$$

Hvor:

K_b = Bulk reaction rate coefficient

C = Konsentrasjon av reaktant

n = Reaksjonens orden

EPANET kan også bruke reaksjoner der en begrenset konsentrasjon finnes for optimal vekst eller nedbryting. Da blir reaksjonshastigheten:

$$\frac{dc}{dt} = K_b (C_L - C) C^{n-1} \quad (4)$$

$$\frac{dc}{dt} = K_b (C - C_L) C^{n-1} \quad (5)$$

Der C_L er den begrensede konsentrasjonen.

<i>Model</i>	<i>Parameters</i>	<i>Examples</i>
First-Order Decay	$C_L = 0, K_b < 0, n = 1$	Chlorine
First-Order Saturation Growth	$C_L > 0, K_b > 0, n = 1$	Trihalomethanes
Zero-Order Kinetics	$C_L = 0, K_b < 0, n = 0$	Water Age
No Reaction	$C_L = 0, K_b = 0$	Fluoride Tracer

TABELL 17: ORDEN, PARAMETER OG BRUK AV KINETISKE MODELLER (ROSSMAN, 2000)

Ordenen som velges brukt er avhengig av hvilke vannkvalitetsparametere som ønskes å undersøkes. Det er da naturlig å velge første-ordens reaksjon av det frie kloret med vannet. Verdien for K_b kan bli estimert ved å foreta restklormålinger i ulike tidspunkt av en enkelt vannprøve etter klordosering, en såkalt flasketest. K_b kan da hentes ut fra formelen $C=C_0 \exp(-K_b t)$ (Rossman, 2000).

3.2.3 Reaksjon med rørveggen

Når fritt klor følger vannet gjennom ledningsnett, kan det reagere med korrosjonsprodukter eller biofilm som er på eller nært rørveggen. Det som avgjør reaksjonen med rørveggen er andelen areal av rørveggen som er reaktiv, og massetransporten mellom vannmassen og rørveggen. Det er to måter å beregne reaksjonen med rørveggen i EPANET, henholdsvis 1.ordens og 0.ordens kinetikk:

$$1. \text{ ordens:} \quad \frac{dc}{dt} = \frac{4K_w K_f C}{D(K_w + K_f)} \quad (6)$$

$$0. \text{ ordens:} \quad \frac{dc}{dt} = \text{MIN}(K_w, K_f C) \frac{4}{D} \quad (7)$$

Hvor:

K_w = Wall reaction coefficient

K_f = Masse transports koeffisient

D = Diameter til ledning

K_f (Masse transports koeffisient) avhenger av den molekylære diffusiviteten til det reaktive stoffet (K) og av Reynolds nummeret (Re) til vannføringen. K_f kan beregnes ut fra:

$$K_f = S_h \frac{K}{D} \quad (8)$$

Der:

$$S_h = 3.65 + \frac{0.0668 \left(\frac{D}{L}\right) Re Sc}{1 + 0.04 \left(\left(\frac{D}{L}\right) Re Sc\right)^{\frac{2}{3}}} \quad (9)$$

Hvor:

S_h = Sherwoods nummer

Re = Reynolds nummer

Sc = Schmidts nummer (kinematisk viskositet av vann delt på diffusivitet til stoffet)

3.2.4 EPANet-MSX (Multi – species Extension)

EPANET's vannkvalitetssimulering er begrenset til å spore og beregne reaksjoner til kun ett enkelt stoff om gangen. Med tilleggspakken EPANET-MSX (heretter kalt MSX) kan man spore og beregne reaksjoner blant kjemiske og biologiske arter samtidig i samme modell. MSX tillater brukeren å selv angi reaksjonselementer, reaksjonshastigheter og deres kjemiske likevekter (Shang & Uber, 2008). Da studien involverer mer enn en reaktiv art, er det blitt brukt MSX for å modellere spredning av forurensing samt reaksjoner med restkloren.

For å kunne bruke programmet må det klargjøres to input-filer (.msx og .inp). Den ene er en standard EPANET input-fil som beskriver ledningsnettets hydrauliske karakter, med forbruk, ledningsdimensjoner, høyder, forbruksmønster, lengder osv. Denne filen blir eksportert ut fra hvert scenario i Kap 3.4. Den andre input-filen er en MSX-fil som beskriver de ulike mikroorganismene som skal simuleres, og hvordan de reagerer med restkloren. Kjører man simuleringen med disse to filene får man resultatet i en rpt-fil.

[TITLE]	Beskrivende tittel til modellen
[OPTIONS]	Setter verdier for beregningsalternativer
[SPECIES]	Navn på arter som er med i modellen
[COEFFICIENTS]	Parameter og konstanter brukt i reaksjoner og likevektsuttrykk
[TERMS]	Definerer mellomliggende begreper som brukes i reaksjonshastighet og likevektsuttrykkene
[PIPES]	Leverer hastigheten og likevektsuttrykkene i rør
[TANKS]	Leverer hastigheten og likevektsuttrykkene i tanker
[SOURCES]	Identifiserer inngangskilder for utvalgte arter
[QUALITY]	Leverer innledende betingelser for utvalgte arter
[PARAMETERS]	Tillater parameterverdier å bli tildelt et enkelt rør
[PATTERNS]	Definerer tidsmønstre brukt med inputkilder
[REPORT]	Angir rapporteringsalternativer

TABELL 18: EPANET-MSX INPUTFIL

Tabell 18 viser hvordan msx-filen er delt opp, og hva hver kategori skal beskrive. Artene, koeffisientene og uttrykkene vil være lik i alle scenarier, men inngangskilder (SOURCES) vil være forskjellig. Det må derfor tilpasses en msx-fil for hvert scenario.

3.2.5 Valg av parameter og formler

I dette kapittelet er det beskrevet hvordan de ulike parameterne i simuleringen i MSX er valgt ut og beregnet.

Klorreaksjonskoeffisient (K)

Som omtalt i Kap 3.2.1 så kan K_b estimeres ved hjelp av (1) en flasketest. K_w er ikke mulig å måles direkte slik som K_b , den må justeres etter en kalibrert modell slik at restklormålinger foretatt ute på ledningsnettets stemmer overens med modellen. En annen metode (2) er å justere K_b og K_w i den kalibrerte modellen slik at restklornivået stemmer overens med målte restklormengder. På denne måten validerer man modellen slik at restklorverdiene i modellen kan antas å stemme overens slik det er i virkeligheten.

I denne studien skulle vi bruke metode (2) for å estimere verdier for K_b og K_w . Men EPANET-modellen over ledningsnettets til Ålesund kommune lot seg ikke kalibrere. Det er fordi forbruket som er satt inn i modellen er gjennomsnittlig forbruk for hver trykksone. Modellen skiller derfor ikke mellom forbruk fra husholdninger, industri, lekkasjer osv. Estimering av K_b og K_w måtte derfor gjøres på en annen måte.

Ut ifra ligning 12 kan man estimere en felles K-verdi for både K_b og K_w . Det er foretatt restklormålinger ut fra vannbehandlingsanlegget og på Hessa (kap 3.1) der C_o er verdiene på behandlingsanlegget, mens C er verdiene på Hessa. Tiden (t) mellom prøvetakingsstasjonene er blitt estimert i samarbeid med Ålesund kommune, se vedlegg 8. Ut ifra denne informasjonen ble det regnet ut at $K=0.00053$ l/min. Utrekningen av verdien er vist i vedlegg 8.

Inaktivering av Mikroorganismer

Kinetikken til desinfeksjonshastigheten er beskrevet ved en første ordens lov fra studier av Harriette Chick i 1908, hentet fra (Lingireddy, 2002). Chicks lov (10) sier at desinfeksjonshastigheten til enhver tid er proporsjonal med gjenværende antall levende mikroorganismer.

$$\frac{dN}{dt} = -KN \quad (10)$$

hvor:

K = Reaksjonskonstant

N = Konsentrasjon av mikroorganismer

Watson redefinerte reaksjonskoeffisienten til å inkludere konsentrasjonen til desinfeksjonsmiddelet, slik at desinfeksjonshastigheten var relatert til konsentrasjonen av desinfeksjonsmiddelet, hentet fra (Lingireddy, 2002).

$$K = \alpha C^n \quad (11)$$

hvor:

α = Inaktiveringskoeffisient

C = Konsentrasjon av desinfeksjonsmiddel

n = Fortynningskonstant

Ved å kombinere formlene (10) og (11) får vi Chick-Watson loven (Lign 12), som er formelen som er brukt for beregning av inaktivering av mikroorganismer i modellen samt for å finne estimerte verdier for inaktiveringskoeffisienten for hver mikroorganisme i kontakt med restklor.

$$\frac{dN}{dt} = -\alpha C^n N \rightarrow \text{Integrerer} \rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\alpha C^n t \quad (12)$$

Patogen	Konsentrasjon klor (mg/L)	Kontaktid (min)	Inaktivering %	α (L/mg.min)
Norovirus	1.0	0.07	99.99	0.00142
Campylobacter	0.1	5	99-99.9	0.01103
Giardia	1.5	10	99.9	0.000066

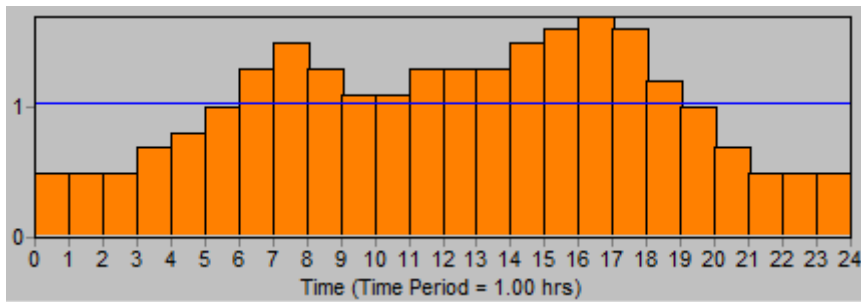
TABELL 19: VERDIER FOR INAKTIVERINGSKONSTANT

Tabell 19 viser verdier for inaktiveringskonstanten for de ulike mikroorganismene som er brukt i modellen, parameterne som er brukt i beregningen er hentet fra (CDC, 2012). For utregning av inaktiveringskoeffisientene, se vedlegg 8.

Forbruksmønster i Epanet

I modellen over ledningsnett til Ålesund kommune er det utarbeidet et forbruksmønster som skal illustrere hvordan forbruket varierer i løpet av en 24-timers periode. På grunn av manglende data måtte dette estimeres på bakgrunn av tidligere erfaringer gjort i kommunen.

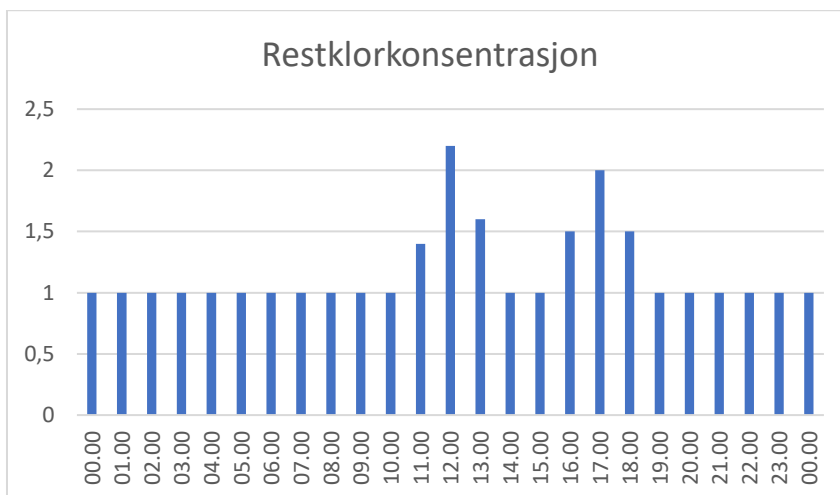
Sammen med Einar Løkken i Ålesund kommune ble det utarbeidet et forbruksmønster for Hessa-området, som er vist på fig 23.



FIGUR 23: FORBRUKSMØNSTER HESSA

Tidsmønster for restklorkonsentrasjon

I kap 3.1.1 er det beskrevet hvordan restklormålinger ble gjennomført, samt resultatene av målingene. Ut ifra disse dataene er det utarbeidet et tidsmønster for restklorkonsentrasjonen som er brukt i simuleringen av de ulike scenarioene. På figur 24 er det vist hvordan dette tidsmønsteret ser ut. Den største konsentrasjonen av restklor målt på pumpestasjon Hessa var 0,088 mg/L kl 12:20, dette gir en faktor på 2,2 når normalverdien er 0,04 mg/L.



FIGUR 24: TIDSMØNSTER RESTKLOR

3.3 Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)

Som nevnt tidligere i oppgaven, i kap. 2.14, er Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) en analysemetode for å fastslå sannsynligheten for infeksjon og sykdom. Den består av fire hovedpunkter:

1. Identifisere forurensningsfaren
2. Eksponeringsanalyse
3. Mengde mikroorganismer før sykdomssymptomer (Dose response)
4. Risikobeskrivelse

3.3.1 Identifisere forurensingsfasen

Første punkt i analysen er å indentifisere bakterier, virus og protozoa. Siden oppgaven handler om drikkevann er det mikroorganismer som smitter gastrointestinalt som er mest relevant.

Under teoridelen i kap. 2.13, har vi gått grundig i gjennom statistikk over innrapporterte utbrudd og sykdomstilfeller. Statistikk fra både Europa, Norden og Norge viser at blant bakterier er de mest vanlige og smittsomme typene:

- Campylobacter
- Salmonella
- E. coli (Escherichia coli)

Blant virus er de mest utbredte typene:

- Rotavirus
- Norovirus
- Adenovirus

Blant protozoa er det:

- Cryptosporidium
- Giardia

Siden oppgaven har utgangspunkt i Norge, og Ålesund, er det mest naturlig og ta utgangspunkt og fokusere på de mikroorganismene som forekommer oftest i Norge ved utbrudd. Med utgangspunkt i statistikken er de mikroorganismene vi har valgt å fokusere på:

- Campylobacter
- Norovirus
- Giardia

3.3.2 Eksponeringsanalyse

Dette er en kvantitativ tilnærming for å kartlegge hvor stor sannsynligheten er for at en person skal få i seg skadelige mikroorganismer gjennom drikkevannet.

I en eksponeringsanalyse blir det brukt et bredt spekter av informasjons kilder og forskjellige teknikker. Informasjonen vil i veldig mange tilfeller ikke være tilgjengelig for alle aspekter i

analysen, og det som ligger tilgjengelig vil ofte være av tvilsom karakter. I slike tilfeller må kvalifiserte gjetninger tas i bruk (Westrell, 2004).

En formel brukt i eksponeringsanalyse for utregning av konsentrasjonen av mikroorganismer i et innlekkings punkt er (Yang, et al., 2011):

$$C_{\text{out}} = C_v \frac{V_{\text{in}} \Delta t}{V_{\text{in}} \Delta t + Q \Delta t}$$

Hvor:

C_v (PDU/L) = konsentrasjon av mikroorganismer

V_{in} (L, gal) = volum av forurenset vann

Q_k (L/sec, gpm) = er vanngjennomstrømningen

Δt = det negative trykkets varighet

$Q_k \Delta t$ (L, gal) = mengden/volumet som passerer

3.3.3 Mengde mikroorganismer for sykdomssymptomer (Dose respons)

I likhet med eksponeringsanalysen er også dose respons en kvantitativ metode, men for å måle risiko og hvor stor mengde med mikroorganismer som skal til for at et menneske skal utvikle sykdomssymptomer. Dette gjøres ved hjelp av matematiske metoder. Målet er å finne ut hvor stor mengde av utvalgte mikroorganismer som kan tillates før det fører til konsekvenser for liv og helse.

Som nevnt i identifiseringsfasen er de mikroorganismene vi velger å fokusere på

- Campylobacter
- Norovirus
- Giardia

Risiko for infeksjon avhenger av at to forutsetninger inntreffer. Det er sannsynligheten for at mikroorganismer blir inntatt, og forutsetningene mikroorganismen har for å overleve, å infisere verten den har inntatt. I tillegg til dette er miljøet, hva slags type patogen mikroorganisme og det individet som blir infisert faktorer som påvirker sannsynligheten for infeksjon (Westrell, 2004). Mange dose - respons modeller er basert på studier hvor mennesker er blitt utsatt for forskjellige mengder patogene organismer (Westrell, 2004).

Det er to forskjellige matematiske funksjoner som brukes for å beskrive forholdet mellom mengden mikroorganismer og reaksjonen hos det infiserte individet. Dette er Exponential modell og Beta – Poisson modell (Haas, 2013) som er vist tidligere i kap. 2.14.

For veldig mange mikroorganismer foreligger det allerede modeller for dose respons. Faktorene som blir brukt i formlene er oppgitt i tabellen under (tabell 20), og er hentet fra (Haas, 2013).

<u>Organisme</u>	<u>Mest passende modell</u>	<u>Optimaliserte parameter</u>	<u>LD₅₀/ID₅₀</u>	<u>Forsøksindivid</u>	<u>Smittkilde</u>	<u>Eksposering</u>	<u>Mengde</u>	<u>Mengde enhet</u>	<u>Reaksjon</u>	<u>Referanser</u>
<u>Campylobacter</u>	Beta - poisson	$\alpha = 1.44E-01$ $N_{50} = 8.9E+02$	8.9E+02	Menneske	Strain A3249	Oral (melk)	6	CFU	Infeksjon	(Black, et al., 1988)
<u>E. coli</u>	Beta - poisson	$\alpha = 1.55E-01$ $N_{50} = 2.11E+06$	2.11E+06	Menneske	EIEC 1624	Oral (melk)	3	CFU	Diaré / problemer med avføring	(DuPont, et al., 1971)
<u>Norovirus</u>	Beta - poisson	$\alpha = 1.1089E-01$ $N_{50} = 1.696E+04$	1.696E+04	Menneske						(Leak, et al., 2015)
<u>Giardia</u>	Exponential	$K = 1.99E-02$	3.48E+01	Menneske	Fra smittet menneske	Oral	8	Cyste	Infeksjon	(Rendtorff, 1954)

TABELL 20 DOSE RESPONS

3.3.4 Risikobeskrivelse

I dette punktet skal eksponeringsanalysen og dose responsen integreres for å estimere den totale risikoen for sykdom og skader. I vårt tilfelle er målet å få integrert de opplysningene vi har fått inn i en Monte Carlo simulering. Denne simuleringen gjøres ved hjelp av dataprogrammer, som bruker informasjonen til å få millioner av forskjellige utfall, og sannsynligheten for at disse vil inntreffe.

Viktige momenter i forhold til Monte Carlo simulering er å lage datakodene/algoritmene som trengs for de ønskede forholdene, samt forstå de estimeringene simuleringen gir.

3.4 Forskjellige scenarier for simulering i EPANET og MSX

Det er flere scenarier som er aktuelle for simulering. Målet er å avdekke i hvilken forfatning ledningsnettene er i, og hvordan ulike scenarier påvirker dette.

Vi har valgt å se på følgende scenarier:

- Brann
- Vedlikehold på ledningsnett
- Innsug

Resultatet og effekten gis i form av hvor mye restklor som er igjen på ledningsnettene.

For utregninger av mengden mikroorganismer som vil bli sugd inn i ledningene for hvert scenario er formlene (1) og (2) fra (Besner, et al., 2010) (Kap 2.22.5) benyttet. I og med at flere av faktorene i formlene vil variere avhengig av tid, dybde, trykk, forurensing rundt rør etc, så vil vi benytte en monte carlo simulering til å finne den mest sannsynlige verdien for MR (Forurensingsmasse) for hver mikroorganisme ved innsug. Mikroorganismene vi skal se på er Giardia, Campylobacter og Norovirus.

I beregningene og simuleringene er det blitt sett på ett enkelt hull i en kritisk utsatt ledning. Det er tatt utgangspunkt i at området rundt hullet i ledningen er forurenset av avløpsvann. Det er lagt vekt på hvordan et eventuelt innsug vil påvirke drikkevannet og tilknyttede abonnenter. Under viser tabell 21 oversikt over faktorene, Probability Density Functions (PDF) og valgte verdier for faktorene.

Parameter	PDF	Verdier
C_d	Konstant verdi	0,62 ^{a)}
A	Triangulær sannsynlighetsfordeling	Min: 0 mm ² Maks: 1,98mm ² /5m Mean: 0,107mm ² /35m
H_{ext}	Triangulær sannsynlighetsfordeling	Min: 0,2m Maks: 6,3m Mode: 1,75m
H_{int}	Uniform sannsynlighetsfordeling	Min: fra modell Maks: fra modell
C_{out}	Triangulær sannsynlighetsfordeling	Min: tabell 22 Maks: tabell 22 Mean: tabell 22

TABELL 21: OVERSIKT OVER PARAMETERE SOM ER BRUKT TIL Å BEREKNE FORURENSINGSMASSE (MR) A) (CODECOGS, U.D.)

I utregningene av A (Areal på åpningen i ledningen) er det tatt utgangspunkt i opplysningene fra kap 2.19. Med et lekkasjetall på 37% i Ålesund kommune, samt et vannforbruk på 404,6 l/s i modellen, vil 149,7 l/s leke ut av nettet. I Bergen kommune har de kartlagt områder kjent

for å være assosiert med lekkasjer. Det ble da estimert at ca. 10m³/t lekte ut av 20 større hull, mens 2m³/t lekte ut av 100 mindre hull (**Bergen kommune, Sandra McCarley**) (McCarley, 2017). Med et gjennomsnittlig trykk på 7 bar vil dette bety at de større hullene vil være på ca. 1,98mm² hver, mens de mindre hullene vil være på 0,107mm² hver. Bruker man disse tallene i ledningsnett til Ålesund kommune, vil man med en lekkasje på 149,7 l/s ha et snitt på ett mindre hull (0,107mm²) hver 35m.

I utregningene av H_{ext}, der dette er ukjent, er det tatt utgangspunkt i opplysningene fra Gemini VA i Ålesund kommune. I Hessa ligger ledningene på det dypeste 6,3m under bakkenivå, mens den grunneste ledningen ligger 0,2m under bakkenivå. For gjennomsnittsverdien er det tatt utgangspunkt i kravene satt av VA-normen til Ålesund kommune, der vannledningene skal ligge mellom 1,5m og 2,5m (Ålesund, 2014).

	Min	Maks	Mean	Pos	Sted	Referanse
Giardia	260	13 000	2000	100 %	Sverige	(Westrell, 2004)
Campylobacter	500	4 400 000	160 000	100 %	Tyskland	(Westrell, 2004)
Norovirus	< 800	4 500	1 900	78 %	Sverige	(Westrell, 2004)
E. coli	2,10E+04	2,80E+05	N.A	N.A	Østerrike	(Reinthaler, et al., 2002)

TABELL 22: KONSENTRASJON AV MIKROORGANISMER/L I AVLØPSVANN

Innholdet av patogener i spillvann er avhengig av hvilke sykdommer befolkningen har, som kan variere i løpet av sesonger. Ulike næringer som er tilkoblet det kommunale avløpsnett kan også tilføre patogener i større eller mindre grad. Som omtalt i Kap 2.22 så er det ikke noen næringer i Hessa som kan påvirke innholdet av patogener i spillvannet, det er derfor tatt utgangspunkt i verdiene i tabell 22. Noen patogener er vanlig å finne i spillvannet, slik som for Giardia og Campylobacter ble de påvist i samtlige prøver. Men for Norovirus, som er et mer sesongbasert virus som opptrer oftere på vinterhalvåret, ble det ikke alltid påvist.

I kap 2.14 er det forklart og beskrevet hvordan man beregner sannsynlighet for å utvikle sykdomssymptomer dersom man får i seg en gitt mengde av et spesifikk patogen. Beregningen tar derimot ikke hensyn til sannsynligheten for å utvikle symptomer dersom man får i seg flere ulike mikroorganismer. For å løse dette, har vi brukt en formel hentet fra (Ubøe, 2015). Formelen baseres på at sannsynligheten for å utvikle symptomer for hver enkelt mikroorganisme er uavhengig av hverandre.

$$P(Gi \cup Ca \cup No) = P(Gi) + P(Ca) + P(No) - P(Gi \cap Ca) - P(Gi \cap No) - P(Ca \cap No) + P(Gi \cap Ca \cap No)$$

$P(Gi)$ = Sannsynlighet for smitte av Giardia

$P(Ca)$ = Sannsynlighet for smitte av Campylobacter

$P(No)$ = Sannsynlighet for smitte av Norovirus

For beregning av det daglige inntaket av drikkevann fra springen i hvert scenario, er tabell 23 brukt. I tillegg til veiledning fra veileder Razak Seidu.

	l/day	n
Total	0,86 ± 0,48	157
Kvinner	0,95 ± 0,50	79
Menn	0,79 ± 0,44	74
Alder 0-9	0,64 ± 0,57	16
Alder 10-19	0,59 ± 0,19	18
Alder 20-29	1,07 ± 0,61	12
Alder 30-39	0,97 ± 0,57	21
Alder 40-49	0,79 ± 0,48	17
Alder 50-59	1,01 ± 0,52	21
Alder 60-69	0,89 ± 0,35	26
Alder 70+	0,94 ± 0,36	23

TABELL 23 BEREGNING AV DAGLIG DRIKKEVANN FRA SPRING (WESTRELL, ET AL., 2016)

Dette er satt inn i en Monte Carlo simulering, for å lage en dose respons.

3.4.1 Scenario 1: Brann

I dette scenarioet skal vi se på hva som skjer dersom det oppstår brann i Sukkertoppvegen. Den tilgjengelige brannhydranten er, ifølge Gemini VA, SID 138530. Minstekravet for leveranse av brannvann er 20 l/s (Løkken, 2017). Ved videre undersøkelse i EPANET ser vi at brannhydranten kan levere opp til 31 l/s noe som tilsvarer 1860 l/min. Mengden vann som benyttes i slokking av en brann avhenger av størrelse og omfang av brannen. Konstruksjonsmateriale, størrelse, næromliggende konstruksjon, vær og vind, er også faktorer som påvirker en brann. Det er utarbeidet tall på mengden slokkevann som benyttes til ulike brannsituasjoner. Dette kan sees i figur 25 (Storesund, et al., 2013).

Brannstype	Vannbehov
Overtent enebolig i område med spredningsfare	1000 l/min
"Større" brann innenfor forskriftsmessig brannseksjon/bygning	2500 – 3500 l/min
De "aller største" brannene: -Kjøling av fasader på omkringliggende bygninger -Innvendig "avskjæring" av brannen -Direkte slokkeinnsats	800 – 1000 l/min 2000 – 3000 l/min 3000 – 9000 l/min

FIGUR 25 VEILEDENDE SLOKKEVANNBEHOV FOR ULIKE BRANNER

Ved å se på tallene i figur 25 ser vi at en overtent enebolig i dette området krever minst 1000 l/min (16,67 l/s). (Storesund, et al., 2013).

Brannhydranten med SID 138530 er påkoblet en ledning med SID 146103. Denne vannledningen er av type PE med dimensjon 180mm og ble lagt i år 2013. Tilkoblingspunktet for brannhydranten har kotehøyde 55,29 moh og ligger dermed 16,70 m lavere enn høydebassenget på aksla og 64,71 m lavere enn høydebassenget ved brusdalsvannet. Det er i tillegg til dette en trykkøkingsstasjon som opprettholder et akseptabelt trykk i ledningsnettet på Hessa. Ved påkoblingspunktet på brannhydranten har vi brukt tradisjonelle strålerør med trinnmunnstykker. Disse har blitt brukt i en årrekke, og brukes fortsatt av landets brannvesener og sivilforsvar. For strålerørene er det en utløpsdiameter på 65 mm og lengde på 10 m. (Dag Myrh, 2011). Undersøkelser i EPANET viste at denne brannhydranten hadde et trykk på 14,68 mvs. og kunne levere 27,79 l/s. Dette viser at ved påkobling av to 65 mm strålerørslanger vil denne hydranten ikke kunne levere tilstrekkelig mengde brannvann, sammenlignet med rapporten fra SINTEF, som viser at behovet er 33.4 l/s. Ved påkobling av 2 slike strålerørslanger vil kapasiteten være 29,96 l/s, noe som fortsatt ikke tilfredsstiller kravet.

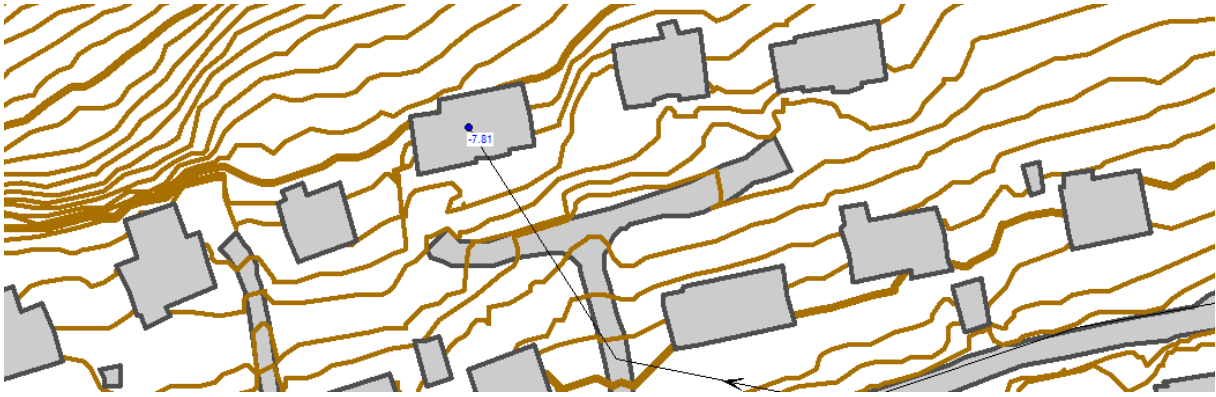
Ledningsnett

Ledningsnettet som ligger i sukkertoppvegen har allerede et lavt trykk. I Figur 28 kan vi se at det høyeste trykket var på 56,42 mvs og på det laveste 36,40 mvs.



FIGUR 28 TRYKKSITUASJON SUKKERTOPPVEGEN

Ved en slik brannsituasjon vil trykket falle drastisk. Den ledningen som allerede lå på et trykk tilsvarende 36,4 mvs, får et undertrykk på -7,81 mvs (se figur 29)



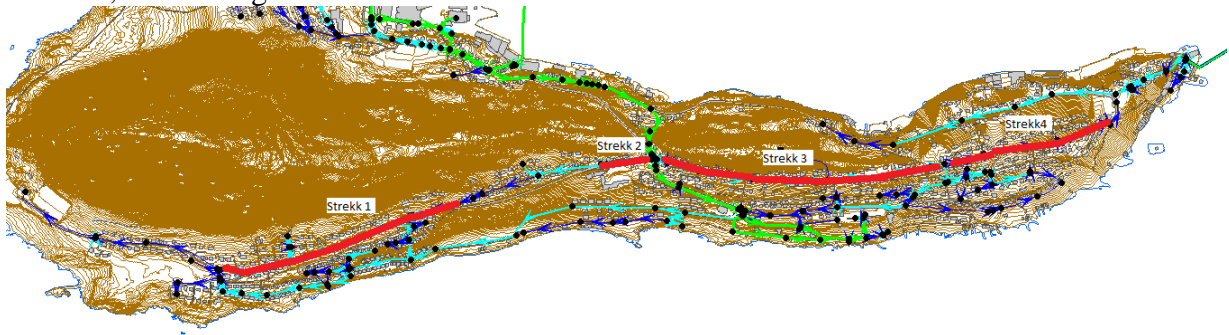
FIGUR 29 TRYKKSITUASJON SUKKERTOPPVEGEN

Ved et slikt undertrykk kan det oppstå innsug ved lekkasjepunkter. Mengden som kommer inn ved et slikt innsug er avhengig av flere faktorer, som dimensjon på rør, materialtype, alder, omkringliggende masser, dybden, innvendig trykk osv. Som omtalt i kap 3.4 skal vi beregne denne mengden (Q_i og MR) med formlene (1) og (2) (Besner, et al., 2010).

3.4.2 Scenario 2: Vedlikehold på ledningsnett

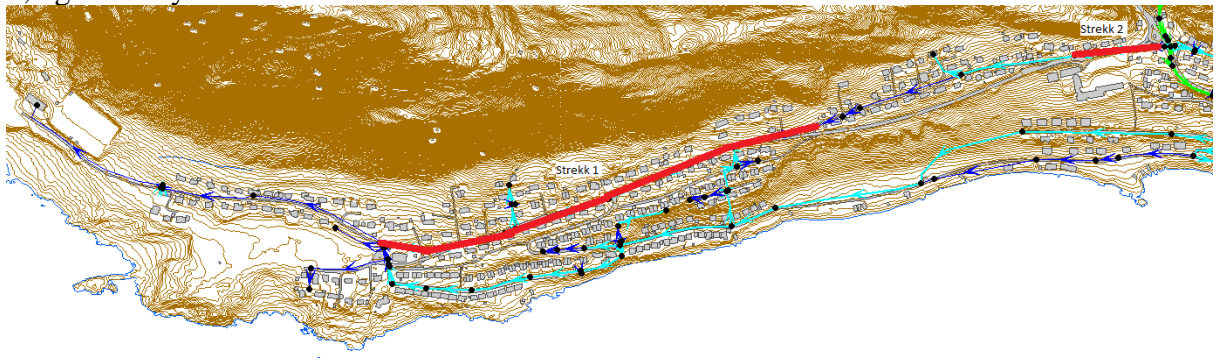
I dette scenarioet skal vi se på hva som skjer dersom det oppstår forurensning i forbindelse med vedlikehold på ledningsnett. Ålesund kommune har, per i dag, ingen rutiner for desinfisering etter vedlikehold, men bruker å spyle ut rørene etter endt arbeid. Hvis dette ikke blir gjort vil det øke faren for forurensning, når drikkevannsledning og avløpsledning eller fellesledninger ligger i samme grøft, betraktelig.

I driftsdagboka på Gemini VA (Et datasystem for forvaltning og dokumentasjon av VA nett, (Powel, u.d.)) for Ålesund kommune er det meldt om ledningsfornying på et strekk på Hessa, som er innenfor vårt prosjektområde. Her er det også felles grøft, hvor drikkevannsledning og avløpsledning ligger sammen. Strekket er så langt at det sannsynligvis vil bli fornyet i flere etapper. Vi ser for oss at strekket fornyes i fire etapper. Fra vest mot øst får vi da strekk 1, strekk 2, strekk 3 og strekk 4.



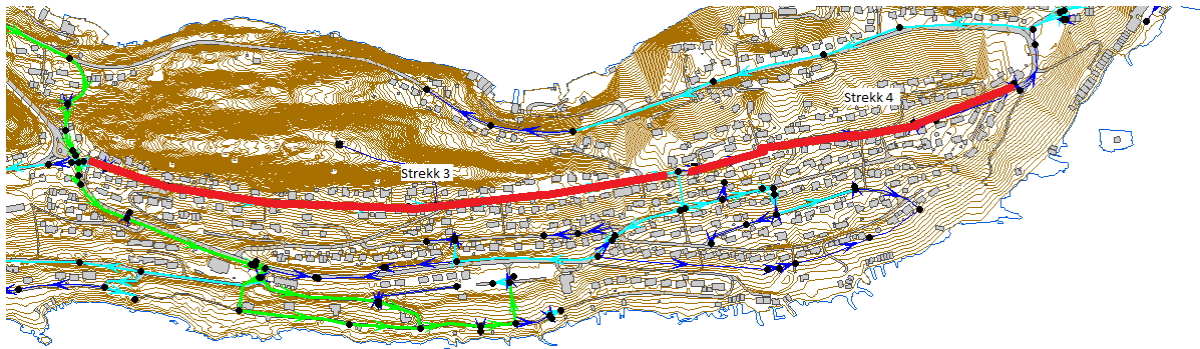
FIGUR 30 OVERSIKT STREKK 1 - 4

Strekk 1 er en del av ringnettet, men simuleringer i EPANET viser at strekket forsyner som en endeledning. Vannet som går gjennom denne fortsetter i en endeledning og ikke videre ut på resten av nettet. Ca 85 boliger, som tilsvarer ca 300 PE, ligger langs vannledningen på strekk 1, og er tilknyttet denne.



FIGUR 31 OVERSIKT STREKK 1- 2

Simuleringer i EPANET viser at de som blir påvirket av forurensning i strekk 1 også vil bli påvirket ved forurensning i strekk 2. Dette er fordi strekk 1 er en fortsettelse av strekk 2. Ved forurensning på strekk 2 vil cirka 135 boliger (ca 470 PE) bli påvirket, i tillegg til skolen på Hessa. På skolen er det ca 385 personer, som er der i 6 av døgnetts timer og utgjør derfor bare 1/4 av døgnforbruket. Derfor vil skolen tilsvare ca 95 PE. Det totale antall PE tilknyttet strekk 2 er da 565 PE.



FIGUR 32 OVERSIKT STREKK 3 - 4

Ved forurensing på strekk 3 vil drikkevannet til ca 75 boliger (ca 165 PE) som er direkte tilknyttet vannledningen bli påvirket. Videre vil en forgrening av vannledningen nedover mot sjøen påvirke ytterlige ca 90 boliger (ca 315 PE) som ligger lengre sør på Hessa, i tillegg til at ca 60 boliger på strekk 4 som er direkte tilknyttet blir påvirket. Dette blir ca 225 boliger (ca 790 PE).

Strekk 4 er en ringledning som fortsetter rundt Hessa, men en ventil som alltid er stengt gjør at det i praksis er en endeledning. Strekk 4 er en fortsettelse av strekk 3. Ved strekk 4 vil ca 60 boliger (210 PE) bli påvirket.

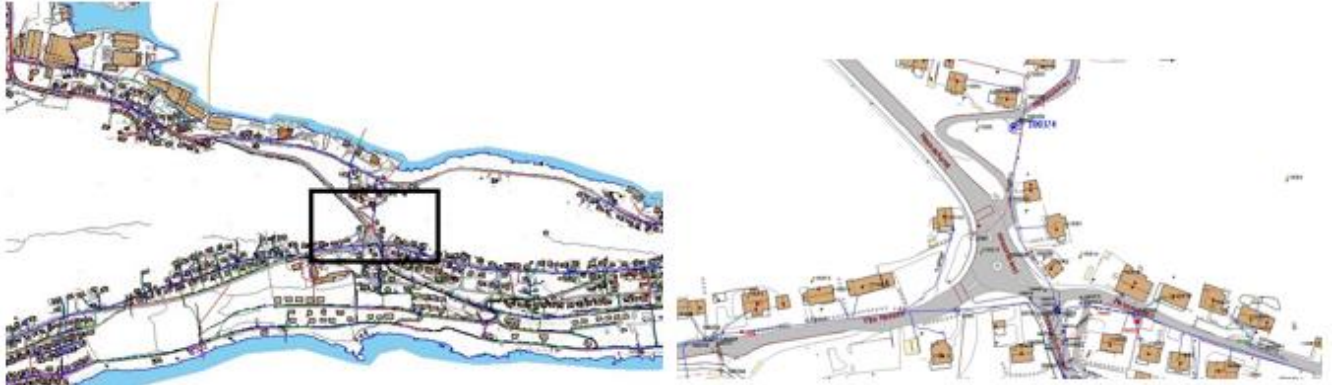
Vi ser for oss at det i hvert tilfelle vil være 1 cm med avløpsvann liggende igjen i bunnen av 5 meter av det nye røret. Mengden avløpsvann og rentvann i rørene blir da som i tabellen nedenfor.

	Totalt vann		Avløpsvann	Rentvann		
	Volum (m ³)	Volum (L)		Volum (m ³)	Volum (L)	Volum (L)
Strekk 1	15,462	15462,3	0,003	2,86	15,459	15459,42
Strekk 2	4,329	4329,2	0,003	2,86	4,326	4326,37
Strekk 3	35,605	35605,4	0,004	3,53	35,602	35602,87
Strekk 4	18,677	18677,3	0,004	3,53	18,674	18674,82

TABELL 24 MENGDE FORURENSING

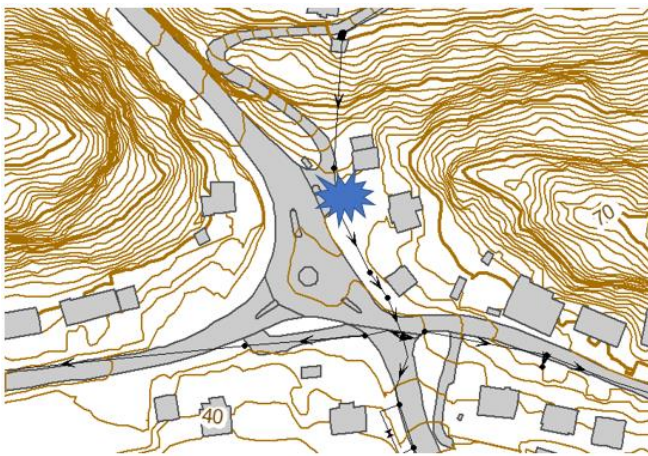
3.4.3 Scenario 3: Innsug

Hessa får levert drikkevannet fra en trykkøkingsstasjon som skal sikre et akseptabelt trykk ute på nettet. I dette scenarioet skal vi se på hvordan en større lekkasje etter trykkøkingsstasjonen forårsaket av et uhell med gravemaskin i Hessaskaret kan påvirke drikkevannet, og hvilken helseeffekt dette kan ha for abonnentene i Hessa.



FIGUR 33 OVERSIKT OVER OMRÅDET SCENARIO 3 UTPILLER SEG

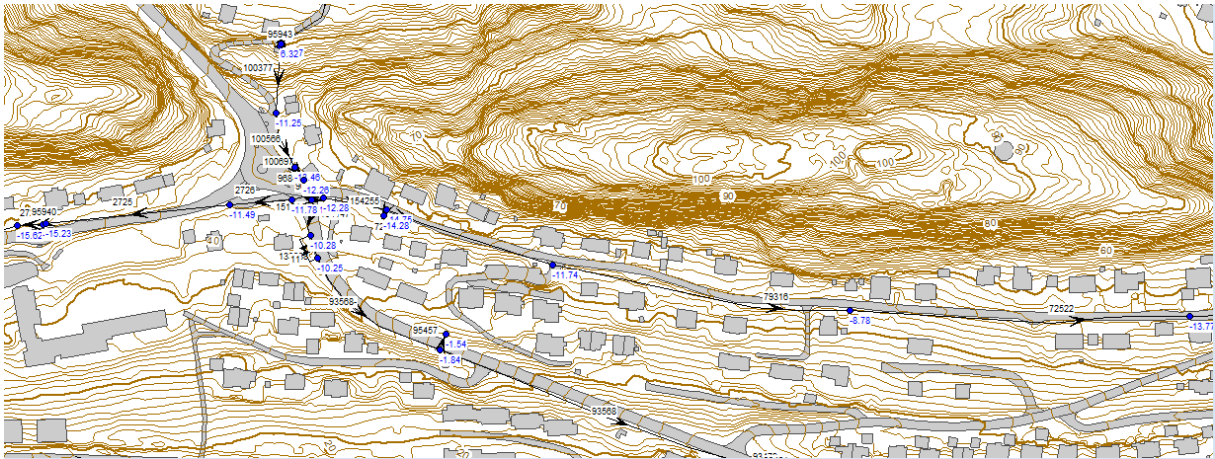
Fig 33 viser hvor på Hessa hendelsen skjer. Området består av vann, spillvann og overvann i felles grøft, fordelt grovt sett på vannledninger og fellesledninger. Ledningene der uhellet forekommer består av vannledning (SJK 200mm) fra 2002, og fellesledning (PVC 110mm) fra 2002. Vannledningen har SID 100566, og går til en kum som fordeler vannet på fire ledninger som forsyner hele Hessa. Ledningene går mot vest, øst og sør, med varierte dimensjoner, materialer og alder.



FIGUR 34: VISER HVILKEN LEDNING GRAVEMASKINEN LAGER HULL I

På figur 34 ser man hvor lekkasjen er tiltenkt. Størrelsen på hullet er 500mm^2 , noe som fører til at $37,7\text{ l/s}$ vil lekke ut av nettet. Trykket i ledningsnettet vil falle, og på de ledningene som ligger høyest vil det bli undertrykk. Lekkasjen er tiltenkt å vare i maks 3 timer før den blir reparert, fra kl 09:00 til 13:00. Vi skal se på hvordan 3 forskjellige hull med innsug i 30min, 60 min og 180min spiller inn på drikkevannskvaliteten og spredningen av mikroorganismer.

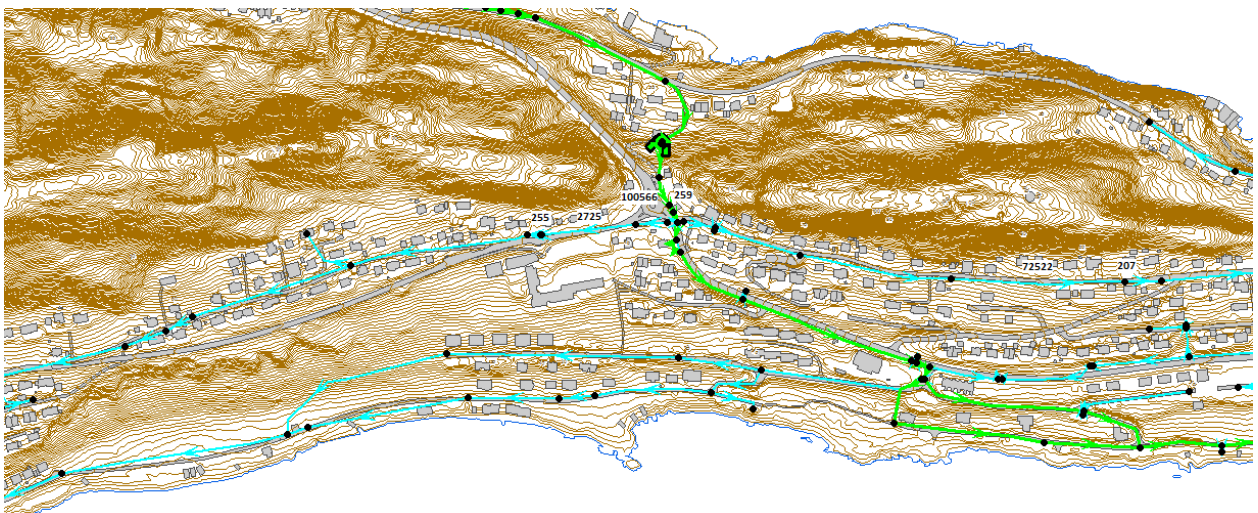
På figur 35 ser vi hva som skjer med ledningsnettet på Hessa. Trykket i ledningene faller med ca 60mvs , og vil fortsette å synke i 3 timers-perioden helt til lekkasjen er utbedret. Totalt vil det være undertrykk i 45 ledninger med en total lengde på ca. 3500m .



FIGUR 35: OVERSIKTSBILDE OVER TRYKK I LEDNINGER I SCENARIO 3

De tre hullene er tiltenkt å være i ledningene 2725, 100566 og 72522 i Epanet. Ledningene 2725 og 72522 er begge Asbestsementrør fra 1964 med diameter på henholdsvis 150mm og 200mm, mens ledning 100566 er 200mm duktilt støpejern fra 2002. Det er mangelfull data på hvor spillvannsledningene ligger i forhold til vannledningene, men det kan antas at stikkledningene for vann og avløp ligger i samme grøft. Det er tatt utgangspunkt i at i innsugingspunktet er det forurenset masse på grunn av lekkasje fra avløpsnett. For utregninger av forurensningsmasse som blir sugd inn er det brukt Monte Carlo simulering som tidligere nevnt. I vedlegg 5 vises utregninger samt verdier som er brukt.

Vært innsugingspunkt vil bli simulert i EPANET-MSX, med en periode på 30min, 60min og 180min med undertrykk. I MSX er det ikke mulig å legge inn forurensning direkte i en ledning, derfor vil innsugingspunktene være i en node i simuleringen. Det er da nodene 255, 259 og 207 som vil bli innsugingspunkt i modellen, og som vil representere et innsug i ledningene som er nevnt i forrige avsnitt.



FIGUR 36: OVERSIKT OVER INNSUGINGSPUNKTER

På figur 36 ser man hvor ledningene og de tilhørende nodene er. Simuleringen gjort i MSX er vist i vedlegg 4, og resultatene er presentert og omtalt i kap 4.3. I tillegg til å se på spredningen og mengden mikroorganismer, vil det også gjøres beregninger for å se hvilken effekt forurensningsmengden vil ha på eksponerte abonnenter i utvalgte noder.

4 Resultat

I dette kapitlet vil vi kort oppsummere hva resultatene er. Målet er å vise hvordan forurensing inn på ledningsnett, og mengden mikroorganismer utvikler seg, sett i forhold til mengden restklor som er på nettet.

Vi skal se på tre forskjellige scenarioer og hvordan mikroorganismene, Norovirus, Campylobacter og Giardia, fordeler seg i en tidsperiode på 48 timer.

Diagrammene som viser konsentrasjonen av mikroorganismer i hvert scenario har i enkelte tilfeller opphold (deler som viser ingen verdi). Dette er fordi resultatene viser konsentrasjonen i nodene akkurat på hver hel og halv time, dette fører til at når forurensingen er mellom nodene, vil det ikke gi utslag i resultatet før det har nådd neste node.

Resultatene er blitt lagt ved i vedlegg 4 og 5. Det er gjort en analyse av antall abonnenter eksponert i hvert enkelt scenario. Dette er vist i vedlegg 8.

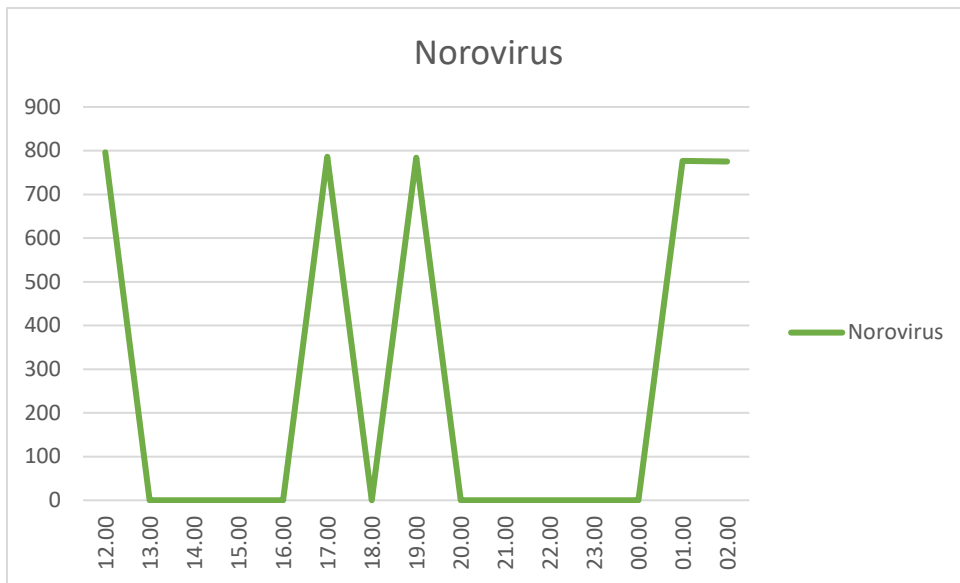
4.1 Scenario 1: Brann

I dette scenariet har vi sett på hvordan smitte- og spredningsfaren er ved et branntilfelle i sukkertoppvegen. Der ble en brannhydrant benyttet med maksimal kapasitet. En slik brann fører til undertrykk i ledning 6 i EPANET. Vi skal her se på hvilken effekt et innsug av mikroorganismer i ledningen vil ha på drikkevannskvaliteten og eksponerte abonnenter, samt spredningen i ledningsnett.

Vi har sett på to tilfeller, brann i 1 og 2 timer. Resultatene fra beregningene er gitt i vedlegg 4 og 5, der målingene i nodene begynner etter 18 timer. Dette er for å sikre at mengden restklor har spredt seg i ledningsnett før mikroorganismene blir tilsatt. Målingene i simuleringen fortsetter til time 48:00.

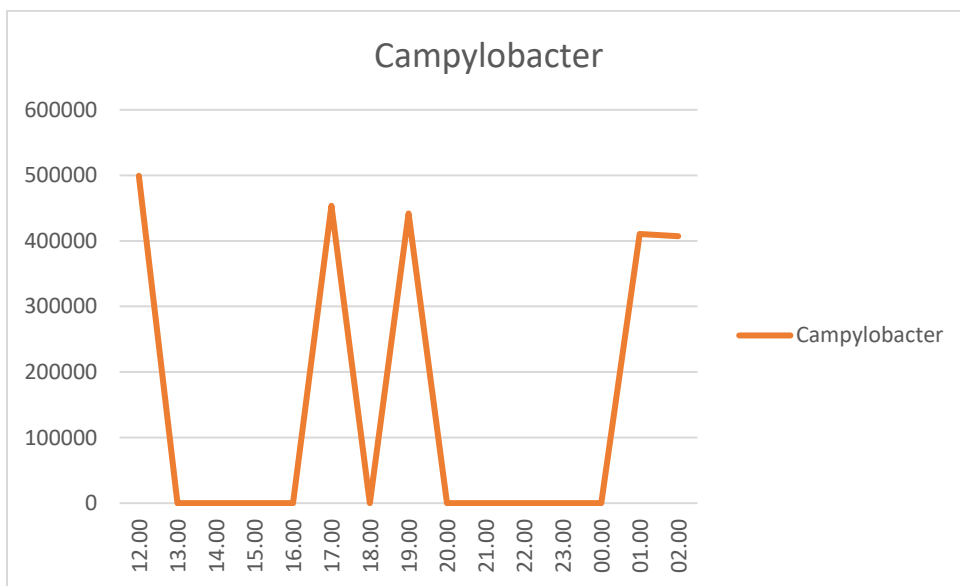
60 min

I dette tilfellet starter mengden Norovirus 796,11 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 775,44 i node 130023, 14 timer senere.



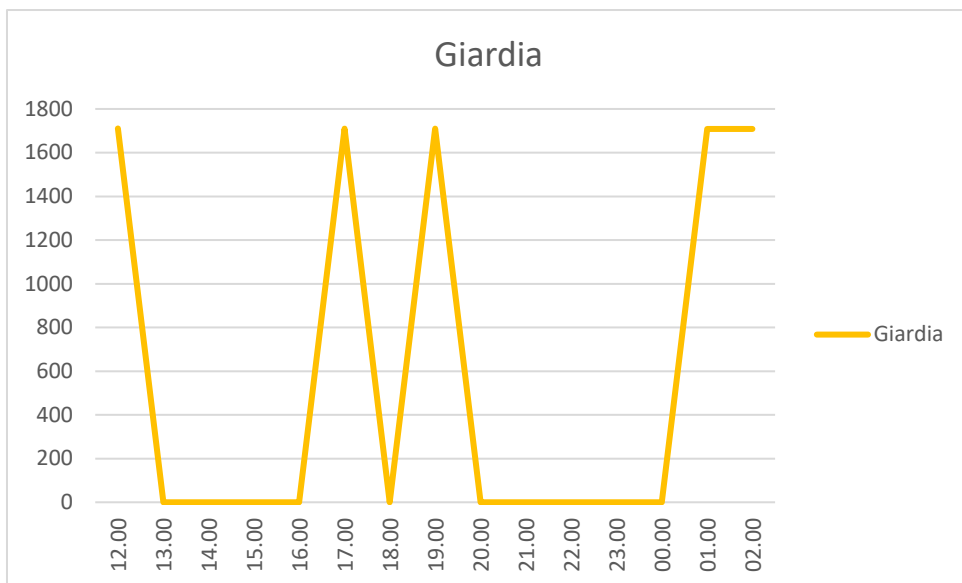
FIGUR 37 MENGDE NOROVIRUS 60MIN, SCENARIO 1

Mengden Campylobacter starter på 499372,13 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 407074,16 i node 130023, 14 timer senere.



FIGUR 38 MENGDE CAMPYLOBACTER 60MIN, SCENARIO 1

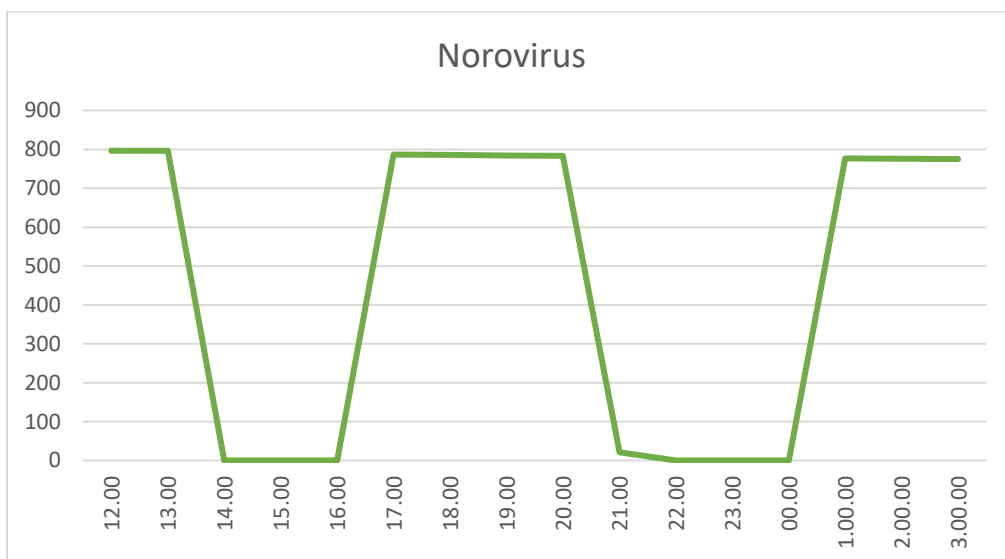
Mengden giardia starter på 1710,62 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 1708,53 i node 130023, 14 timer senere.



FIGUR 39 MENGDE GIARDIA 60MIN, SCENARIO 1

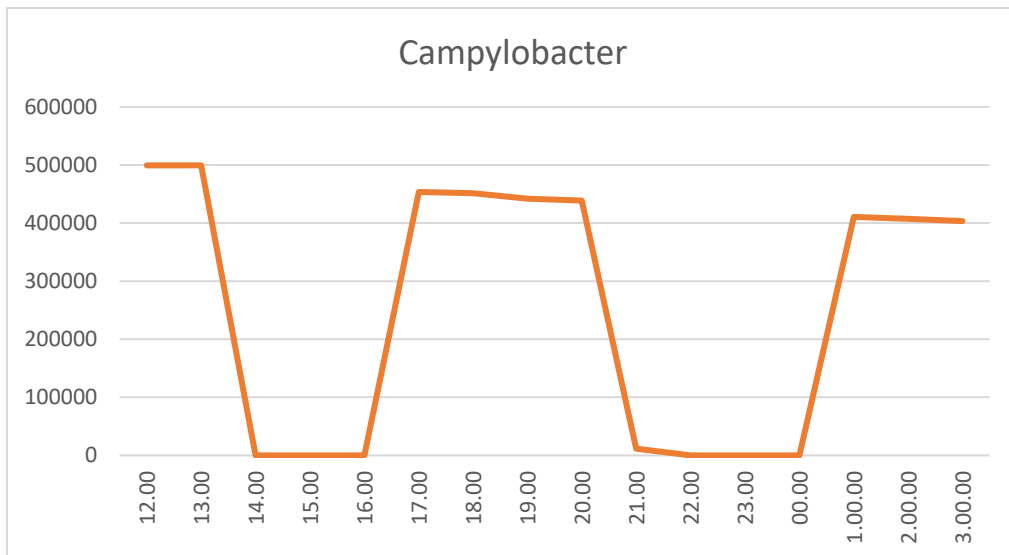
120 min

I dette tilfellet starter mengden Norovirus 796,11 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 775,66 i node 130023, 15 timer senere.



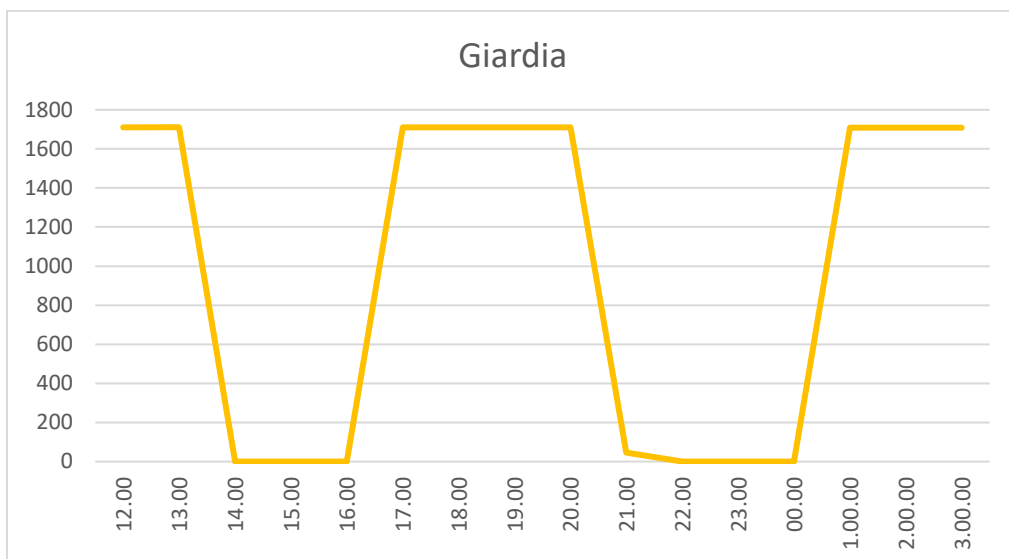
FIGUR 40 MENGDE NOROVIRUS 120MIN, SCENARIO 1

Mengden Campylobacter starter på 499372,13 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 403621,34 i node 130023, 15 timer senere.



FIGUR 41 MENGDE CAMPYLOBACTER 120MIN, SCENARIO 1

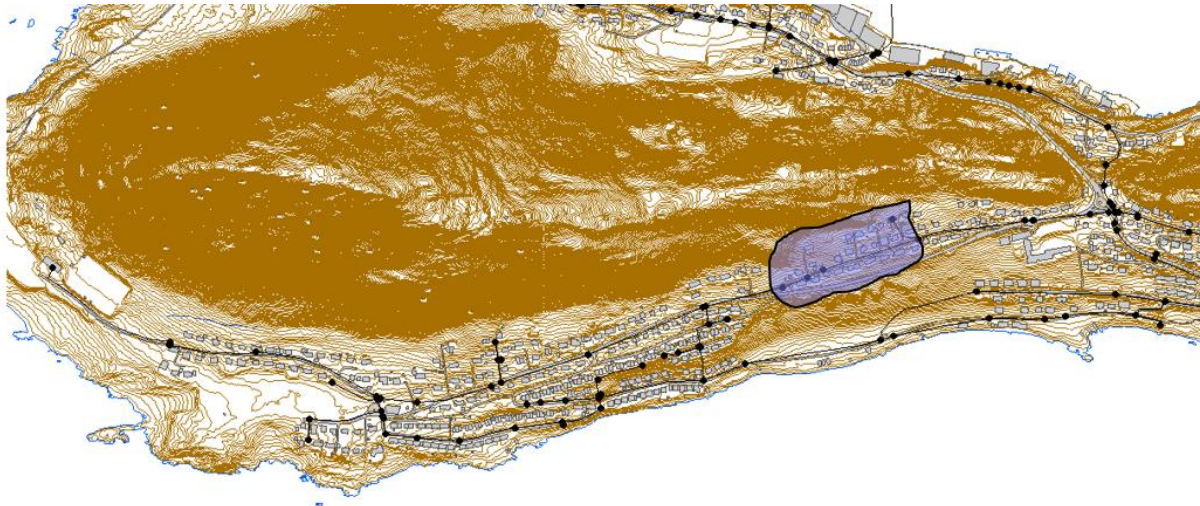
Mengden Giardia starter på 1710.62 part/l i node 146093 og synker gradvis til den er 1708.63 i node 130023, 15 timer senere.



FIGUR 42 MENGDE GIARDIA 120MIN, SCENARIO 1

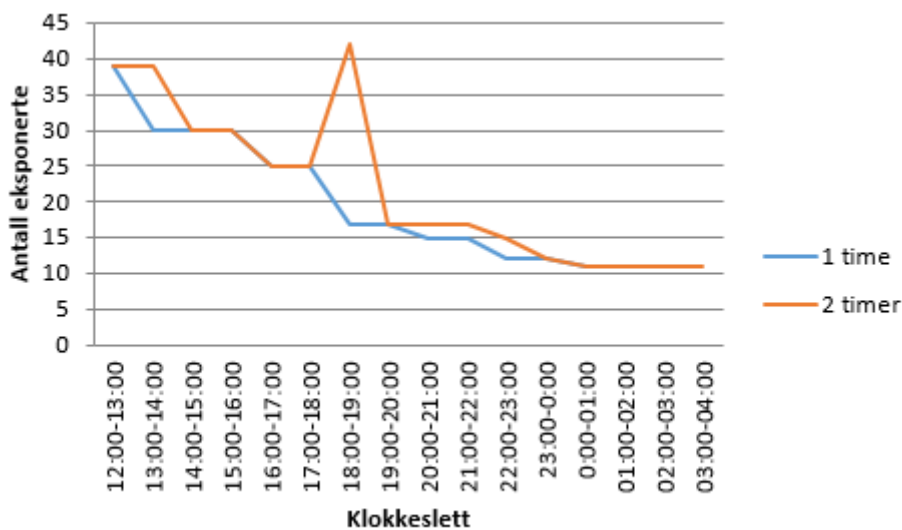
Oppsummering

På fig 43 er det illustrert hvordan de to innsugene på 60 og 120 min sprer seg i ledningsnettet i løpet av simuleringsperioden på 48 timer. Den blå fargen representerer begge innsugene. Spredningen følger vannstrømmen vestover fra innsugingspunktet, node 146093. Vi kan se at for begge tilfellene så er spredningen den samme. Dette er fordi vannhastigheten i ledningsnettet på Sukkertoppvegen er lav, ca 0,01 m/s. Den lave hastigheten fører også til at spredningen av de skadelige mikroorganismene heller ikke er særlig stor sammenlignet med de andre scenariene.



FIGUR 43 SPREDNING, SCENARIO 1

Ut ifra resultatene fra MSX er det estimert hvor mange tilkoblede abonnenter som blir eksponert i løpet av en time og totalt antall eksponerte i løpet av 48 timer. På fig 44 kan man se antall eksponerte i løpet av en time. Med et lenger innsug vil forurensingen være en fare for abonnentene i en lenger periode. Dette ser man i diagrammet, der det med et innsug på 2 timer fører til at antall eksponerte er høyere enn med innsug i 1 time nesten gjennom hele simuleringsperioden. Antall eksponerte synker også jevnt i begge tilfellene i løpet av simuleringen, dette er rett og slett fordi forurensingen spres til områder der det er bosatt færre personer. Totalt i begge tilfellene vil 87 abonnenter eksponeres.



FIGUR 44 ANTALL EKSPONERTE, SCENARIO 1

I node 4592 er det sett på risikoen for å utvikle sykdomssymptomer dersom man får i seg en dose av de skadelige mikroorganismene. Det er estimert at 17 personer er tilkoblet i området rundt noden, og dermed står i fare for å drikke de skadelige mikroorganismene fra springen. Da dosen hver enkelt person kan få i seg varierer ut ifra hvor mye vann de drikker fra springen, er det gjort en Monte Carlo simulering. Resultatet av den simuleringen er vist i tabell 25. Konsentrasjonen av mikroorganismer i drikkevannet varierer lite mellom tilfellene, noe som fører til at risikoen for smitte dersom man får i seg en dose er lik, 99.99%. Dette gir 16.99 antall sykdomstilfeller. Fra tabellen ser vi at den største bidragsyteren for en så høy risiko er Giardia, da denne alene står for 99.99% sannsynlighet.

Node	Tid innsug	Mikroorganismer	mo/L	%	Husstander	Personer	Personer smittet
4592	13.00	Giardia	1709,37	99.99	6	17	16.99
4592	13.00	Campylobacter	441811,16	78.65	6	17	13.37
4592	13.00	Norovirus	783,66	27.66	6	17	4.70
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.99	6	17	16.99
4592	14.00	Giardia	1709,48	99.99	6	17	16.99
4592	14.00	Campylobacter	438487,97	78.64	6	17	13.36
4592	14.00	Norovirus	782,97	27.69	6	17	4.70
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.99	6	17	16.99

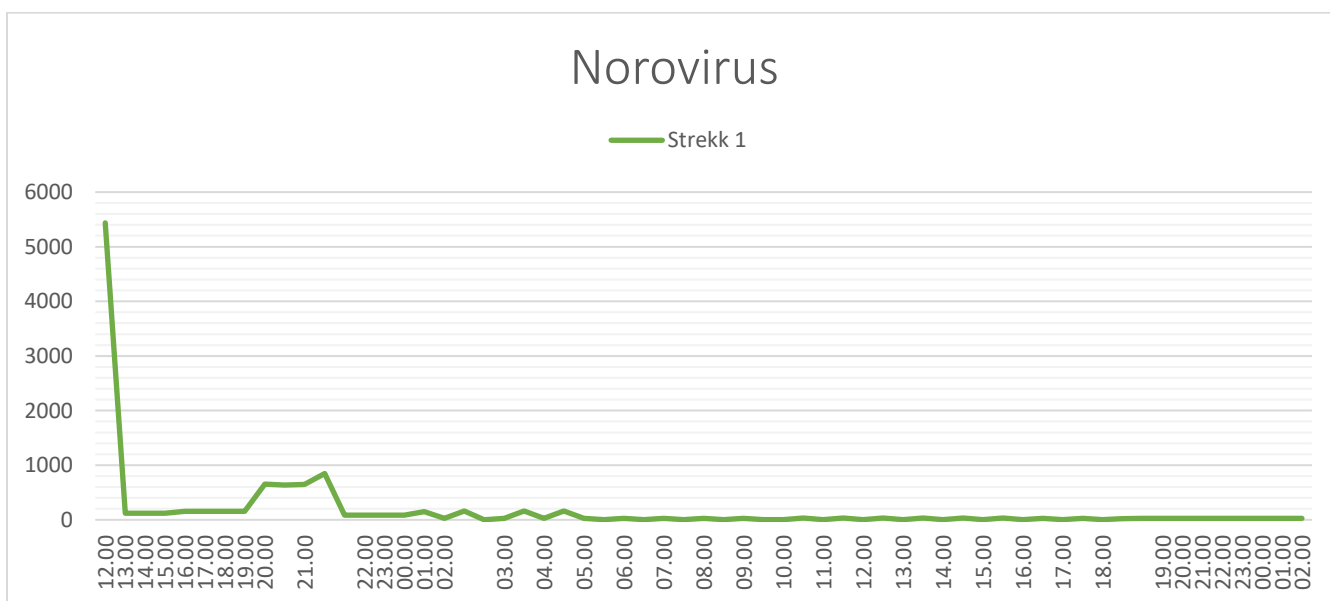
TABELL 25 ANTALL SMITTEDE, SCENARIO 1

4.2 Scenario 2: Vedlikehold på ledningsnett

I dette scenariet har vi sett på hvordan smitte- og spredningsfaren er ved forurensing knyttet til vedlikehold på ledningsnett, som nevnt i kap 3.4.2.

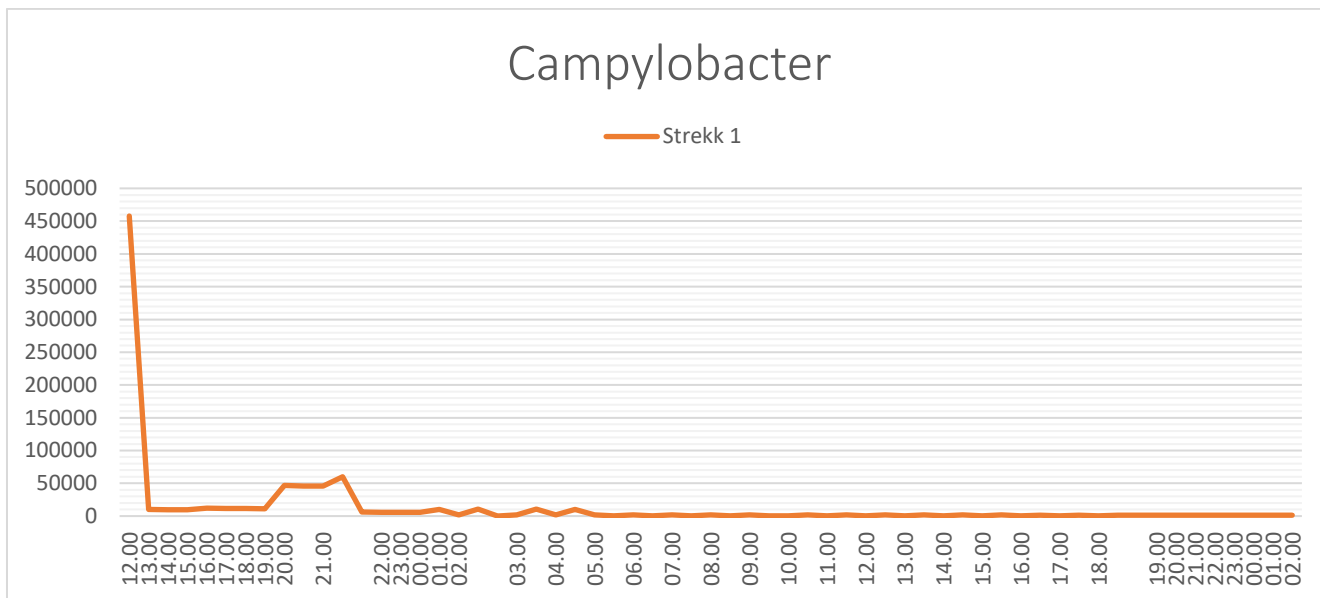
Strekk 1

Dette kapittelet presenterer resultatene fra strekk 1 som ligger sør-vest på Hessa. I dette tilfellet faller mengden for Norovirus drastisk den første timen, fra klokka 12:00 til 13:00. Mengden synker fra 5437 part/l i ledning 71030, før de ligger på rundt 123,08 part/l i ledning 70995. Klokka 20:00 stiger norovirusmengden merkbart til 655,56 part/l i ledning 139705. Mengden ligger rundt dette nivået i to timer før den synker tilbake til det nivået den har ligget på tidligere. Deretter synker mengden gradvis til mikrobene er ute av ledningsnett klokka 03:00, når simuleringen har kjørt i 39 timer, dette grunnet abonnentenes forbruk.



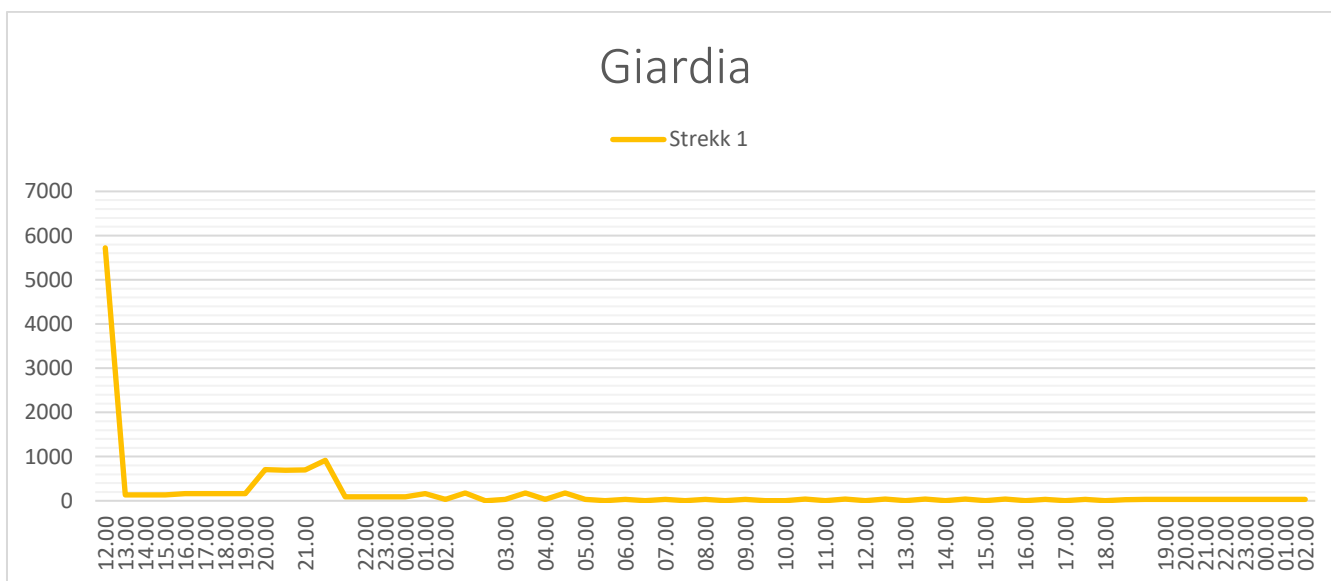
FIGUR 45 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 1

Mengden Campylobacter starter på 457812 CFU/l i ledning 71030 klokka 12:00. Én time senere har mengden campylobacter sunket drastisk til 10131,12 CFU/l i ledning 70995. Klokka 20:00 stiger campylobactermengden merkbart til 46901,64 CFU/l i ledning 139705. Mengden ligger rundt dette nivået i to timer før den synker tilbake til det nivået den har ligget på tidligere. Deretter synker mengden gradvis til mikrobene er ute av ledningsnettets klokka 03:00, når simuleringen har kjørt i 39 timer, dette grunnet abonnentenes forbruk.



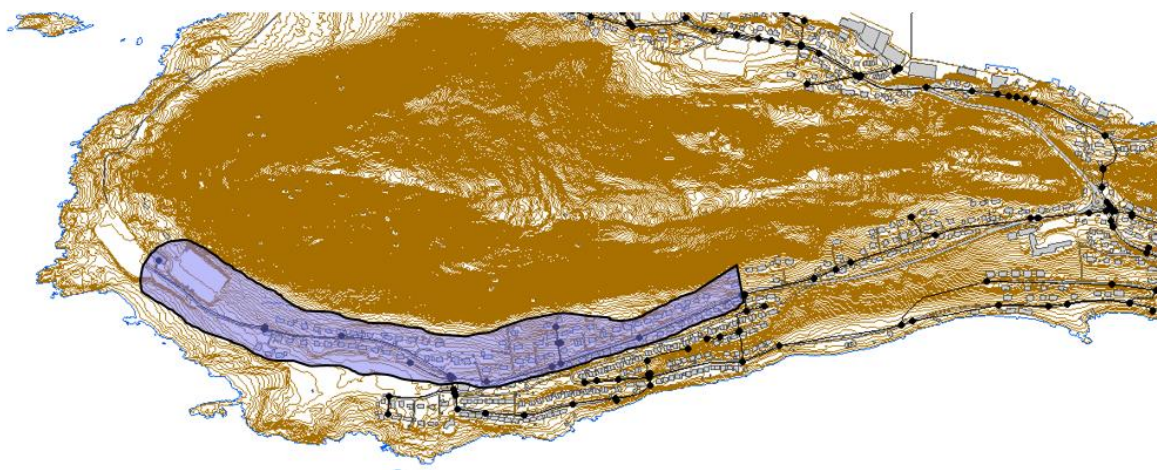
FIGUR 46 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 1

Mengden Giardia starter på 5723 part/l i ledning 71030 klokka 12:00. Én time senere har mengden Giardia sunket drastisk til 129,97 part/l i ledning 70995. Klokka 20:00 stiger mengden Norovirus merkbart til 706,07 part/l i ledning 139705. Mengden ligger rundt dette nivået i to timer før den synker tilbake til det nivået den har ligget på tidligere. Deretter synker mengden gradvis til mikrobene er ute av ledningsnettets klokka 03:00, når simuleringen har kjørt i 39 timer, dette grunnet abonnentenes forbruk.



FIGUR 47 MENGDE GIARDIA, STREKK 1

Figuren under viser spredningen for strekk 1 over en periode på 48 timer, fra ledning 71030 i øst til ledning 115 i vest. Her det totale antallet eksponerte 307.

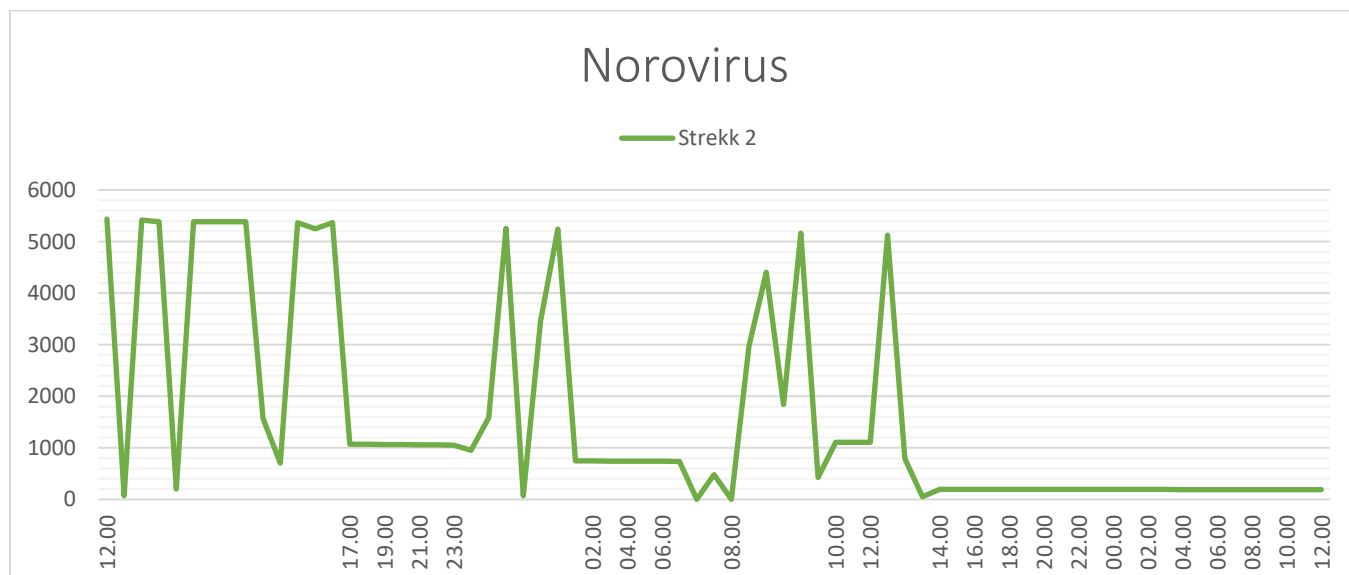


FIGUR 48 SPREDNING, STREKK 1

Strekk 2

Dette kapittelet presenterer resultatene fra strekk 2 som ligger sør-vest på Hessa. I dette tilfellet viser resultatene fra EPANET-MSX storvariasjon i konsentrasjonen av mikrober, dette er grunnet måten EPANET-MSX beregner og oppgir resultatene. Mikrobe nivåene ser ut til å synke gradvis fram til simuleringen har kjørt i 26 timer og nivåene stabiliserer seg på et betydelig lavere nivå.

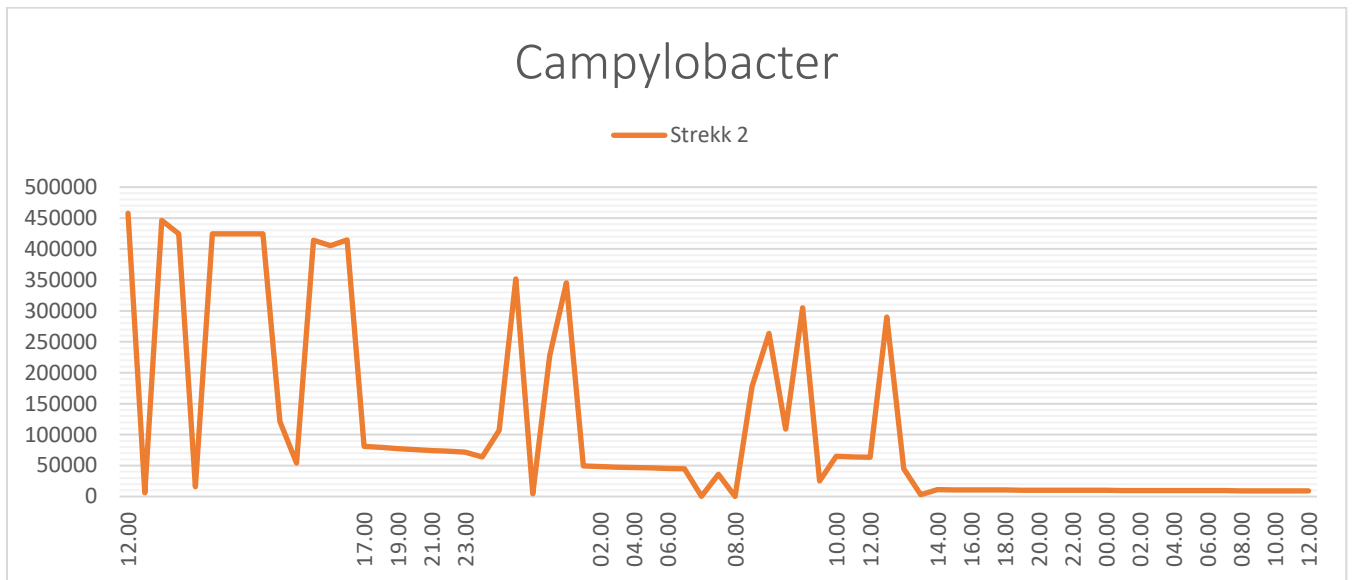
Mengden norovirus starter på 5437 part/l i ledning 2726. Mengden synker gradvis fram til klokka 13:00, når simuleringen har kjørt i 25 timer, og mengden er på 5126,66 part/l i node 130023. Én time senere har mengden sunket til 195,86 part/l i ledning 71033, deretter synker mengden gradvis til den er 191,33 part/l i ledning 71033 når simuleringen har kjørt i 48 timer.



FIGUR 49 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 2

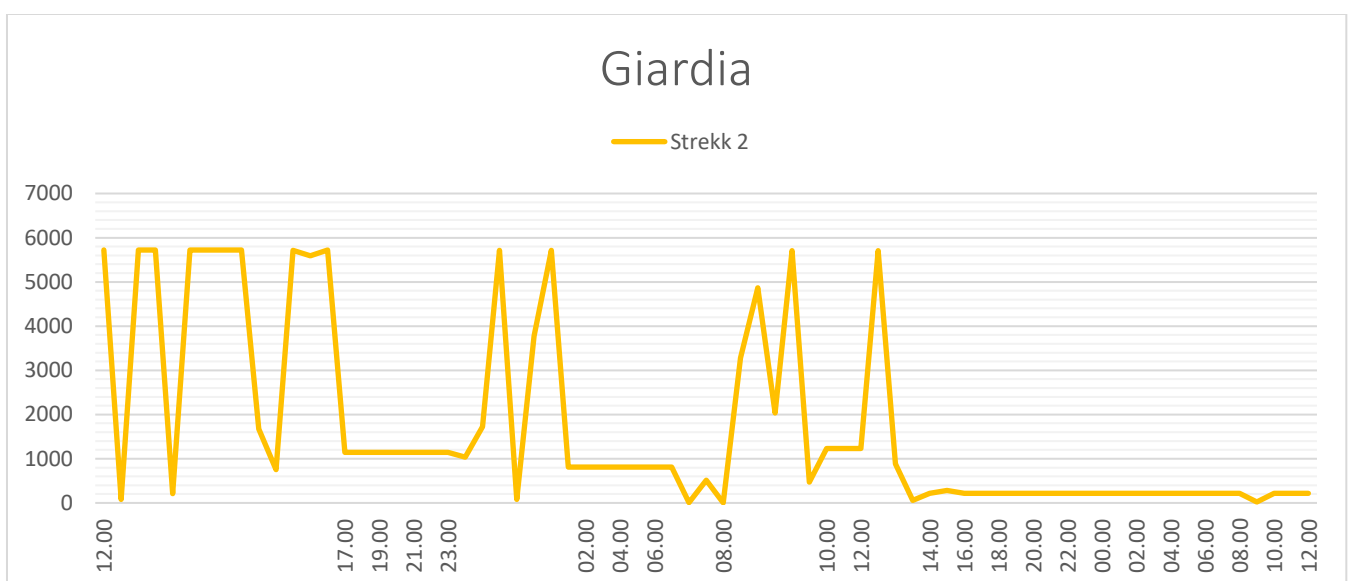
Mengden Campylobacter starter på 457812 CFU/l i ledning 2726. Mengden synker gradvis fram til klokka 13:00, når simuleringen har kjørt i 25 timer, og mengden er på 290013,03 CFU/l i node 130023. Én time senere har mengden sunket til 10984,92 CFU/l i ledning

71033, deretter synker mengden gradvis til den er 19161,49 CFU/l i ledning 71033 når simuleringen har kjørt i 48 timer.



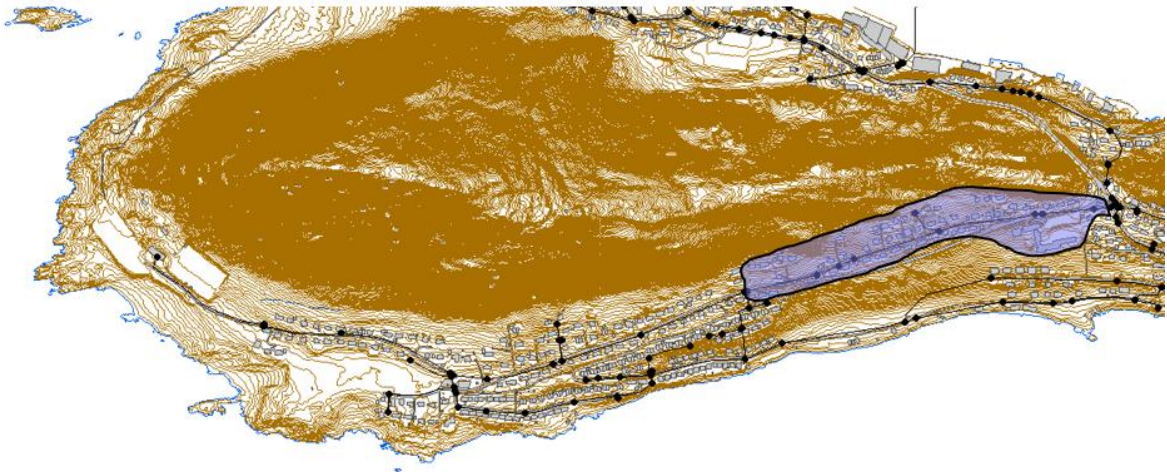
FIGUR 50 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 2

Mengden Giardia starter på 5723 part/l i ledning 2726. Mengden synker gradvis fram til klokka 13:00, når simuleringen har kjørt i 25 timer, og mengden er på 4707,39 part/l i node 130023. Én time senere har mengden sunket til 218,31 part/l i ledning 71033, deretter synker mengden gradvis til den er 218,08 part/l i ledning 71033 når simuleringen har kjørt i 48 timer.



FIGUR 51 MENGDE GIARDIA, STREKK 2

Figuren under viser spredningen for strekk 2 over en periode på 48 timer, fra ledning 2726 i øst til ledning 71033 i vest. Her er det totale antallet eksponerte 413.

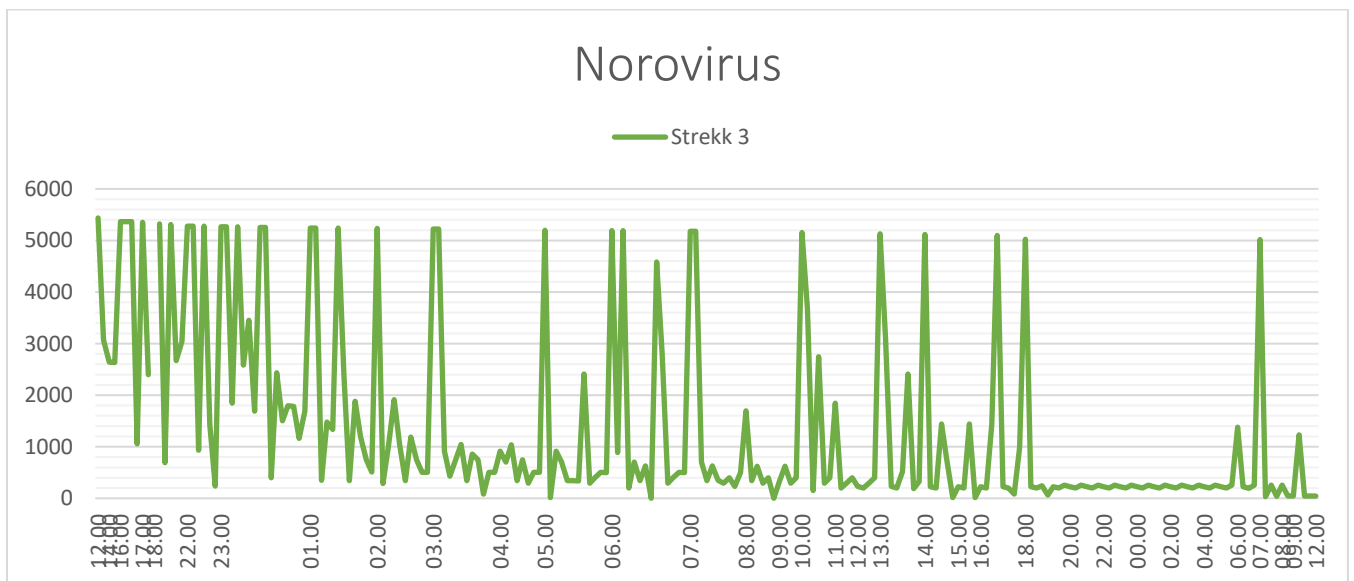


FIGUR 52 SPREDNINGEN, STREKK 2

Strek 3

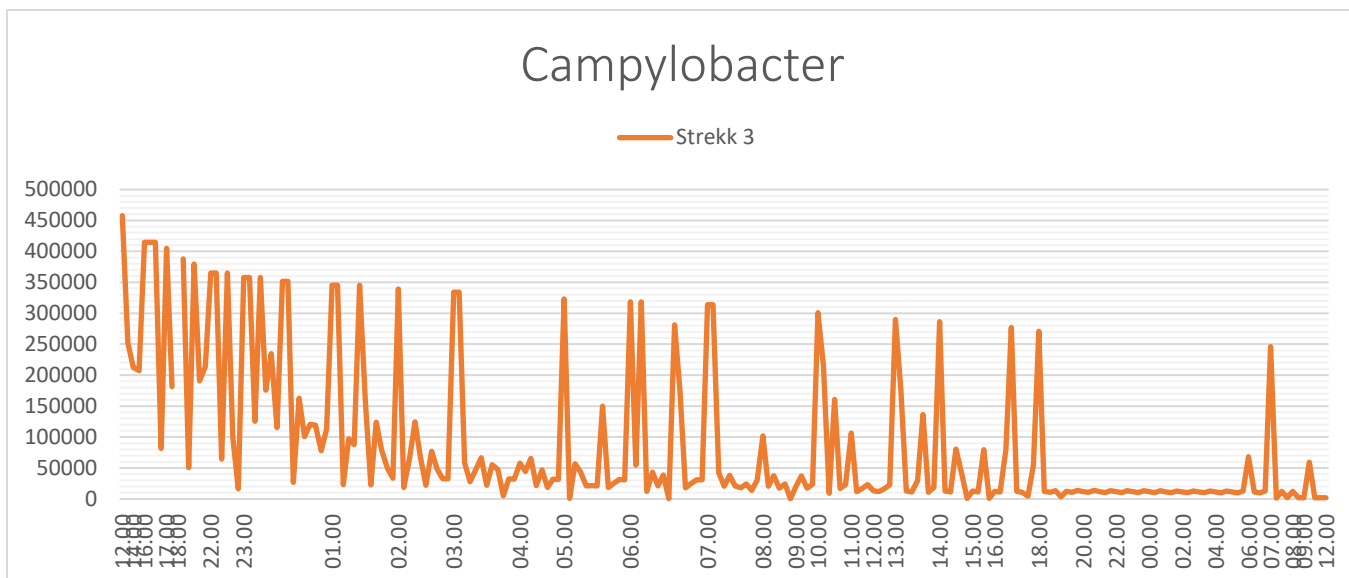
Dette kapittelet presenterer resultatene fra strekk 3, som ligger sør-øst på Hessa. I dette tilfellet varierer mikrobemengden i stor grad.

Toppene i figuren for norovirus, under, viser verdier fra 5437 part/l i ledning 72521 i begynnelsen av simuleringen, mengden norovirus synker gradvis til slutten av simuleringen hvor nivået er på 5019,65 part/l i node 5457 klokka 07:00.



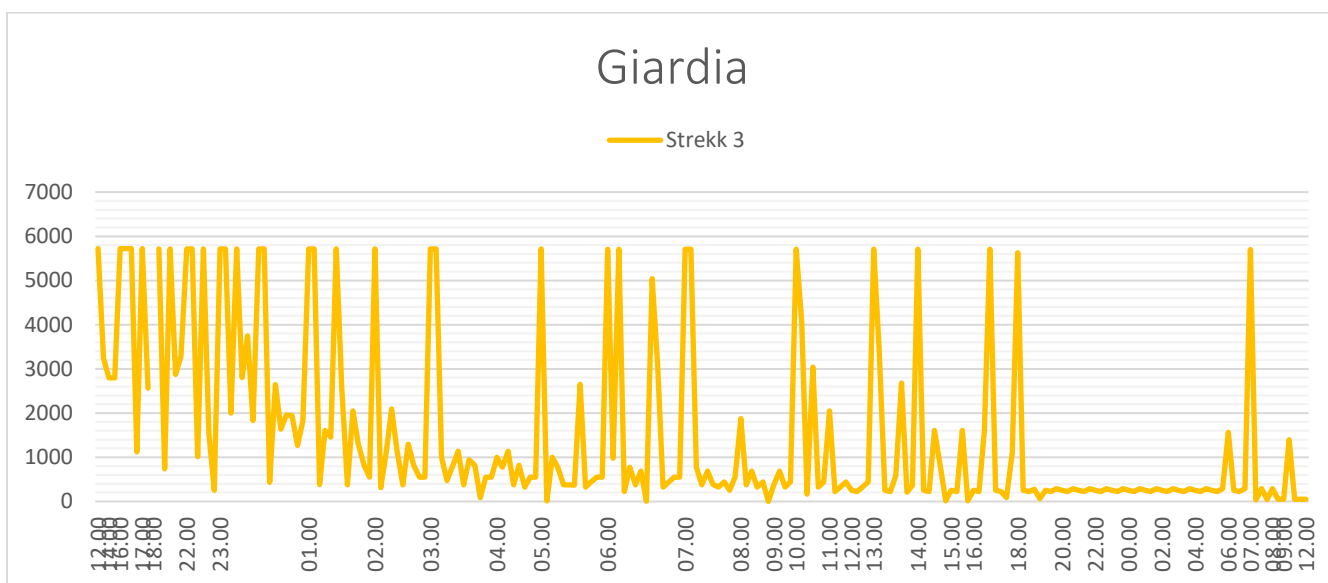
FIGUR 53 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 3

Toppene i figuren for Campylobacter, under, viser verdier fra 457812 CFU/l i ledning 72521 i begynnelsen av simuleringen, mengden Campylobacter synker gradvis til slutten av simuleringen hvor nivået er på 246186,30 CFU/l i node 5457 klokka 07:00.



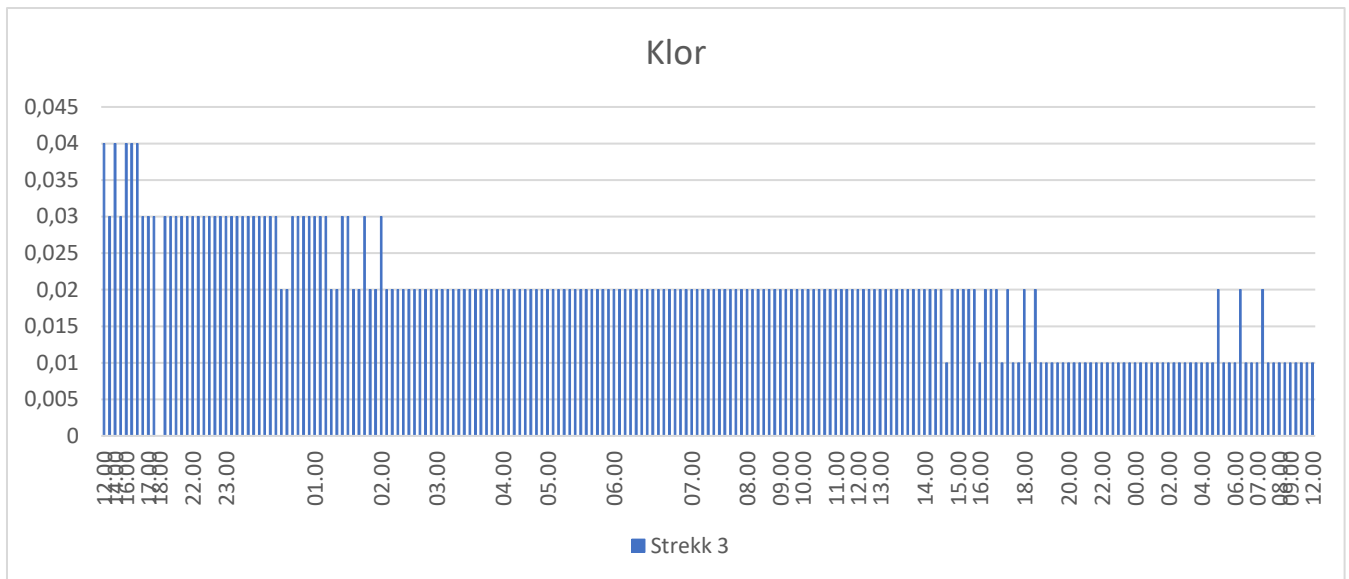
FIGUR 54 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 3

Toppene i figuren for Giardia, under, viser verdier fra 5723 part/l i ledning 72521 i begynnelsen av simuleringen, mengden Giardia synker gradvis til slutten av simuleringen hvor nivået er på 5701,79 part/l i node 5457 klokka 07:00.



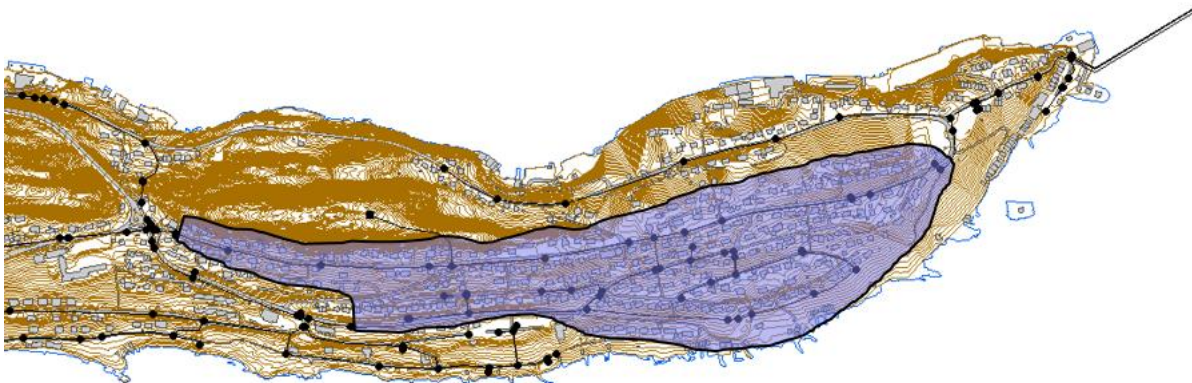
FIGUR 55 MENGDE GIARDIA, STREKK 3

Restklornivået synker gradvis fra 0,4 mg/L i ledning 72521 klokka 12:00 i begynnelsen av simuleringen til 0,1 mg/L i ledning 133293 klokka 12:00 i slutten av simuleringen.



FIGUR 56 MENGDE RESTKLOR, STREKK 3

Figuren under viser spredningen for strekk 3 over en periode på 48 timer, fra ledning 72521 i vest til ledning 133293 i øst. Her er det totale antallet eksponerte 898.

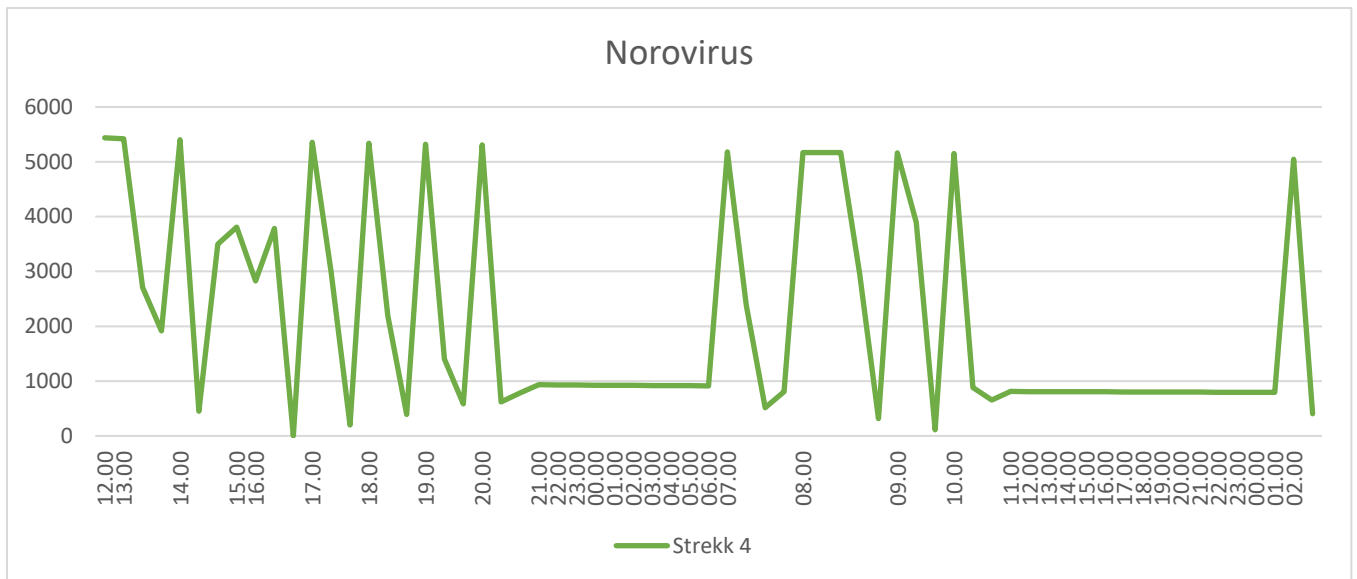


FIGUR 57 SPREDNING, STREKK 3

Strek 4

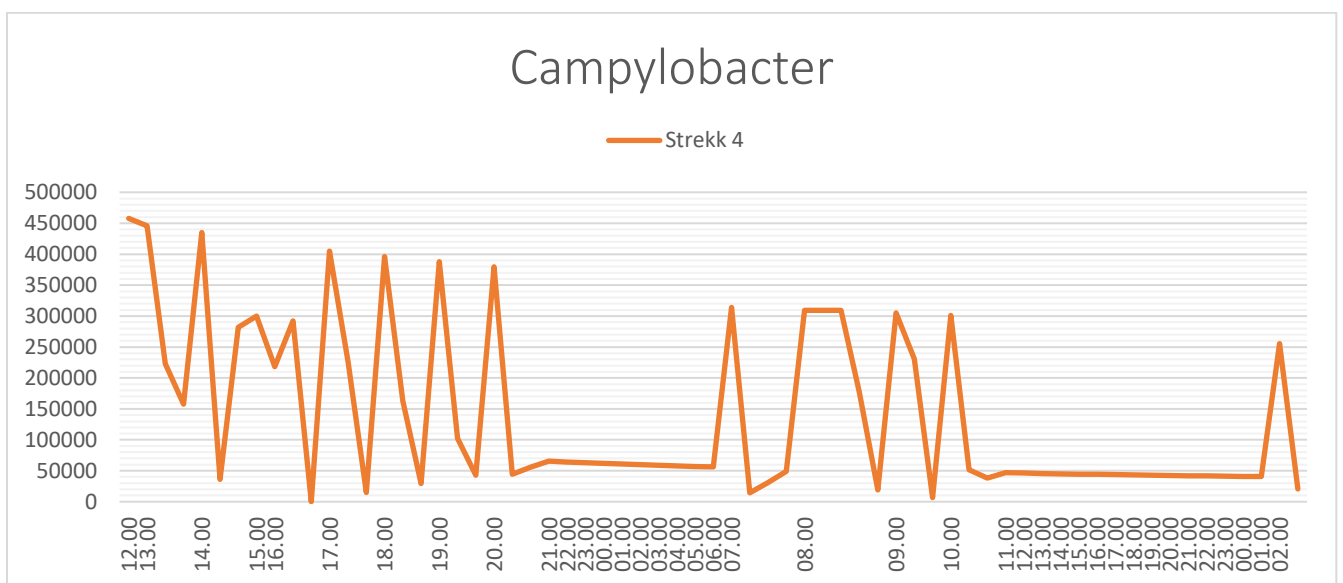
Dette kapittelet presenterer resultatene fra strekk 4 som ligger sør-øst på Hessa. I dette tilfellet er det stor variasjon i resultatene fra EPANET-MSX.

Mengden norovirus starter på 5437 part/l i ledning 79105. Mengden synker gradvis fram til klokka 02:00, når simuleringen har kjørt i 38 timer, hvor den ligger på 5043,33 part/l i node 211 og 401,50 part/l i ledning 72667. Etter dette forsvinner mengden norovirus grunnet abonnentenes forbruk.



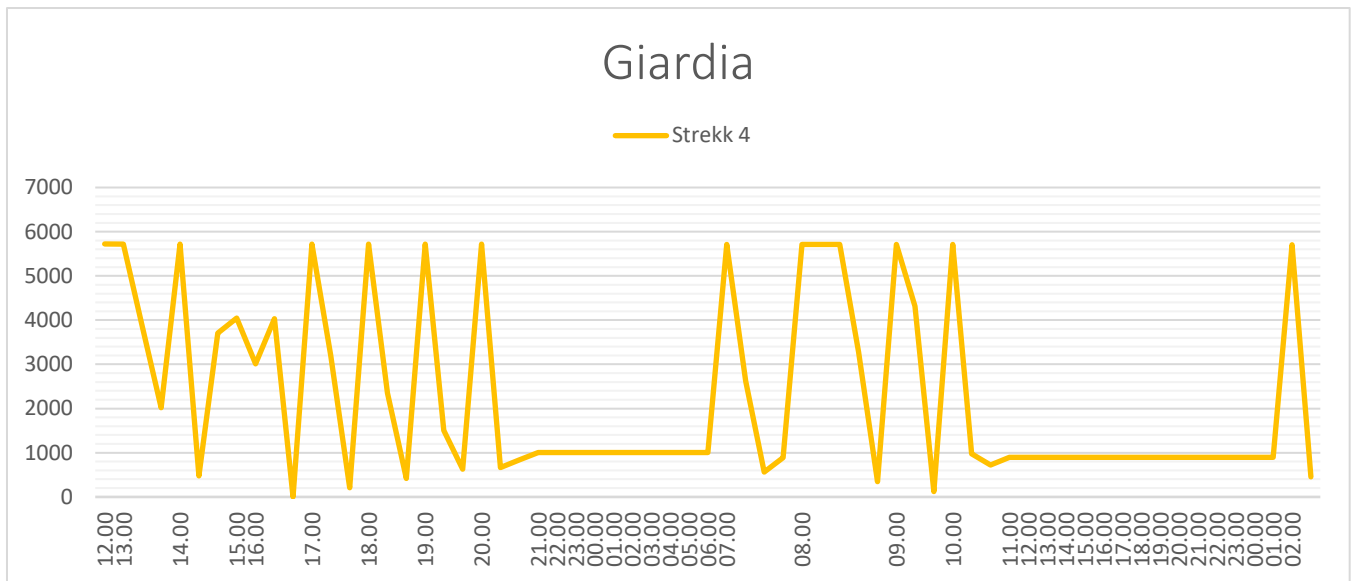
FIGUR 58 MENGDE NOROVIRUS, STREKK 4

Mengden *Campylobacter* starter på 5437 CFU/l i ledning 457812. Mengden synker gradvis fram til klokka 02:00, når simuleringen har kjørt i 38 timer, hvor den ligger på 255350,84 CFU/l i node 211 og 20363,74 CFU/l i ledning 72667. Etter dette forsvinner mengden *Campylobacter* grunnet abonnentenes forbruk.



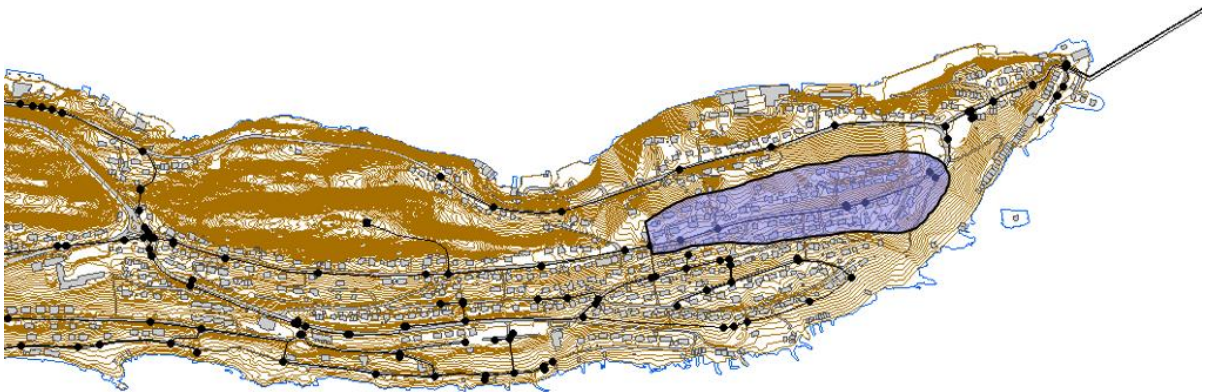
FIGUR 59 MENGDE CAMPYLOBACTER, STREKK 4

Mengden *Giardia* starter på 5723 part/l i ledning 79105. Mengden synker gradvis fram til klokka 02:00, når simuleringen har kjørt i 38 timer, hvor den ligger på 5703,04 part/l i node 211 og 453,92 part/l i ledning 72667. Etter dette forsvinner mengden *Giardia* grunnet abonnentenes forbruk.



FIGUR 60 MENGDE GIARDIA, STREKK 4

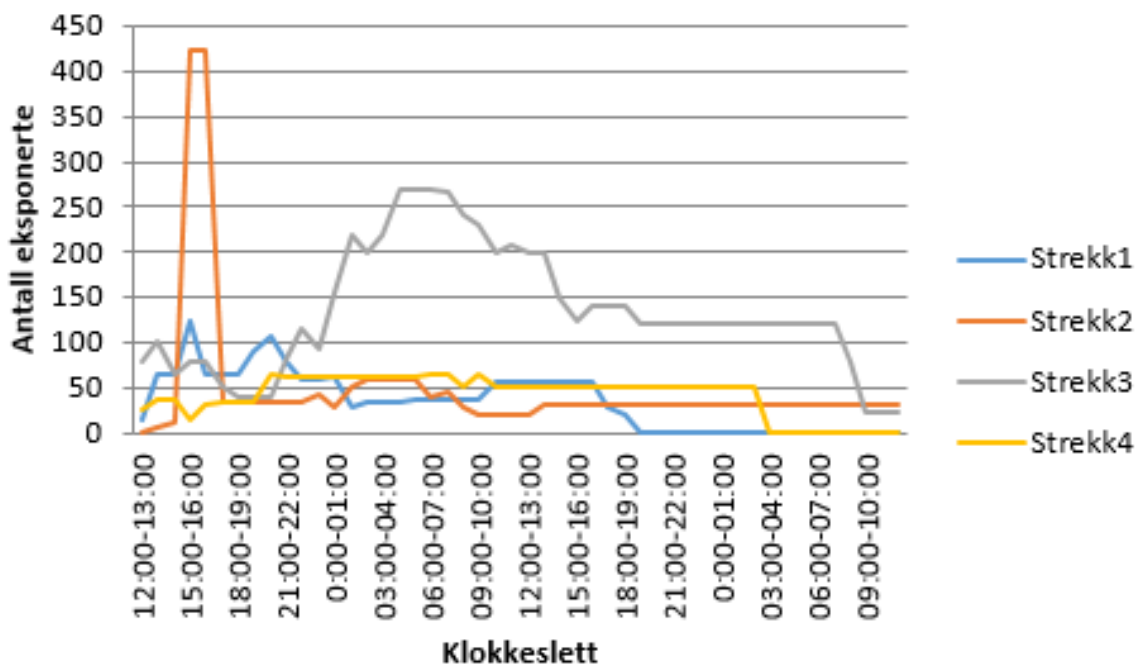
Figuren under viser spredningen for strekk 4 over en periode på 48 timer, fra ledning 79105 i vest til ledning 72667 i øst. Her er det totale antallet eksponerte 192.



FIGUR 61 SPREDNING, STREKK 4

Oppsummering

Figur 62 nedenfor viser antall eksponerte over tid for alle strekkene i scenario 2. Det høyeste antallet eksponerte på strekk 1 var 124, strekk 2 var 423, strekk 3 var 270, og strekk 4 var 65. Og det totale antallet eksponerte på strekk 1 var 307, strekk 2 var 413, strekk 3 var 898, og strekk 4 var 192.



FIGUR 62 ANTALL EKSPONERTE, SCENARIO 2

Tabell 26 viser risikoen for å utvikle sykdomssymptomer dersom man får i seg en dose av de skadelige mikroorganismene. Her er den ledningen med estimert flest tilkoblede abonnenter, på hvert strekk, valgt. Dette er gjort i ledning 139703 for strekk 1, med estimerte 22 personer som blir eksponert for forurensingen, ledning 152462 for strekk 2, med estimerte 16 personer som blir eksponert for forurensingen, ledning 91393 for strekk 3, med estimerte 22 personer som blir eksponert for forurensingen, og ledning 98181 for strekk 4, med estimerte 22 personer som blir eksponert for forurensingen. Ved bruk av Monte Carlo simulering er dette gjort da dosen som hver enkelt person kan få i seg varierer avhengig av hvor mye vann de drikker fra springen. Vi kan se at konsentrasjonen av mikroorganismer er svært forskjellig i hvert tilfelle. Men sannsynligheten for å utvikle sykdomssymptomer er likevel relativt lik i hvert tilfelle hvor oppholdstiden er relativt lik.

Ledning nr.	Oppholdstid. timer	Mikroorganismen	mo/L	%	Husstander	Personer	Personer smittet
139703	4	Giardia	166.09	87.50	6	22	19.25
139703	4	Campylobacter	12035.96	63.99	6	22	14.07
139703	4	Norovirus	155.87	15.65	6	22	3.44
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				96.2	6	22	21.16
152462	19	Giardia	812.68	99.80	3	16	15.96
152462	19	Campylobacter	44708.00	70.33	3	16	11.24
152462	19	Norovirus	737.18	27.21	3	16	4.352
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.95	3	16	15.99
91393	5	Giardia	223.88	92.58	4	23	21.29
91393	5	Campylobacter	9798.50	63.00	4	23	14.49
91393	5	Norovirus	197.38	17.23	4	23	3.96
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				97.72	4	23	22.47
98181	14	Giardia	1005.64	99.99	4	16	15.99
98181	14	Campylobacter	59768.71	71.46	4	16	11.43
98181	14	Norovirus	920.97	28.93	4	16	4.62
				Sum	Tot:	Tot:	Tot:
				99.99	4	16	15.99

TABELL 26 SANNSYNLIGHETEN FOR SMITTE, SCENARIO 2

4.3 Scenario 3: Innsug

I dette scenariet har vi sett på hva som skjer når en gravemaskin kommer i fare for å lage hull i ledningsnett, som sagt i kap. 3.4.3. Dette fører til at det blir undertrykk i nettet. Vi skal her se på hvordan et innsug av forurensinger i ledningene 2725, 100566 og 72522 vil spille inn på drikkevannskvaliteten og hvordan det sprer seg i ledningsnett.

Vi har sett på hvordan spredningen utvikler seg i løpet av de tre forskjellige tidsperiodene med innsug før hullet blir reparert og tettet. Dette er ved 30min, 60min og 180min.

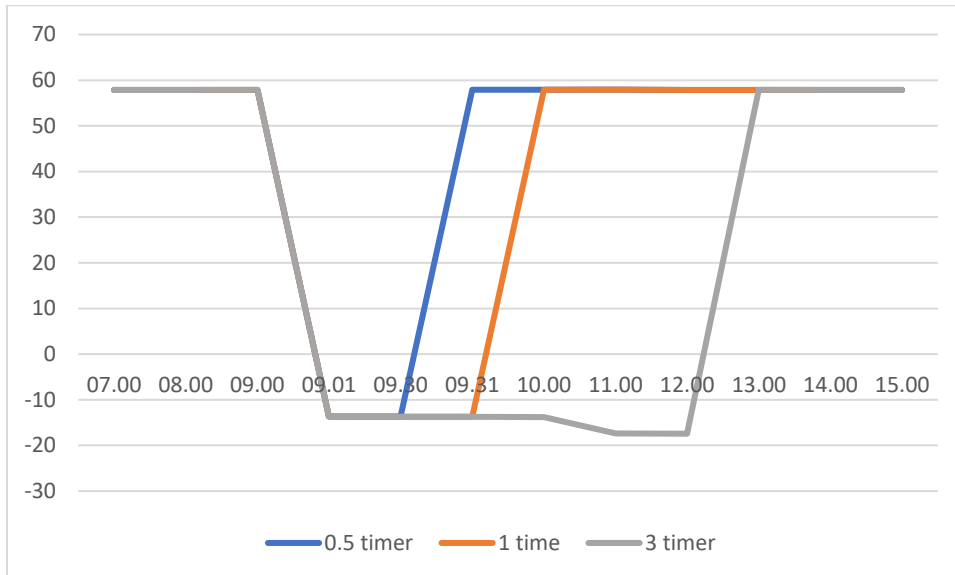
Målingene i alle tre nodene begynner etter 9 timer. Dette er for å være sikker på at mengden restklor har spredt seg i ledningsnett før mikroorganismene blir tilsatt. Målingen slutter etter 48 timer.

4.3.1 Node 207

Dette scenariet tar for seg node 207 og ledning 2163. Dette er området sør-øst på Hessa, ved Slinningen.

Det som er tydelig ut fra diagrammene er at mengdene mikroorganismer svinger voldsomt gjennom hele simuleringsperioden. Dette går igjen gjennom alle tre innsugsperiodene.

Figuren under viser hvordan trykket utvikler seg fra node 207 i innsugsperiodene 30min, 60min og 180 min. Det kommer tydelig fram hvordan periodene med undertrykk blir lengre, og har en klar sammenheng med lengden på innsuget.

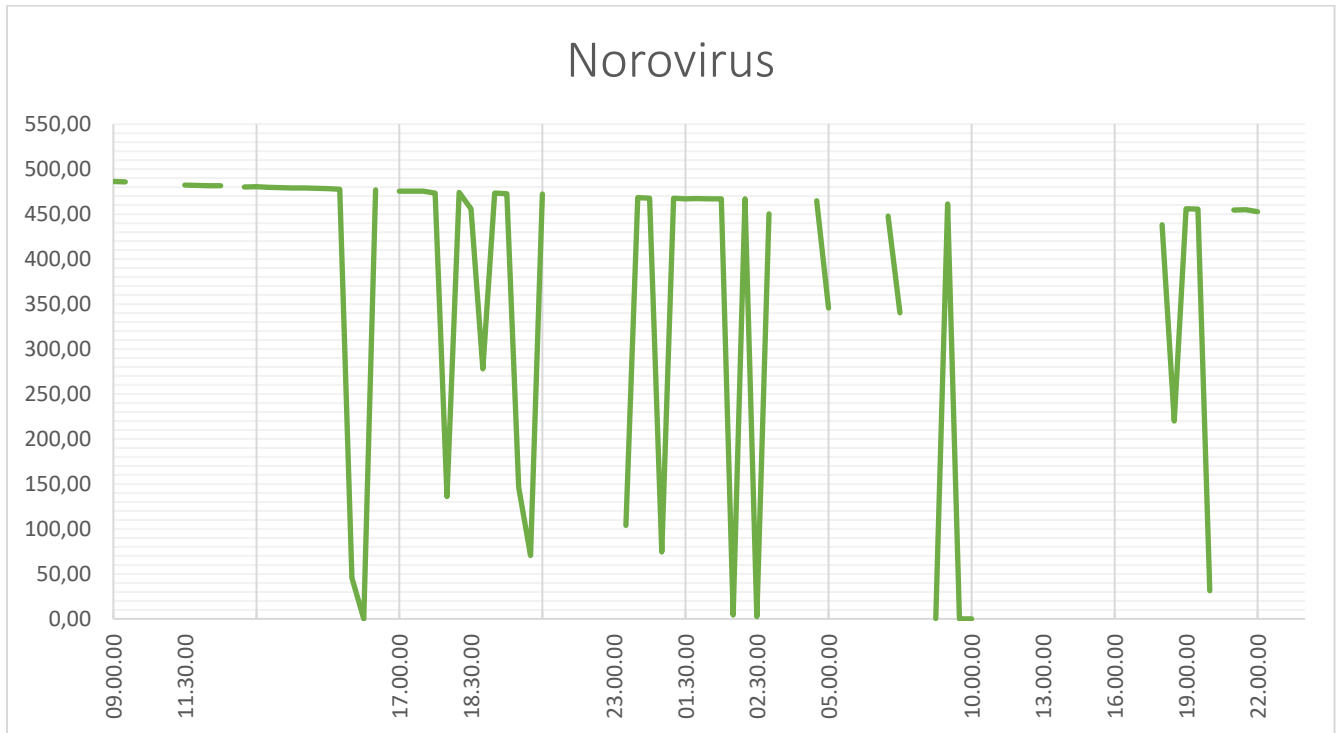


FIGUR 63 TRYKK NODE 207

30 minutter:

I node 207 starter mengden med Norovirus på 486,21 ug/l (mikroorganismer pr liter) og i node 208 på 485,82 ug/l. Etter 24 timer har mengden sunket ned til 468,45 ug/l i node 242. Etter 46 timer er mengden Norovirus 452,65 ug/l i node 211.

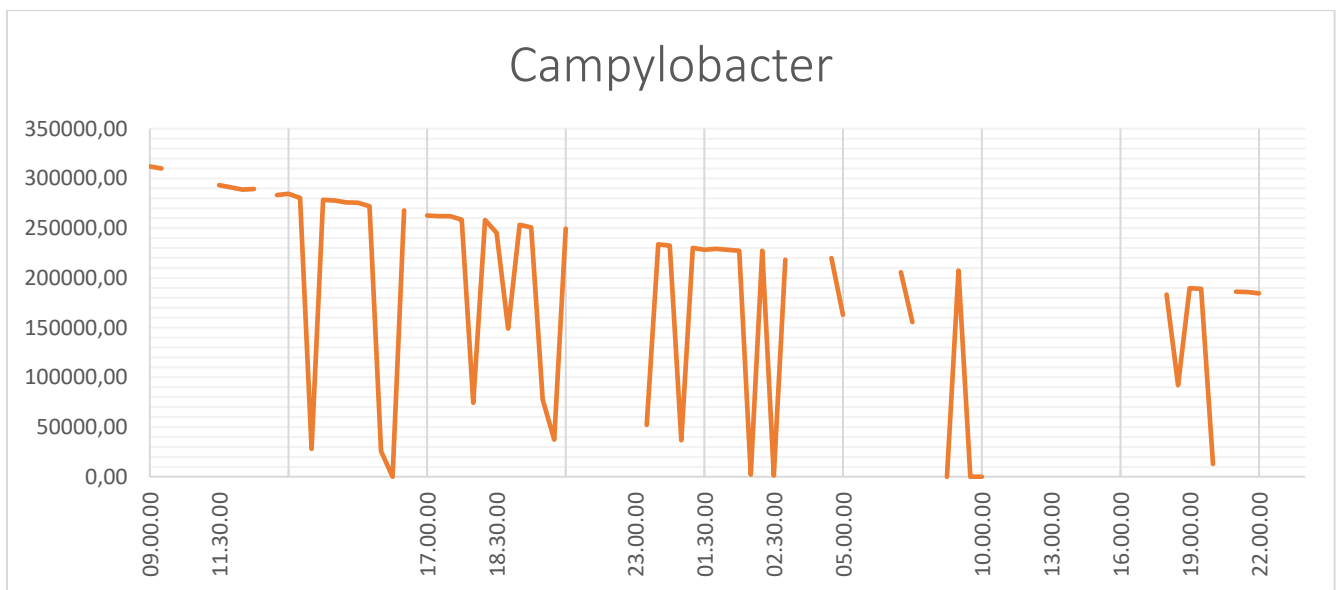
Figuren under viser hvordan mengden Norovirus utvikler seg i ledningsnett i løpet av 48 timer.



FIGUR 64 NOROVIRUS 30MIN, NODE 207

Mengden Campylobacter starter på 311986,38 ug/l i node 207 og på 310030,66 ug/l i node 208. Etter 24 timer hadde den sunket til 233687,50 ug/l i node 242. Etter 46 timer har mengden sunket til 184492,64 ug/l i node 211.

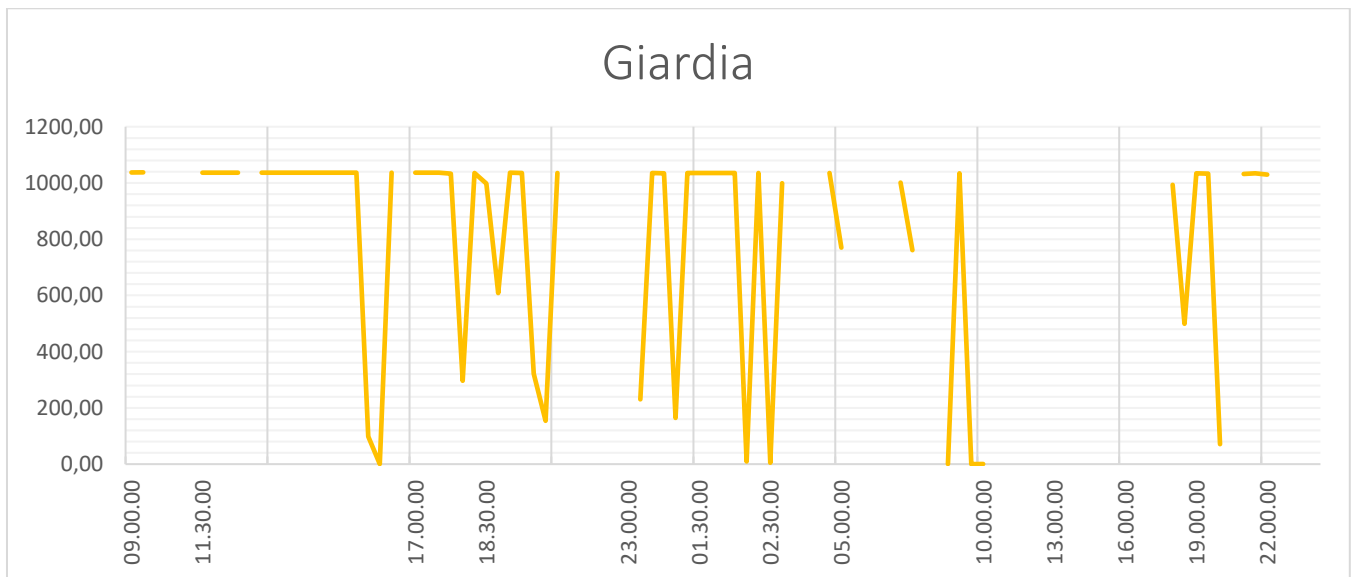
Figur 65 viser hvordan Campylobacter mengden utvikler seg i løpet av de 48 timene. Grafen viser tydelig at antallet mikroorganismer synker jevnt.



FIGUR 65 CAMPYLOBACTER 30MIN, NODE 207

Mengden Giardia begynner på 1037,39 ug/l i node 207 og på 1037,35 i node 208. Synker til 1035,60 ug/l i node 242 etter 24 timer. Etter 46 timer er mengden på 1029,57 ug/l i node 211.

Under viser figur 66 mengden Giardia. Det kommer tydelig fram hvordan veriden svinger i løpet av 48 timer.

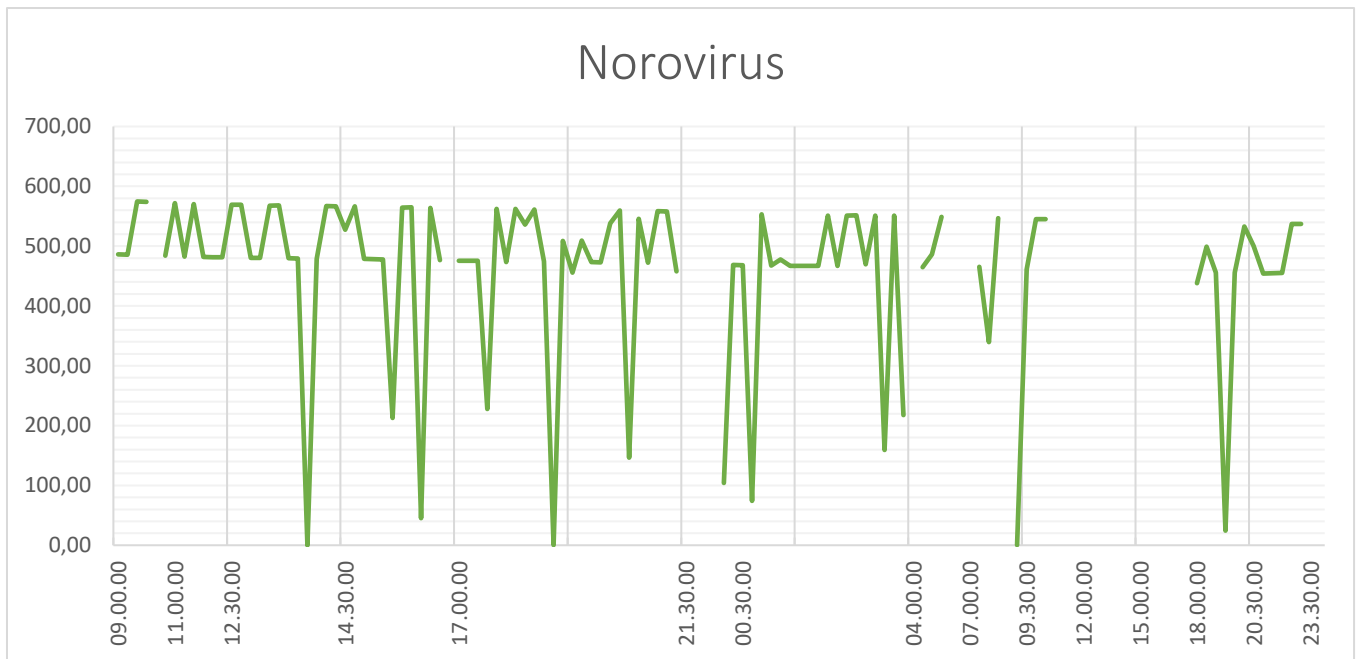


FIGUR 66 GIARDIA 30MIN, NODE 207

60 minutter:

Mengden Norovirus starter på 486,21 ug/l i node 207 og på 485,82 i node 208. Etter 24 timer er mengden 468,45 ug/l i node 242. Etter 47 timer er mengden Norovirus 537,12 ug/l i node 211.

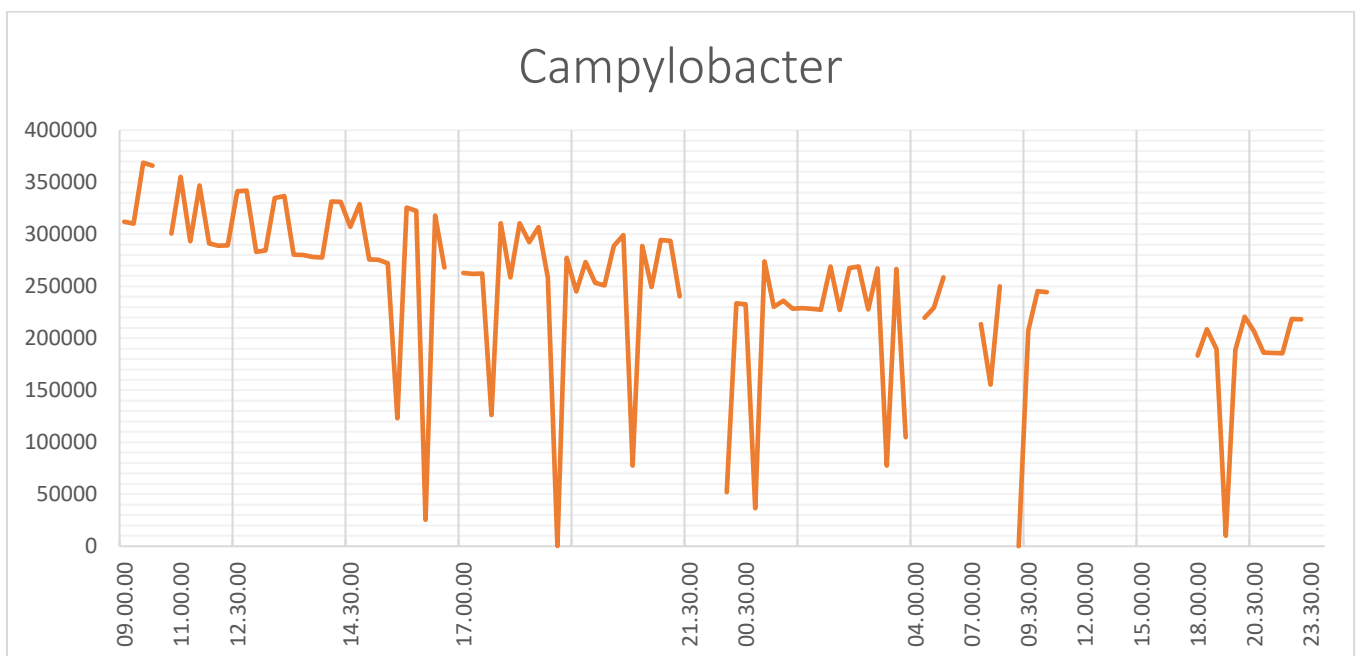
I forhold til tidligere, med innsug i 30min, ser vi her at mengden Norovirus har økt med ca 100.



FIGUR 67 NOROVIRUS 60MIN, NODE 207

Mengden *Campylobacter* begynner på 311986,38 ug/l i node 207 og 310030,66 i node 208. Etter 24 timer er mengden 233687,45 ug/l i node 242. Etter 47 timer er mengden 218227,88 ug/l i node 211.

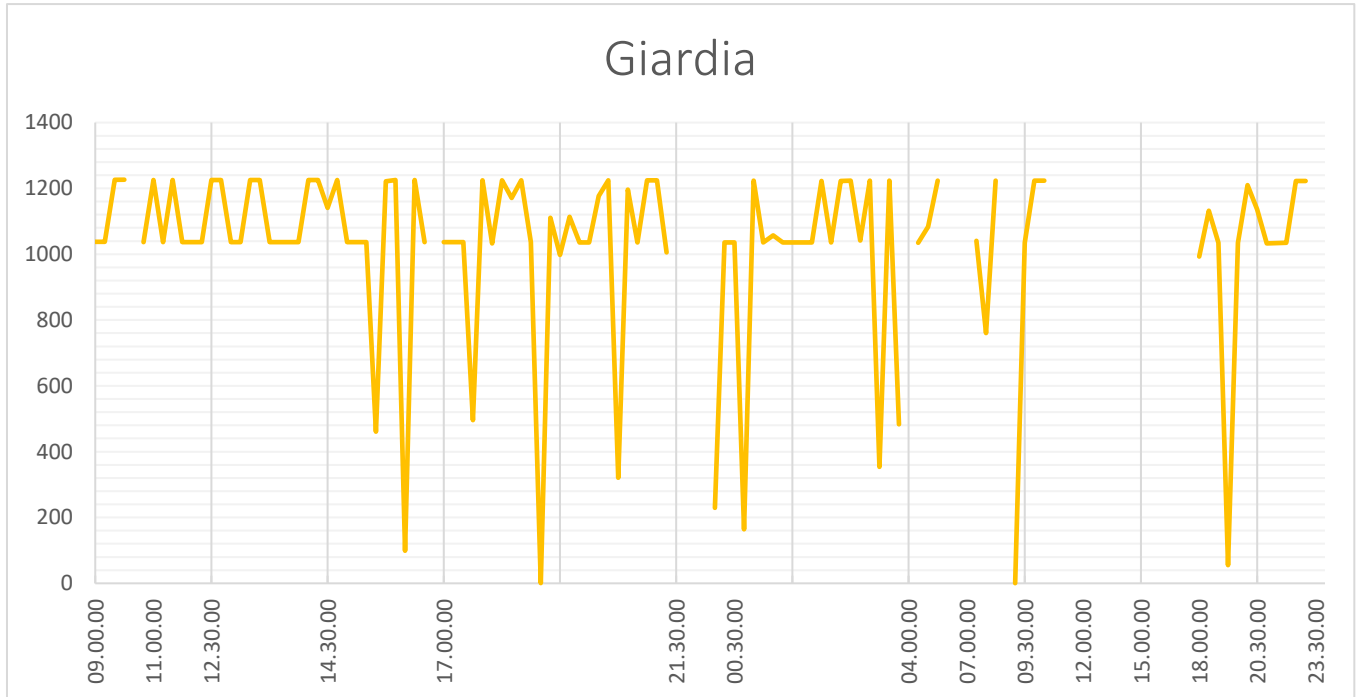
Figuren under viser hvordan mengden *Campylobacter* utvikler seg i ledningsnettet i løpet av 48 timer. Også *Campylobacter* mengden er mye høyere ved innsug i 60min.



FIGUR 68 CAMPYLOBACTER 60MIN, NODE 207

Mengden Giardia starter på 1037,39 ug/l i node 207 og i node 208 på 1037,35 ug/l. Etter 24 timer er den på 1035,60 ug/l i node 242. Etter 47 timer er mengden Giardia 1222,24 ug/l i node 211.

Hvis vi ser bort i fra de store svingningene som er i diagrammet, ser vi at mengden Giardia svinger mye mer enn den gjorde ved innsug 30min.

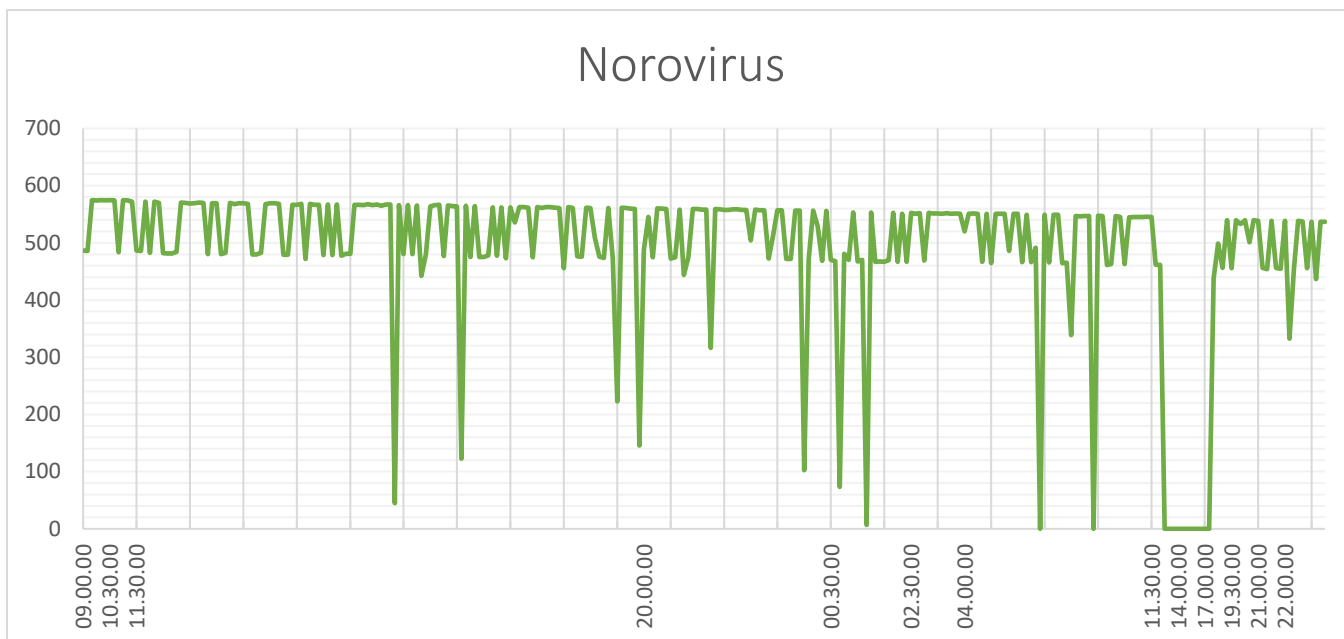


FIGUR 69 GIARDIA 60MIN, NODE 207

180 minutter:

Mengden Norovirus starter på 486,21 ug/l i node 207 og på 485,82 ug/l i node 208.

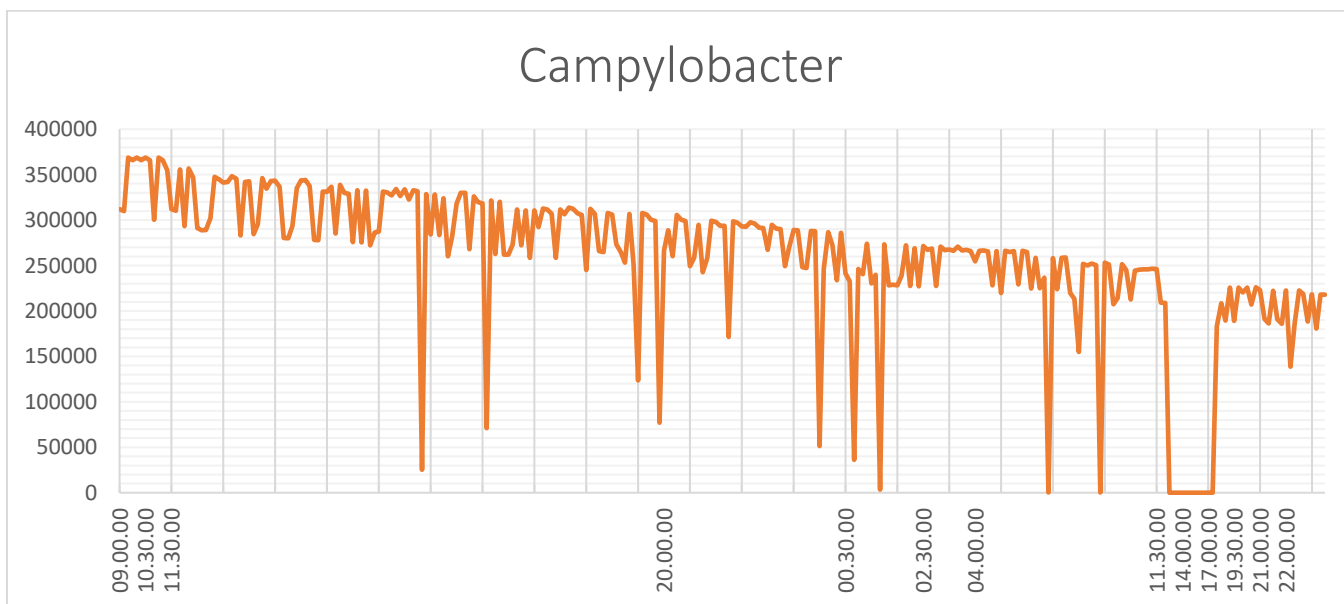
Etter 24 timer er mengden steget til 528,91 ug/l i node 231, sunket til 468,4 ug/l i node 242 og økt til 556,09 ug/l i node 365. Etter 48 timer er mengden 536,99 ug/l i node 211.



FIGUR 70 NOROVIRUS 180MIN, NODE 207

Mengden Campylobacter starter på 311986,38 ug/l i node 207 og på 310030,66 i node 208. Etter 24 timer er den på 272498,28 ug/l i node 231, på 233687,28 i node 242 og på 285768,44 i node 365. Etter 48 timer er mengden Campylobacter 217797,89 ug/l i node 211.

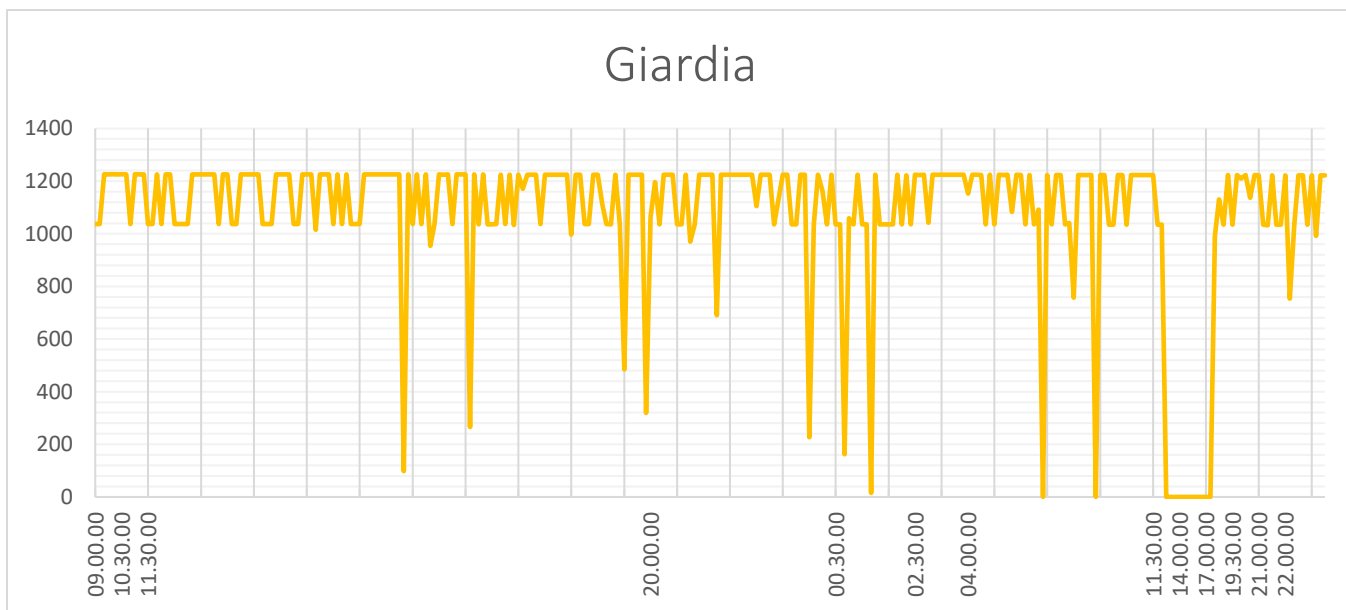
Mengden ligger på ca det samme som ved innsug i 60min. Det som er annerledes er hvor langt det er kommet ut, og mengden noder som registrerer målinger hver time.



FIGUR 71 CAMPYLOBACTER 180MIN, NODE 207

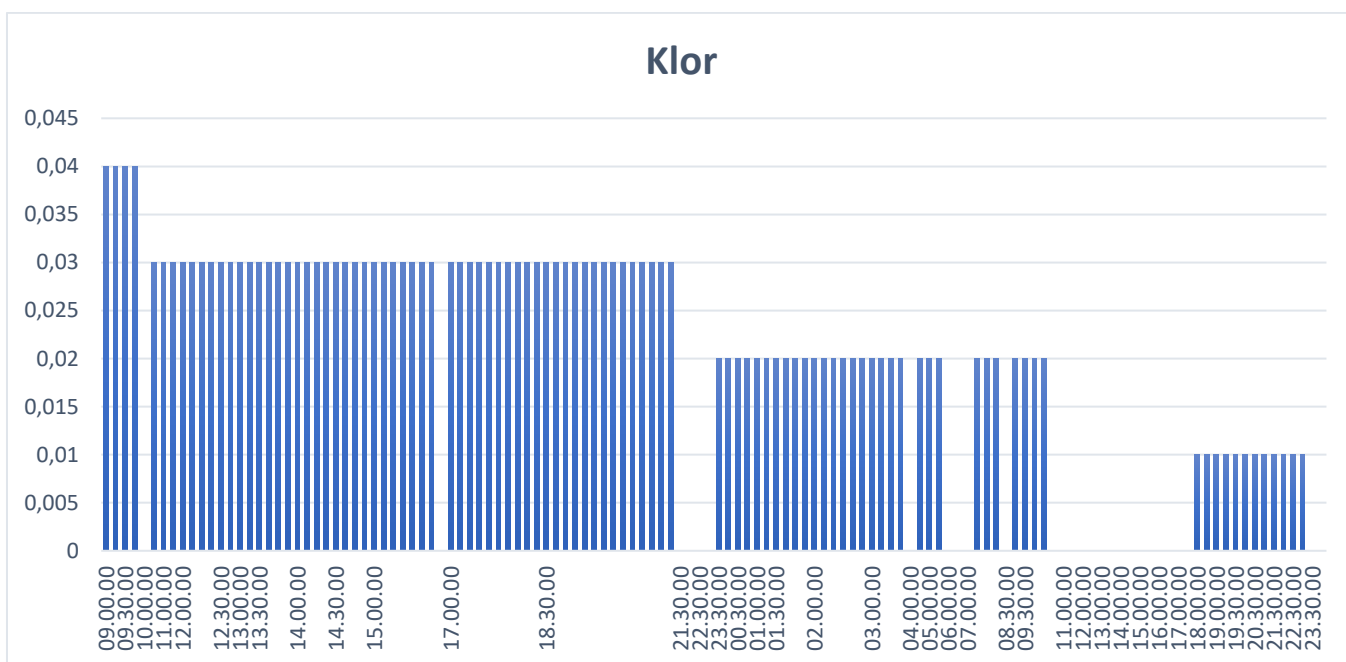
Mengden Giardia begynner på 1037,39 ug/l i node 207 og på 1037,35 i node 208. Etter 24 timer er mengden økt til 1163,94 ug/l i node 231, sunket til 1035,60 ug/l i node 242 og økt til 1224,22 ug/l i node 365. Etter 48 timer er mengden 1222,23 ug/l i node 211.

Figur 72 viser hvordan mengden Giardia utvikler seg i ledningsnett i løpet av 48 timer.



FIGUR 72 GIARDIA 180MIN, NODE 207

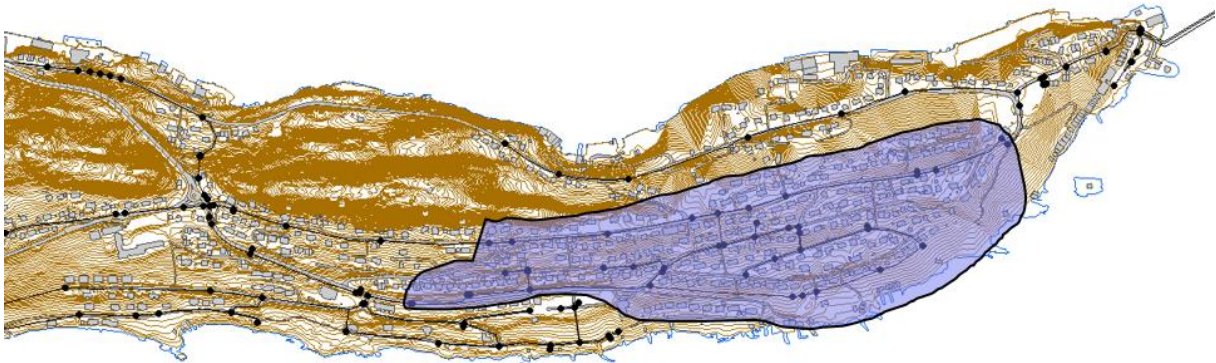
Mengden restklor minker jevnt, og mer eller mindre likt for alle tre tidsperiodene for innsug. Figuren under viser hvordan restklor mengden synker i løpet av 48 timer med simulering, etter 60 minutter med innsug.



FIGUR 73 RESTKLOR, NODE 207

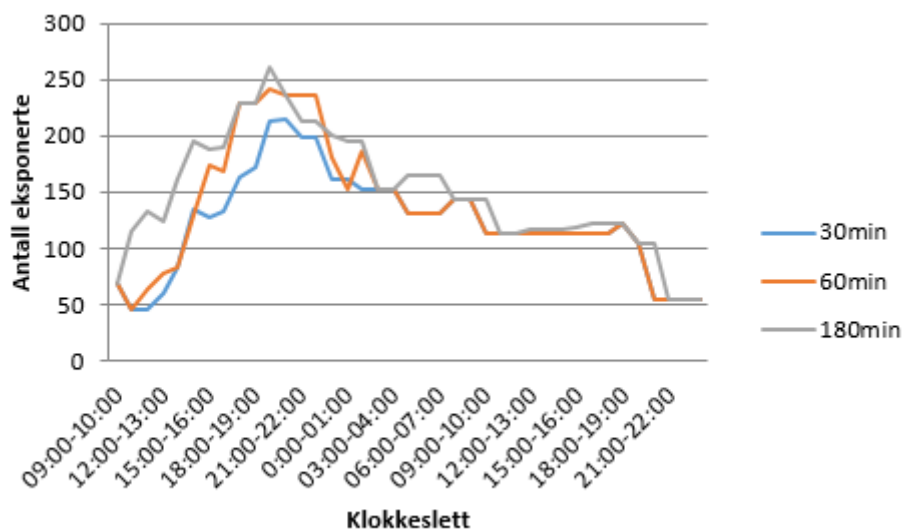
Oppsummering

På figur 74 er det illustrert i hvor stort område mikroorganismene spres seg i løpet av perioden på 48 timer. Spredningen er den samme for 30, 60 og 180min, dette er fordi området er avgrenset av stengte ventiler i node 5970 og node 4759. Det som varierer mellom tilfellene er hastigheten mikroorganismene spres på, og hvor lenge påkoblede abonnenter er eksponert for fare. Med innsug i 30min vil spredningen være sakte, samtidig som at abonnentene er eksponert for fare i en kortere periode, til sammenligning med innsug i 180min vil spredningen være raskere og abonnentene vil være eksponert i en lengre periode.



FIGUR 74: OVERSIKTSKART OVER SPREDNING AV MIKROORGANISMER ETTER 48 TIMER

Ut ifra resultatene fra MSX kan det sees et mønster i hvordan forurensingen spres i ledningsnett, og hvor lenge forurensingen vil være en fare for påkoblede abonnenter. I ledninger med lav hastighet vil spredningen av forurensingen skje sakte frem til det når kryss og andre ledninger med større hastighet. I kryssene vil forurensingen splittes og spres i alle kryssets retninger. Avhengig av innsugstiden vil spredningen foregå raskere initialt jo lenger innsugstid. Dette kan man se i figur 75 der 180min med innsug fører til at flere abonnenter er eksponert for fare i en lenger periode enn for 30min og 60min med innsug av forurensing. Det er derimot ingen forskjell i hvor langt forurensingen vil spres. Dette er fordi området som forurensingen spres i er avgrenset av stengte ventiler, som hindrer forurensingen i å spre seg til andre deler av Hessa. For alle tre tilfellene med innsug i Node 207 vil det totalt være 715 personer som står i fare for å eksponeres for de skadelige mikroorganismene.



FIGUR 75 ANTALL EKSPONERTE, NODE 207

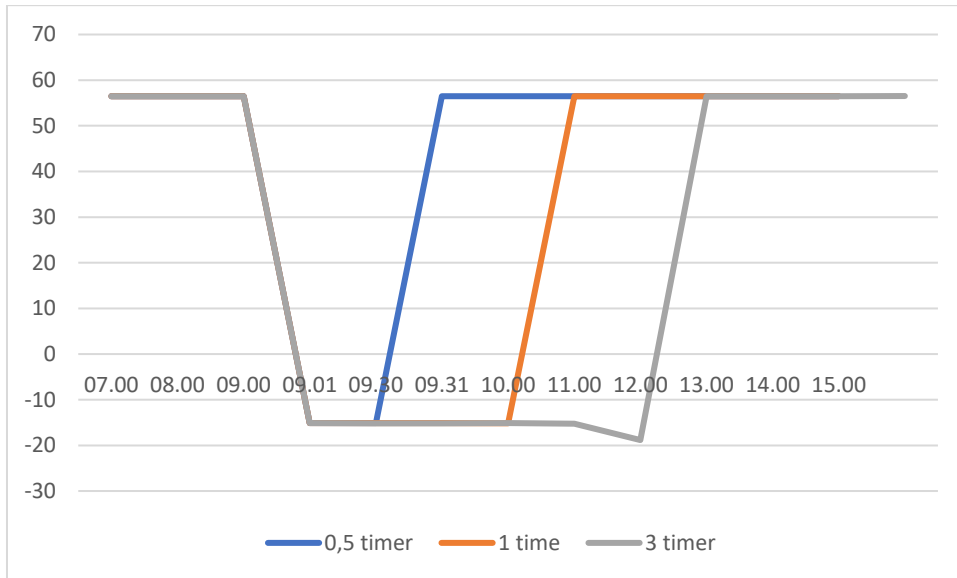
Som omtalt i kap 3.4.3 skulle det sees på risikoen for å utvikle sykdomssymptomer dersom man fikk i seg en dose av de skadelige mikroorganismene. Dette skulle gjøres i node 214 med estimerte 28 personer som blir eksponert for forurensingen i ledningsnett. Ved bruk av Monte Carlo simulering er dette gjort da dosen som hver enkelt person kan få i seg varierer avhengig av hvor mye vann de drikker fra springen, I tabell 27 er resultatet av dette presentert. Vi kan se at konsentrasjonen av mikroorganismer er tilnærmet lik for alle tre tilfellene, noe som fører til at risikoen for smitte er lik for alle tilfellene. Risikoen for smitte er 99.98% i node 214 med et innsug på 30min, og 99.99% med innsug på 60 og 180min.

Node	Innsug min	Mikroorganismer	mo/L	%	Husstander	Personer	Personer smittet
214	30	Giardia	1036.96	99.92	6	28	27.97
214	30	Campylobacter	291075.72	77.32	6	28	21.64
214	30	Norovirus	481.89	23.97	6	28	6.71
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.98	6	28	27.99
214	60	Giardia	1036.96	99.92	6	28	27.97
214	60	Campylobacter	291075.53	77.33	6	28	21.65
214	60	Norovirus	481.89	23.97	6	28	6.71
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.99	6	28	27.99
214	180	Giardia	1036.96	99.92	6	28	27.97
214	180	Campylobacter	291074.53	77.33	6	28	21.65
214	180	Norovirus	481.89	23.97	6	28	6.71
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.99	6	28	27.99

TABELL 27 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 207

4.3.2 Node 255

I dette scenariet er det simulert innsug i ledning 2725 i 30min, 60min og 180min. Vi skal her se på hvordan mikroorganismene sprer seg samt konsentrasjonen av den enkelte organisme. Det er simulert i totalt 48 timer, der innsuget starter i time 9. Dette er for å sikre at restkloren har spredt seg før tilførsel av mikroorganismer. Metoder og verdier brukt i simuleringen i MSX er omtalt i kap 3.4.3.

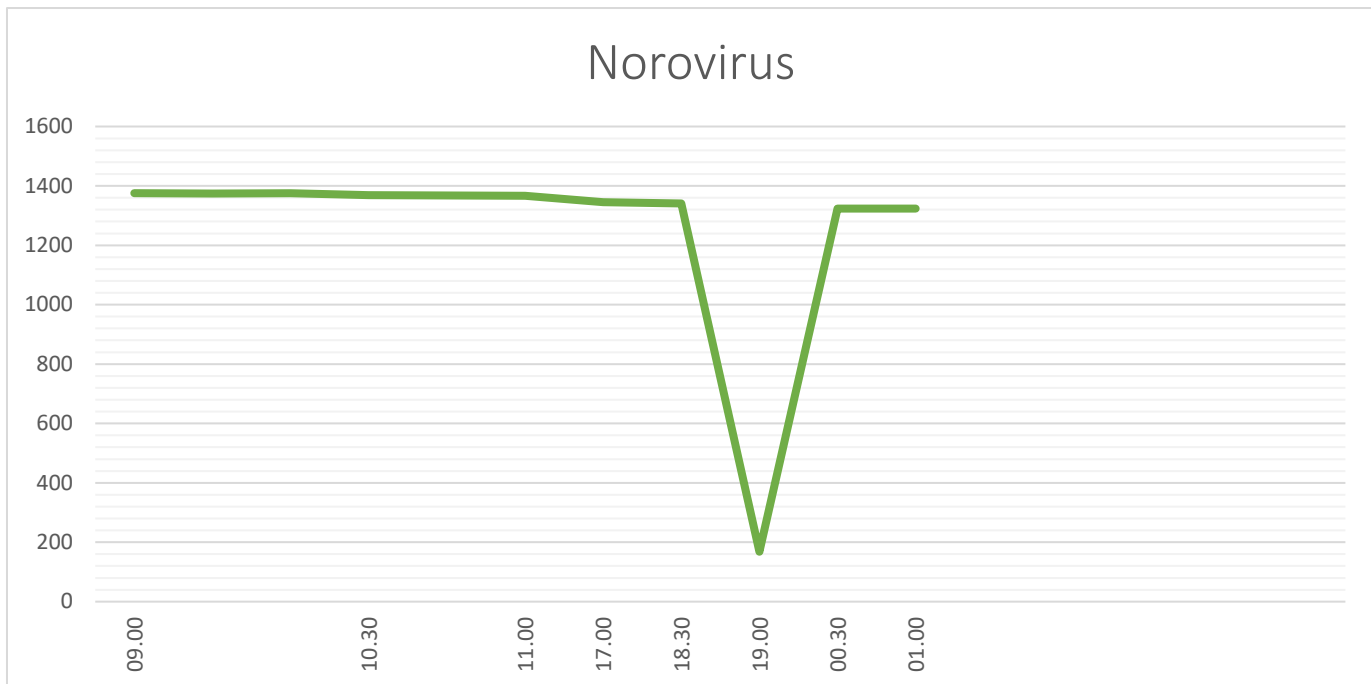


FIGUR 76 TRYKK, NODE 255

30 minutter:

Mengden Norovirus starter på 1375,50 part/l i node 255 og sprer seg raskt til nodene 254 og 253 med en konsentrasjon på henholdsvis 1375.39 part/l og 1374.02 part/l.

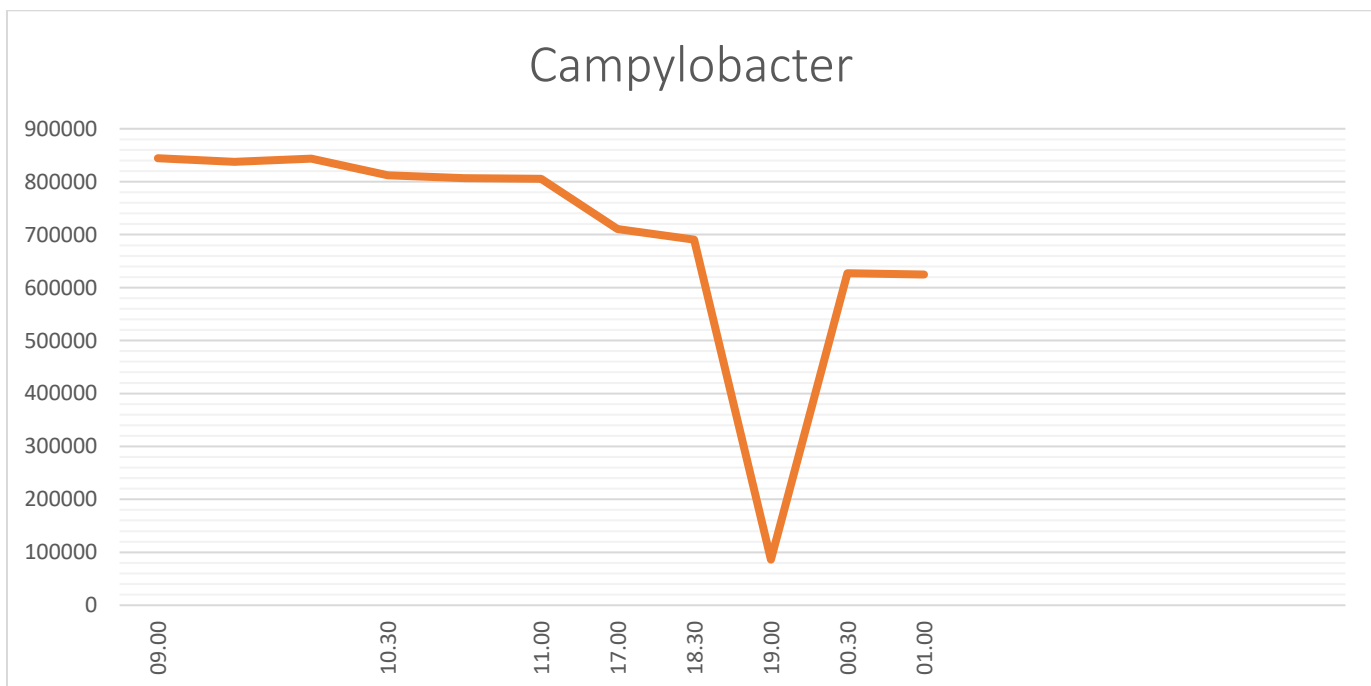
Den siste hvor det er registrert Norovirus er etter 16 timer i node 130023 med en mengde på 1323,16 part/l.



FIGUR 77 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255

Mengden Campylobacter starter på 844316,06 part/l i node 255, og i nodene 254 og 253 er den på henholdsvis 843772,81 part/l og 837265,44 part/l.

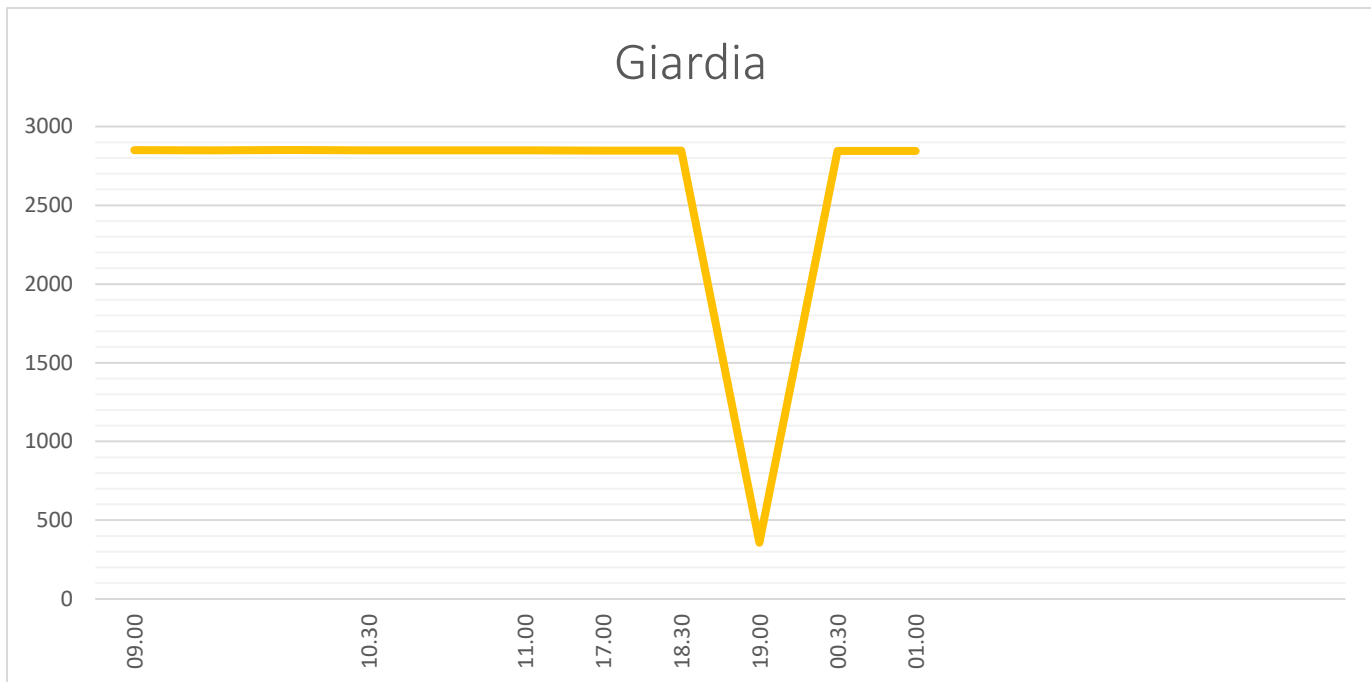
Etter 16 timer er den på 624642,63 part/l i node 130023.



FIGUR 78 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255

Mengden Giardia starter på 2849,76 part/l i node 255. I nodene 254 og 253 er mengden 2849,75 part/l og 2849,62 part/l.

Etter 16 timer er mengden på 2844,62 part/l i node 130023.



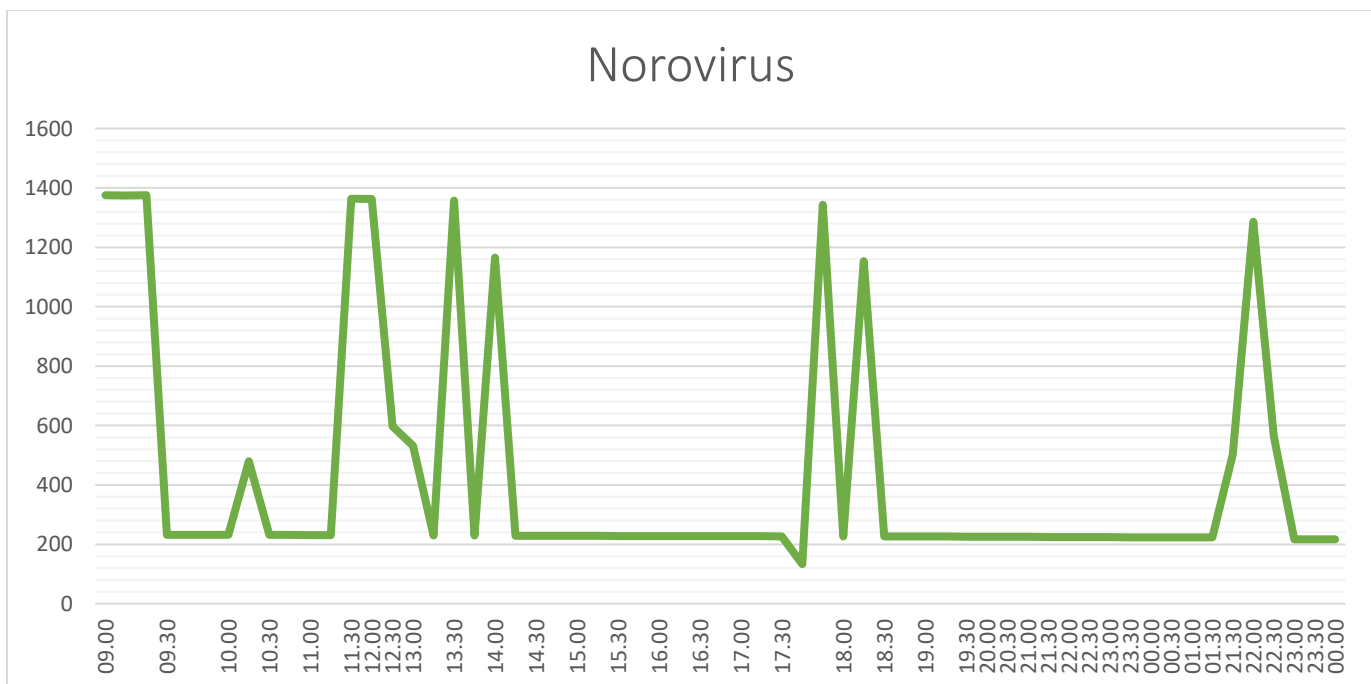
FIGUR 79 MENGDE GIARDIA, NODE 255

60 minutter:

Med innsug i 60min er mengden Norovirus i node 255 på 1375,50 part/l, og i nodene 254 og 253 er mengden 1375,39 part/l og 1374,02 part/l.

Etter 16 timer er mengden 223,49 part/l i node 130023.

Etter 48 timer er mangden 216,39 part/l i node 4591.

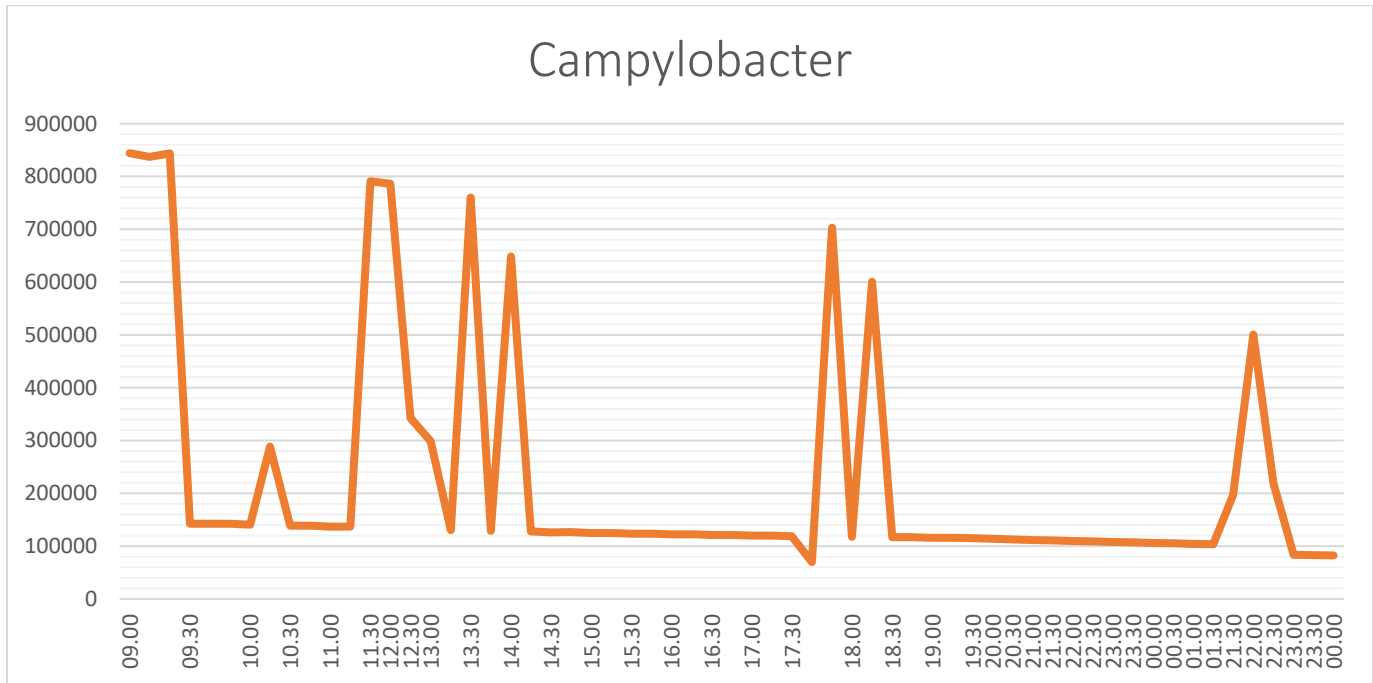


FIGUR 80 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255

Mengden Campylobacter starter på 844316,06 part/l i node 255, og i nodene 254 og 253 er mengden på 843772,81 part/l og 837265,44 part/l.

Etter 16 timer, i node 130023, er mengden 106076,82 part/l.

Etter 48 timer med simulering er mengden 82540,46 part/l.

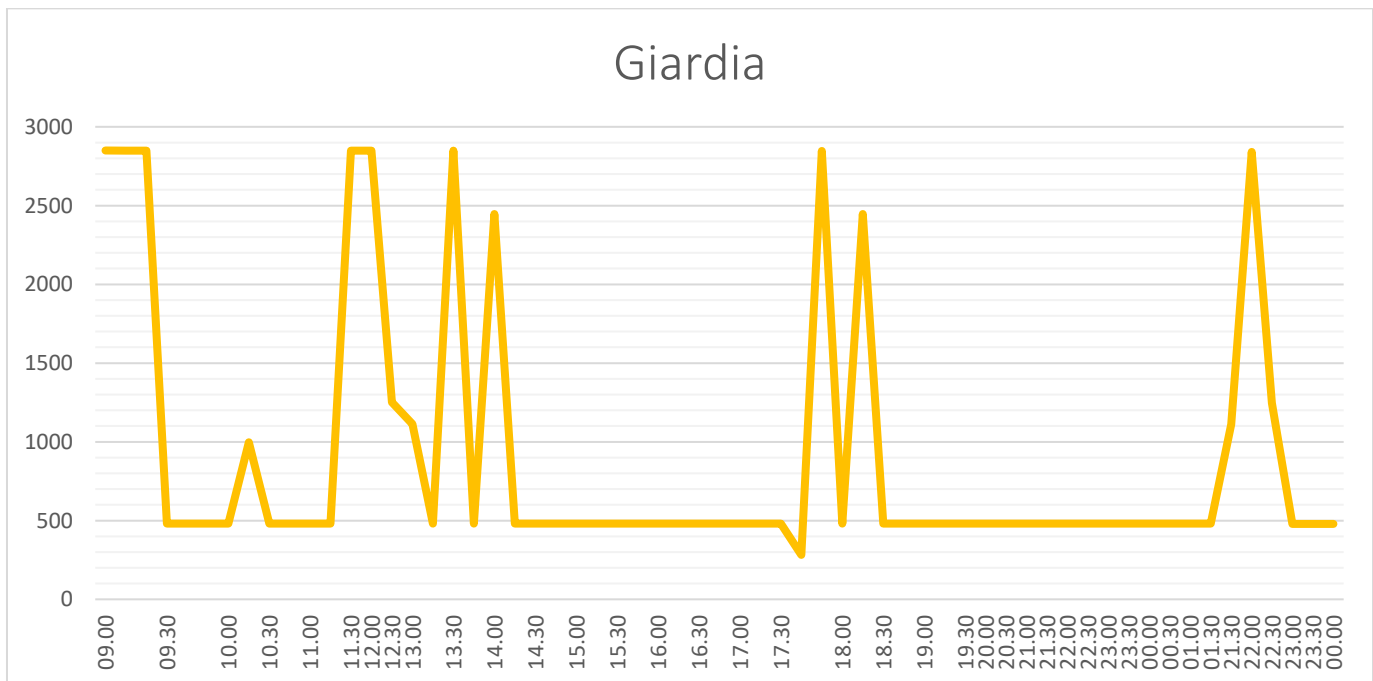


FIGUR 81 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255

Mengden Giardia starter på 2849,76 part/l i node 255. I nodene 254 og 253 er mengden på 2849,75 part/l og 2849,62 part/l.

Etter 16 timer er mengden på 480,12 part/l i node 130023.

Etter 48 timer er mengden på 479,40 part/l i node 4591.



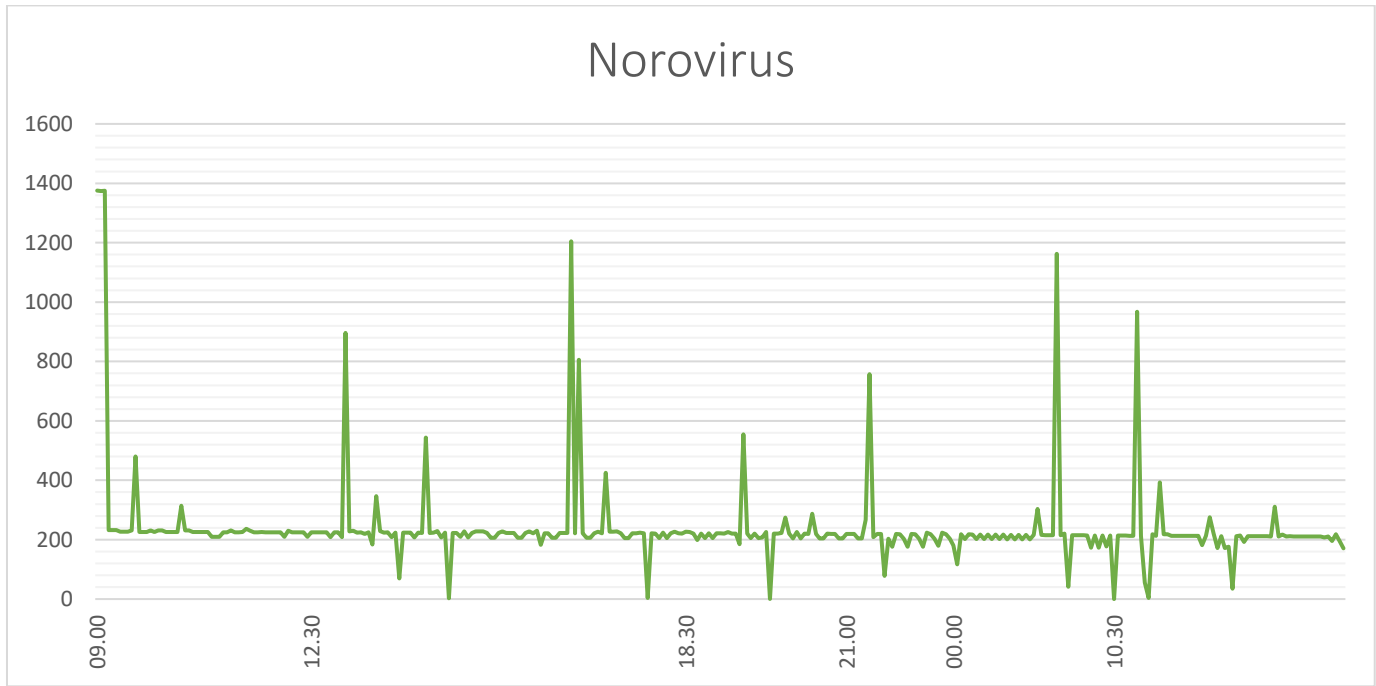
FIGUR 82 MENGDE GIARDIA, NODE 255

180 minutter:

Med innsug i 180min starter mengden Norovirus på 1375,50 part/l, og i nodene 254 og 253 er mengden på 1375,39 part/l og 1374,02 part/l.

Etter 16 timer er mengden på 202,48 part/l i node 130023.

Etter 48 timer er mengden på 170,39 part/l i node 367.

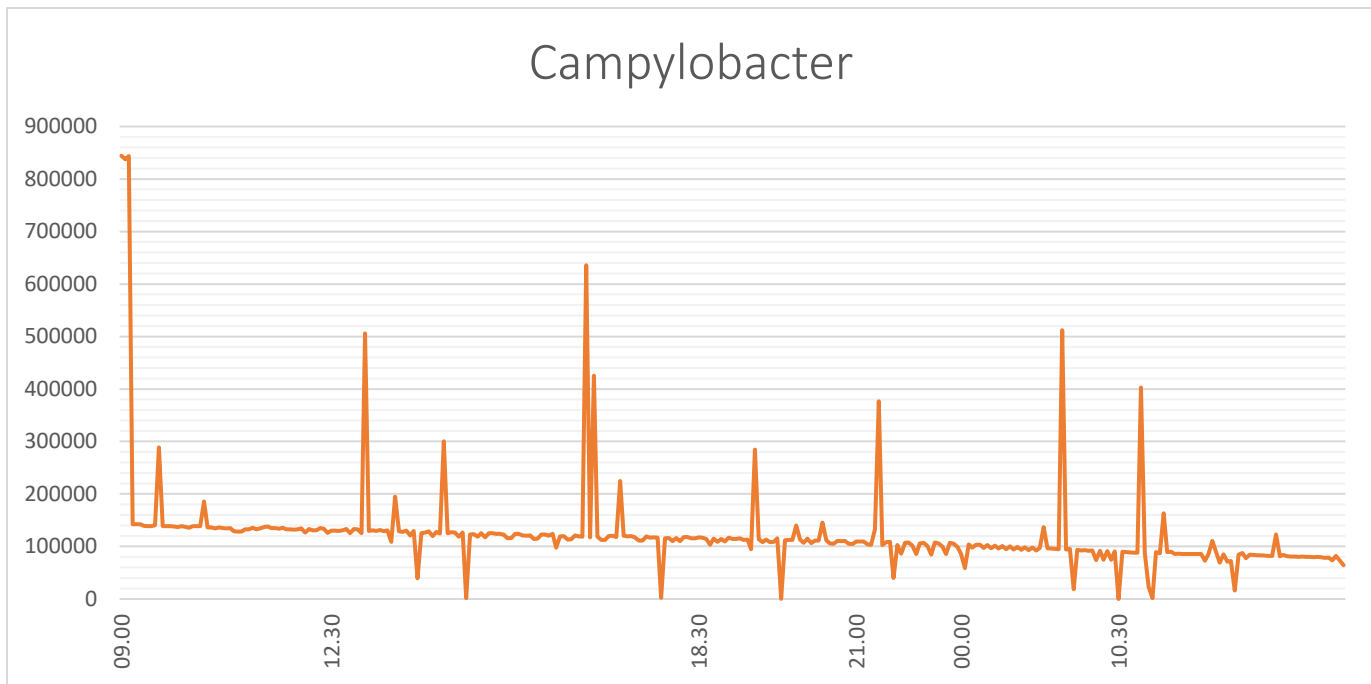


FIGUR 83 MENGDE NOROVIRUS, NODE 255

Mengden Campylobacter starter på 844316,06 part/l i node 255, og i nodene 254 og 253 er mengden på henholdsvis 843772,81 part/l og 837265,44 part/l.

Etter 16 timer er mengden 202,48 part/l i node 130023.

Etter 48 timer er mengden 170,39 part/l i node 367.

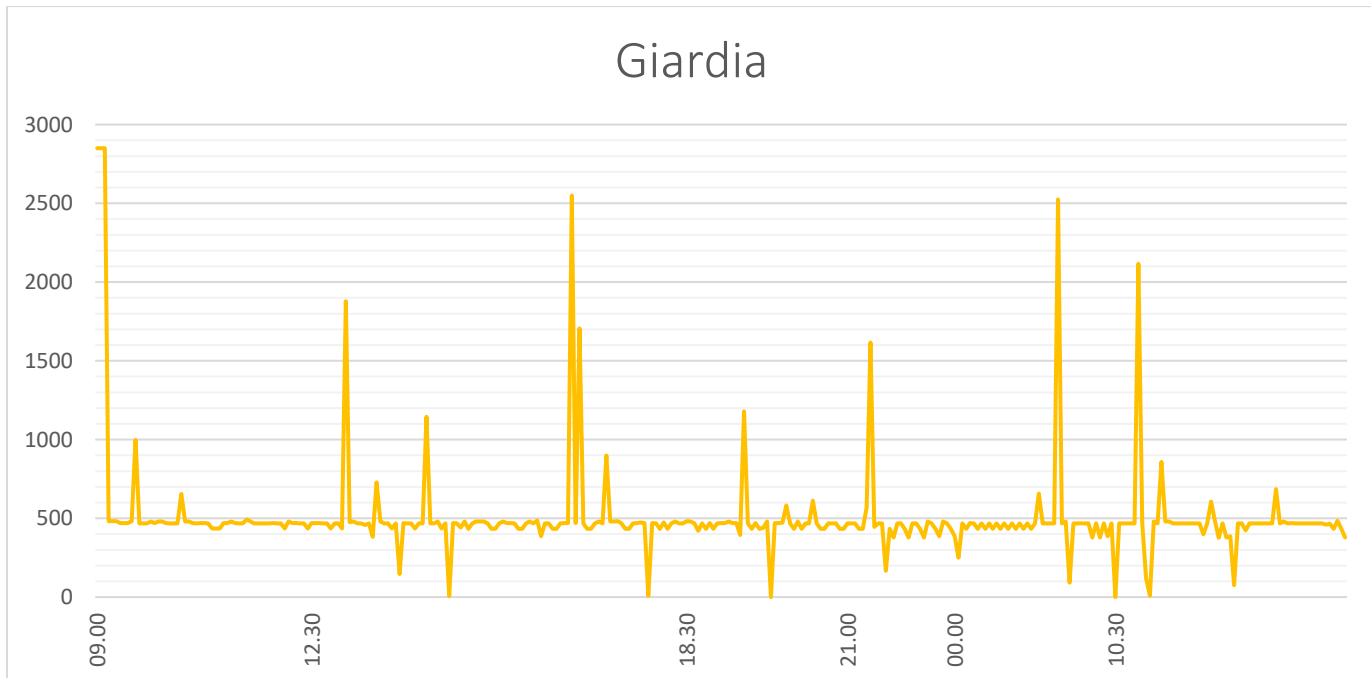


FIGUR 84 MENGDE CAMPYLOBACTER, NODE 255

Mengden Giardia starter på 2849,76 part/l i node 255, og i nodene 254 og 253 er mengden på 2849,75 part/l og 2849,62 part/l.

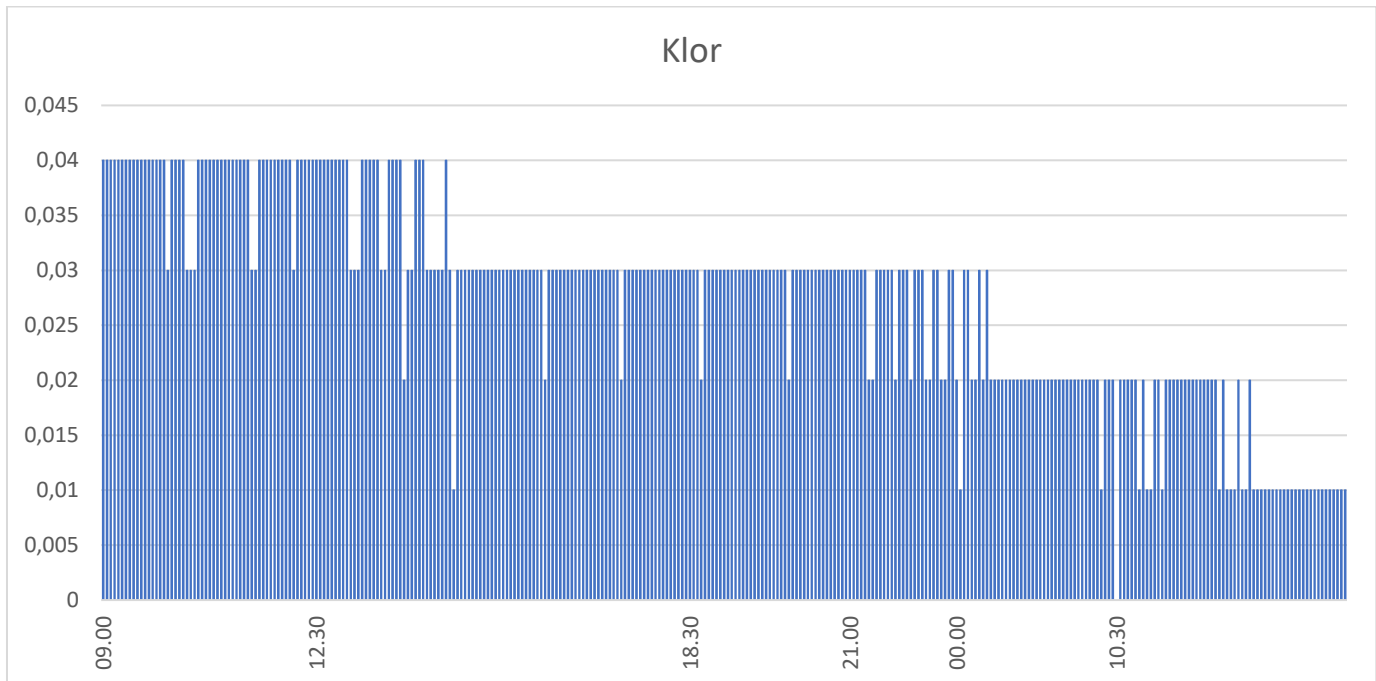
Etter 16 timer er mengden på 433,69 part/l i node 130023.

Etter 48 timer er mengden på 378,07 part/l i node 367.



FIGUR 85 MENGDE GIARDIA, NODE 255

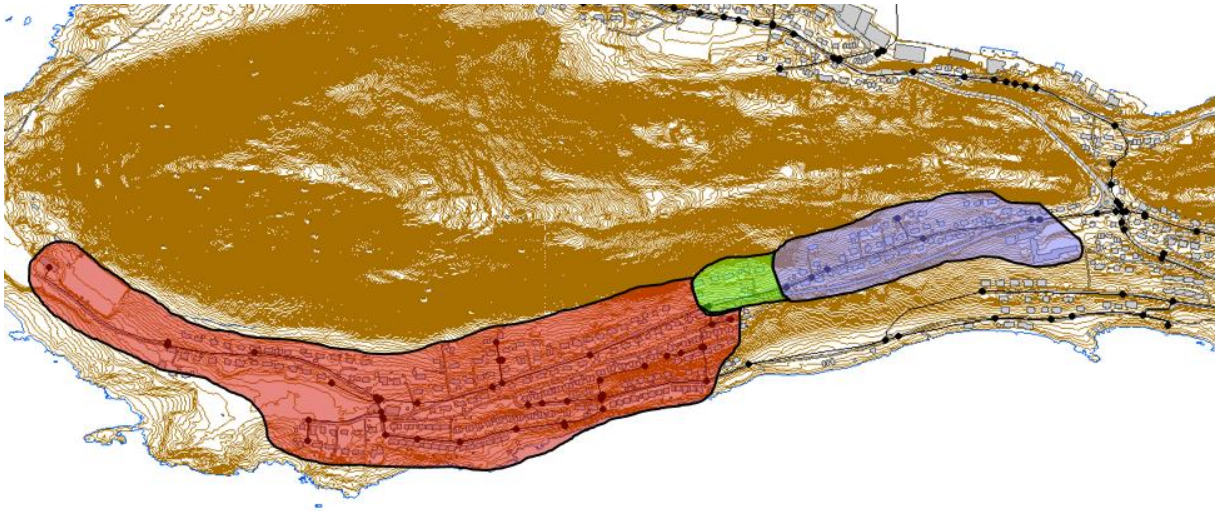
Mengden restklor minker jevnt, og mer eller mindre likt for alle tre tidsperiodene for innsug. Figur 86 under viser hvordan mengden restklor synker i løpet av 48 timer med simulering, etter 180 minutter med innsug.



FIGUR 86 MENGDE RESTKLOR, NODE 255

Oppsummering

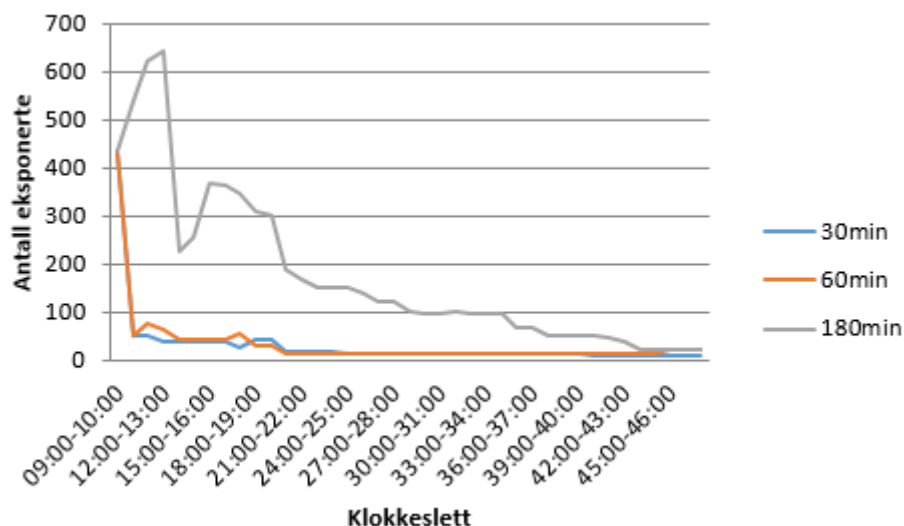
På fig 87 er det illustrert hvordan de tre forskjellige innsugene sprer seg vestover fra node 255 i løpet av perioden på 48 timer. Den blå fargen representerer et innsug på 30min, den grønne fargen representerer et innsug på 60min, mens den røde fargen representerer et innsug på 180min. I motsetning til tilfellet med innsug i node 207, så er ikke dette området avgrenset av stengte ventiler. Dette hindrer derfor ikke spredningen av mikroorganismer til store deler av vestsiden av Hessa. Med innsug i 30min vil forurensingen være i node 130023 etter 48 timer, som er vist i figuren med blå farge. Med innsug i 60min vil forurensingen være i node 4591, mens for innsug i 180min vil forurensingen spres til alle abonnentene på vestsiden av Hessa.



FIGUR 87 SPREDNING, NODE 255 VED 30MIN, 60MIN OG 180MIN

Ut ifra resultatene fra MSX kan man se en klar forskjell i hvordan innsugingstiden spiller inn på antall personer eksponert for skadelige mikroorganismer, både fra time til time og totalt i 48 timers-perioden. På figur 88 er dette illustrert ved hjelp av et diagram som viser antall personer eksponert for skadelige mikroorganismer for hver time i hele simuleringsperioden. Med innsug i 30min og 60min er det ikke stor forskjell i antallet eksponerte, da det er henholdsvis 146 og 156 personer som eksponeres i hele 48timers perioden. En viktig faktor er at Hessa barneskole er eksponert mellom kl 09:00 og kl 10:00. Avhengig av hvor mange av elevene og de ansatte som er bosatt i samme område som forurensingen spres til, vil det være forskjellige måter å regne ut det totale antallet personer som eksponeres. Om man tar utgangspunkt i at ingen av elevene eller de ansatte på skolen er bosatt på vestsiden av Hessa, dit forurensingen sprer seg, vil det totalt være 549 eksponerte med et innsug på 30min, og 559 med et innsug på 60min.

For innsug i 180min kan man se på analysen at i stedet for at antallet eksponerte avtar etter første time, vil det fortsette å stige frem til kl 13:00. Dette er fordi de skadelige mikroorganismene vil være en fare for barneskolen i en lenger periode enn for de andre tilfellene. Med et så langt innsug vil forurensingen også være en fare for de bosatte i en lenger periode, som fører til at antallet eksponerte er høyere gjennom hele simuleringen. Et slikt innsug vil også føre til at forurensingen vil spre seg lenger enn for de to andre tilfellene. Totalt vil et slikt innsug føre til 1223 eksponerte, dette er dobbelt så mange enn i tilfellene med 30min og 60min innsug.



FIGUR 88 ANTALL EKSPONERTE, NODE 255

Som omtalt i kap 3.4.3 er det blitt sett på risikoen for å utvikle sykdomssymptomer dersom man fikk i seg en dose av de skadelige mikroorganismene. Dette er blitt gjort i node 307, med estimerte 11 påkoblede abonnenter. Ved hjelp av Monte Carlo simulering er dette gjort da dosen som hver enkelt person kan få i seg varierer av avhengig av hvor mye vann de drikker fra springen. I tabell 28 kan man se resultatet av Monte Carlo simuleringen. Konsentrasjonen av skadelige mikroorganismer varierer etter hvor lenge det har vært innsug. Med et innsug på 30min vil det for de påkoblede abonnentene i node 307 være en sannsynlighet på totalt 100% dersom de skulle få i seg en dose av drikkevannet. Med et innsug på 60min vil det til sammenligning være en sannsynlighet på 99.76%, og 99.75% med et innsug på 180min. Den største faktoren for smittefare er den høye konsentrasjonen av Giardia. Giardia alene fører til at 98.81-100% av de som drikker vannet blir syke.

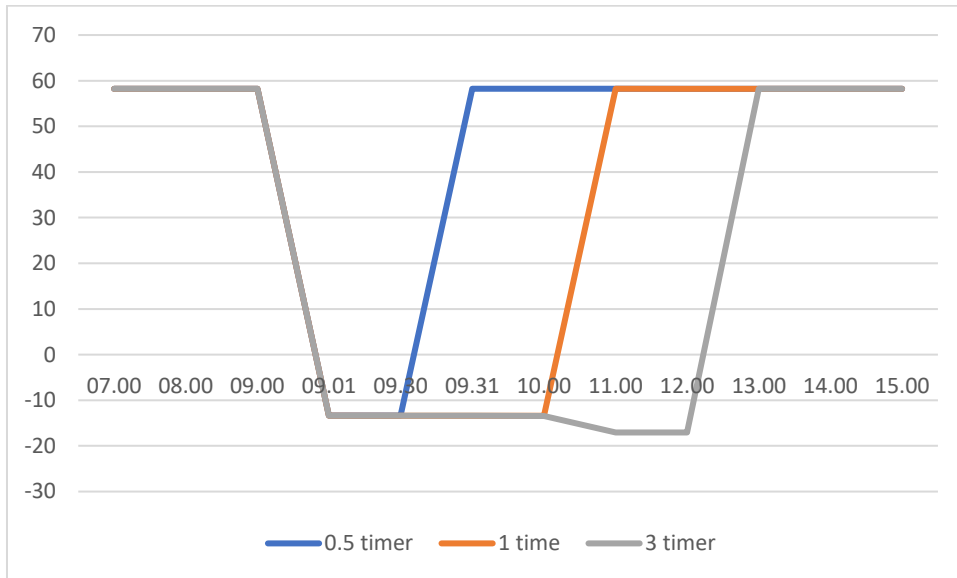
Node	Innsug min	Mikroorganismer	mo/L	%	Husstander	Personer	Personer smittet
307	30	Giardia	2848.95	100	3	11	11
307	30	Campylobacter	805205.00	80.43	3	11	8.847
307	30	Norovirus	1367.13	31.90	3	11	3.5
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				100	3	11	11
307	60	Giardia	480.85	98.85	3	11	10.87
307	60	Campylobacter	137083.81	74.71	3	11	8.21
307	60	Norovirus	230.99	18.44	3	11	2.02
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.76	3	11	10.97
307	180	Giardia	468.09	98.81	3	11	10.869
307	180	Campylobacter	135326.17	74.65	3	11	8.211
307	180	Norovirus	225.25	18.27	3	11	2.00
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				99.75	3	11	10.97

TABELL 28 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 255

4.3.3 Node 259

Dette scenariet starter i node 259, ved ledning 100697, som er toppen av Hessa-Skaret. Ledningen fra node 259 går til node 258 som forgrener seg i tre retninger gjennom ledning 96161 i vest, ledning 151611 i sør og ledning 96164 i øst.

Et undertrykk som fører til innsug her vil gi ringvirkninger til store deler av sør siden av Hessa.



FIGUR 89 TRYKK NODE 259

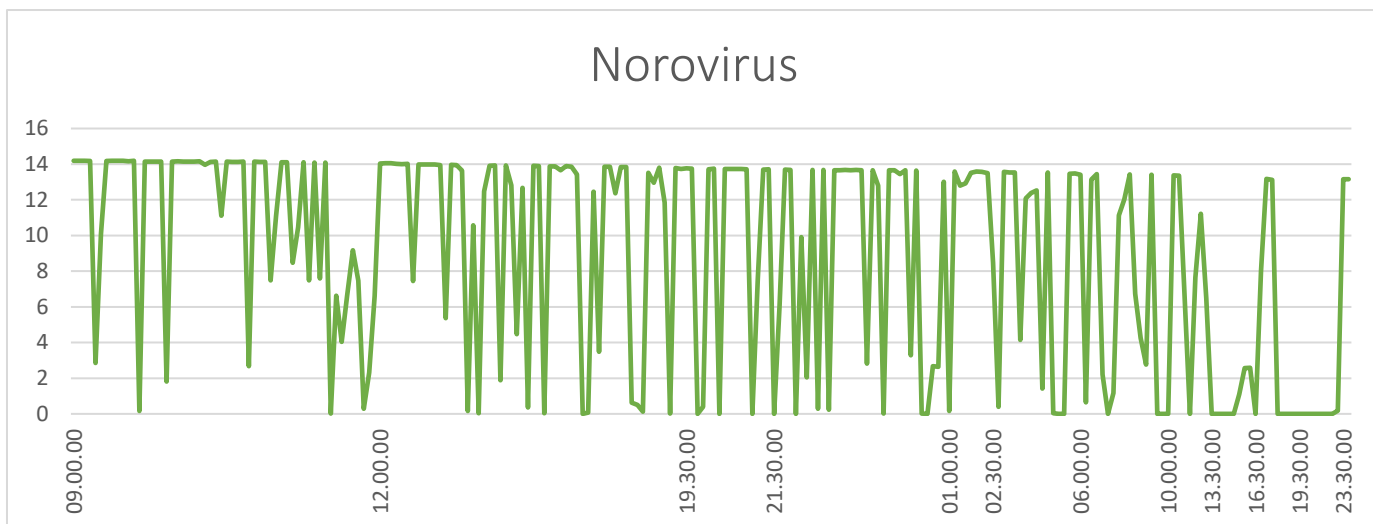
30 minutter:

Med en innsugsperiode på 30min begynner mengden Norovirus på 14,19 part/l i de fleste nodene. Unntakene er node 5963 med en mengde på 2,85 part/l, og node 6024 med 10,09 part/l.

Etter 24 timer er mengden Norovirus på 0,0 part/l i node 4548, og 2,68 part/l i node 130024.

Etter 48 timer er mengden Norovirus 13,15 part/l i node 5970.

Figuren under viser hvordan mengden Norovirus utvikler seg i innsugsperiode 30min.



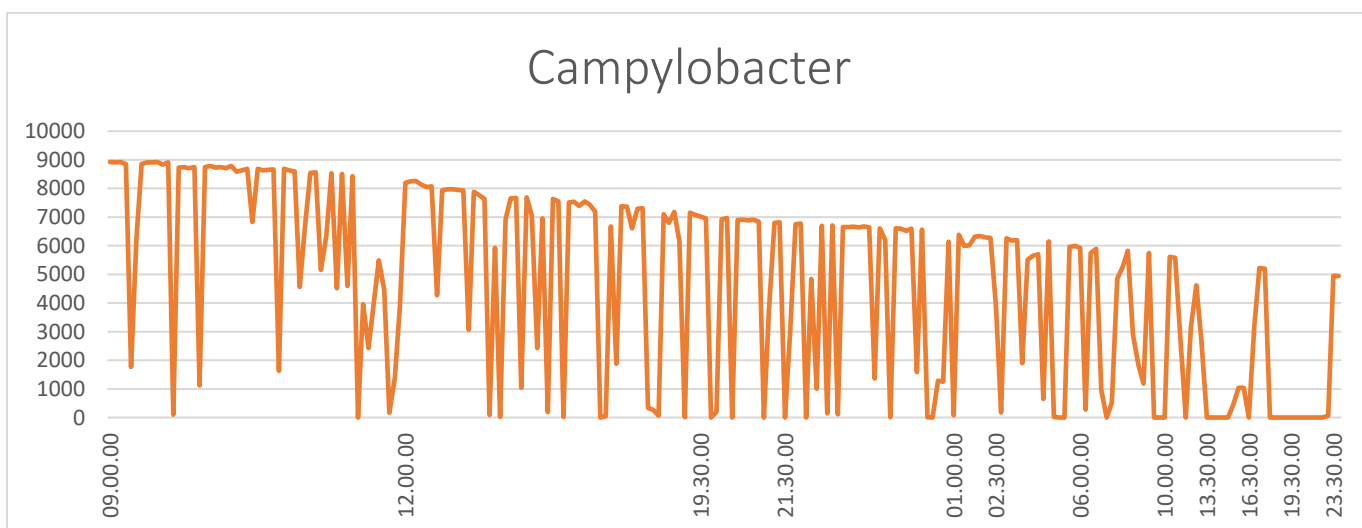
FIGUR 90 NOROVIRUS 30MIN, NODE 259

Mengden Campylobacter starter på 8923,47 cfu/l i node 259. De fleste mengdene i nodene på dette tidspunktet begynner ved denne verdien. Unntaket er node 5963 og 6024 med verdier på henholdsvis 1770,32 cfu/l og 6278,87 cfu/l.

Når 24 timer er gått er mengden Campylobacter 1,33 cfu/l i node 4548, og 1282,27 cfu/l i node 130024.

Etter 48 timer er mengden Campylobacter 4941,66 cfu/l i node 5970.

Figur 91 under viser hvordan Campylobactermengden endrer seg i løpet av innsugsperiode 30min.



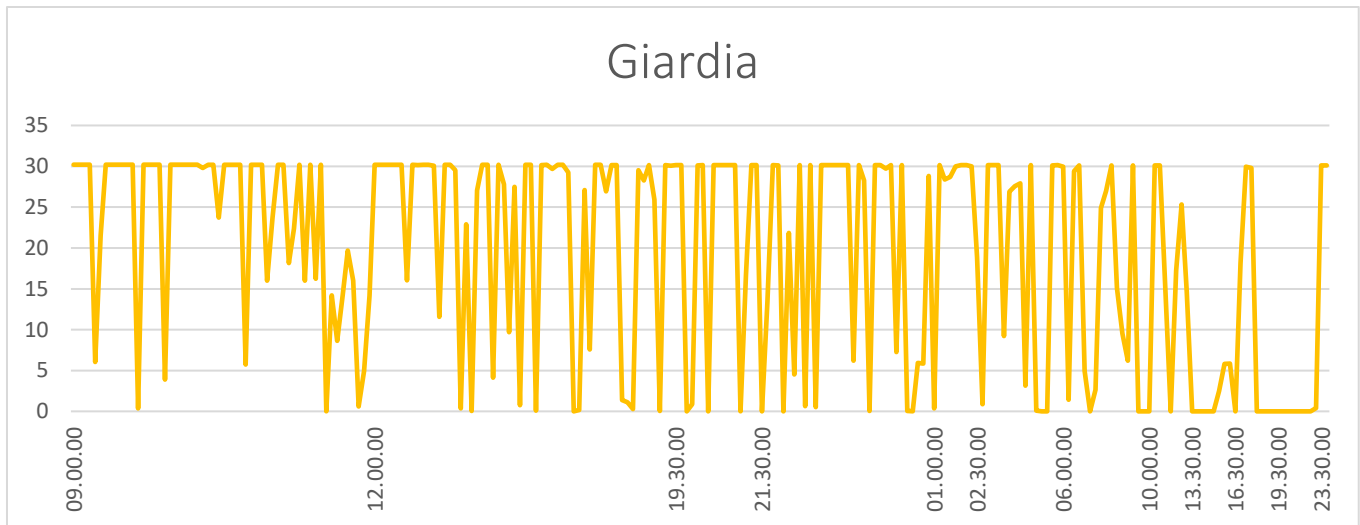
FIGUR 91 CAMPYLOBACTER 30MIN, NODE 259

Verdiene for Giardia begynner på 30, 20 part/l, med unntak av node 5963 og 6024 som har mengde på henholdsvis 6,06 part/l og 21,51 part/l.

Giardiaverdien har etter 24 timer endret seg til 0,01 cfu/l i node 4548 og 5,94 cfu/l i node 130024.

Etter 48 timer er mengden Giardia 30,09 part/l i node 5970.

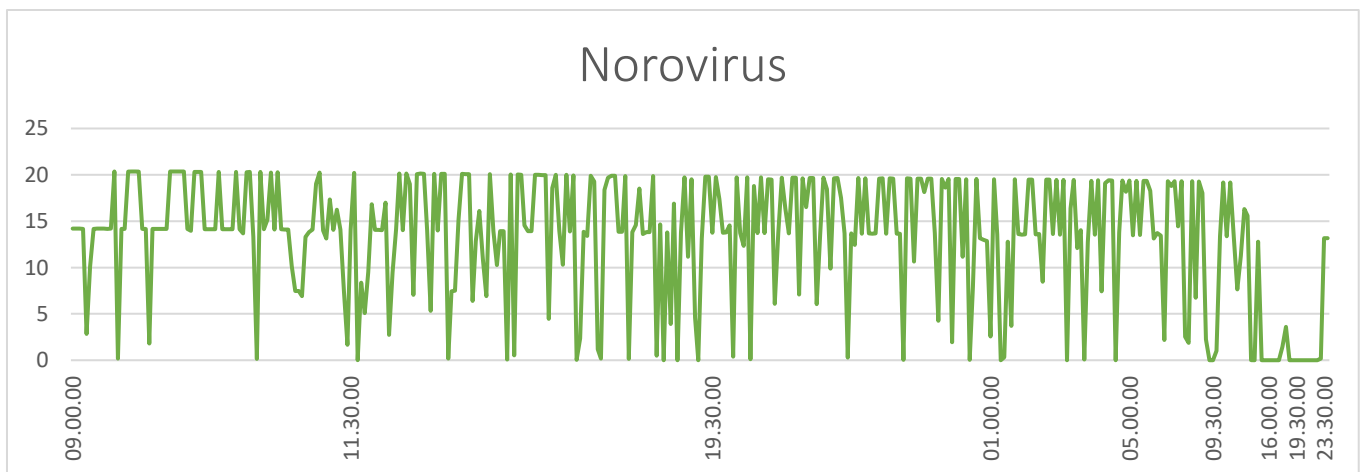
Figur 92 under viser hvordan mengden Giardia utvikler seg i innsugsperiode 30min.



FIGUR 92 GIARDIA 30MIN, NODE 259

60 minutter:

Mengden Norovirus etter innsugsperiode på 60min er tilnærmet lik som etter innsugsperioden på 30min, i starten av simuleringsperioden. Dette gjelder også for Campylobacter og Giardia.



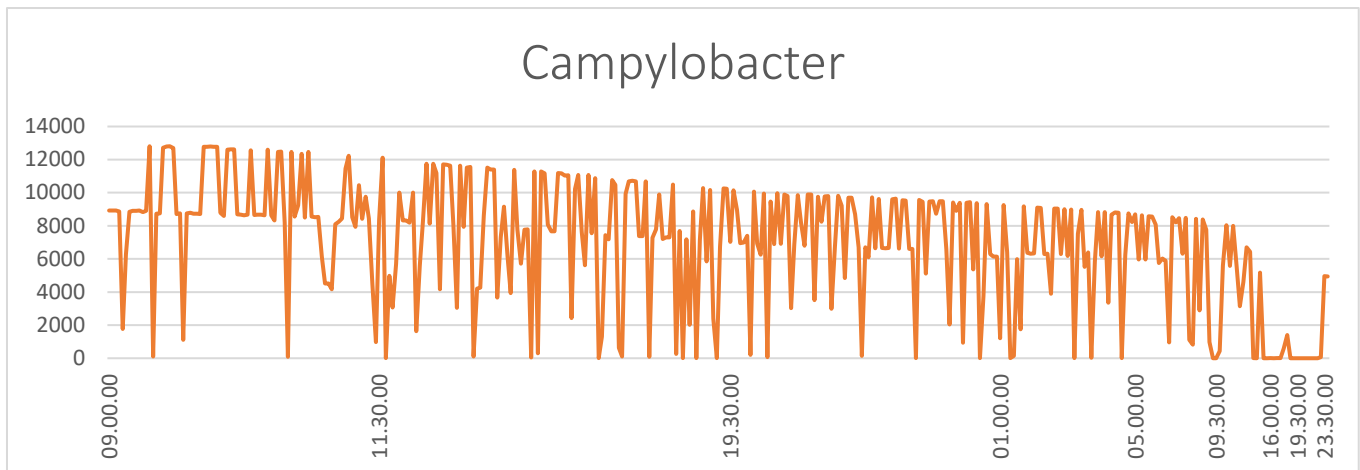
FIGUR 93 NOROVIRUS 60MIN, NODE 259

Figur 93 viser hvordan Norovirusmengden utvikler seg.

Etter 24 timer har mengden Norovirus endret seg til 19,57 part/l i node 215 og 1,94 part/l i node 5850. Dette er høyeste og laveste verdi for Norovirus på dette tidspunktet.

Campylobacter har endret seg til 9402,34 i node 215 og til 933,46 cfu/l i node 5850, som er høyeste og laveste verdi etter 24 timer.

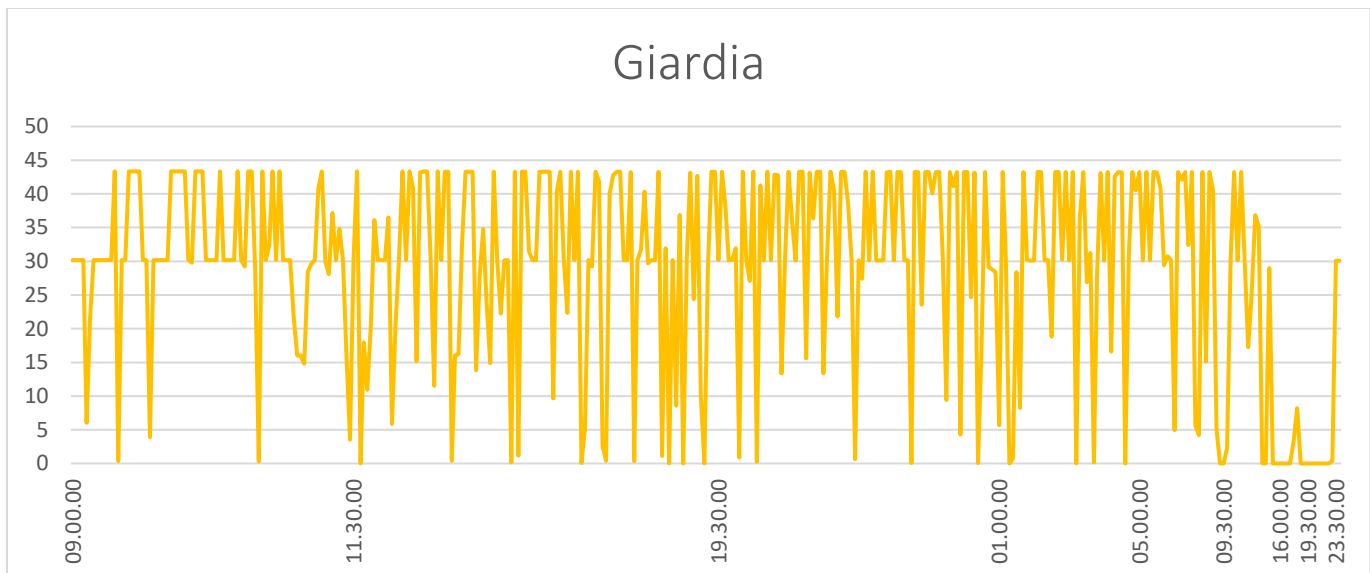
Figur 94 viser utviklingen av Campylobacter.



FIGUR 94 CAMPYLOBACTER 60MIN, NODE 259

Mengden Giardia etter 24 timer har endret seg til høyeste verdi 43,26 part/l i node 215, og til laveste verdi 4,29 part/l i node 5850.

Figur 95 viser hvordan mengden Giardia utvikler seg i innsugsperiode 60min.



FIGUR 95 GIARDIA 60MIN, NODE 259

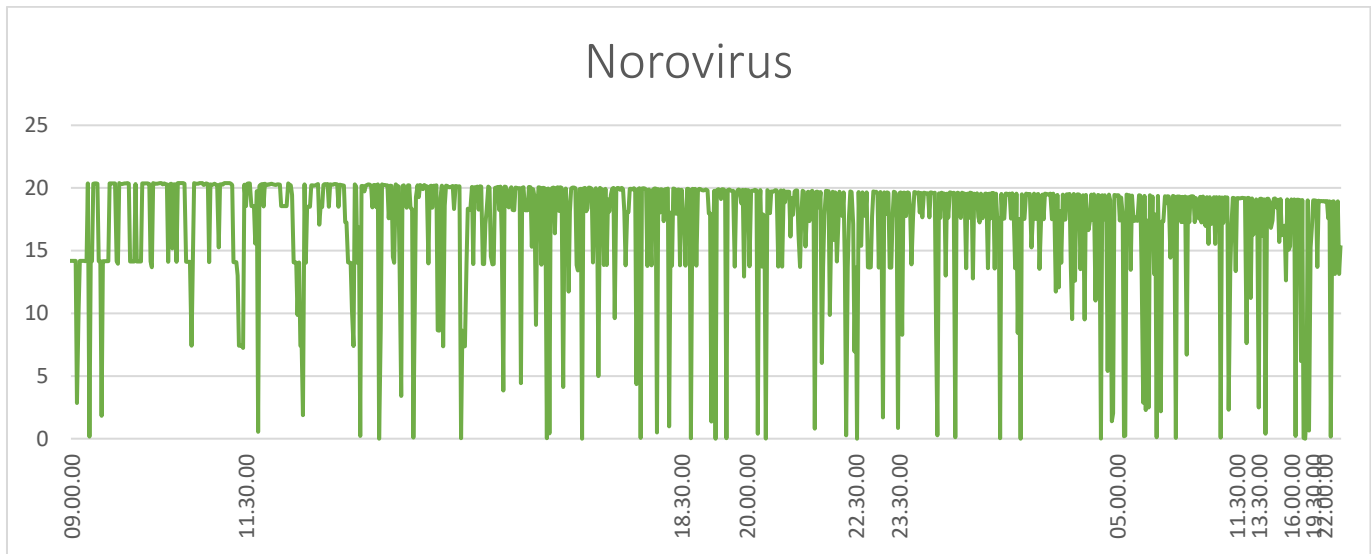
Etter 48 timer er mengdene den samme som etter 48 timer med innsugsperiode 30min. Norovirusmengden er 13,15 part/l, Campylobacter er 4941,66 cfu/l og Giardia er 30,09 part/l. Alt i node 5970.

180 minutter:

Ved innsugsperiode 180min starter mengden med Norovirus, Campylobacter og Giardia likt som i innsugsperiodene 30min og 60min.

Etter 24 timer har mengden Norovirus steget til 19,66 part/l i node 130023 som høyest verdi. Den laveste verdien er nå 17,66 part/l i node 130024. vi ser at målingene ved nodene på dette tidspunktet er veldig stabile og har ingen store forskjeller i målte verdier.

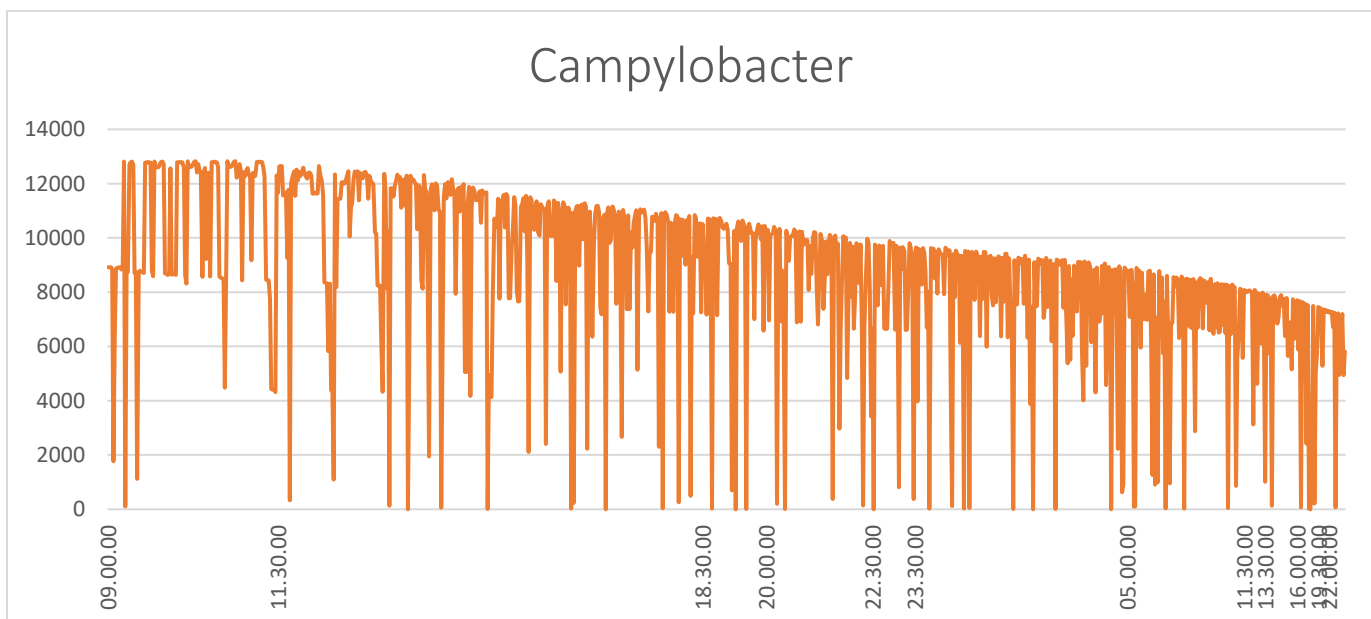
Figur 96 viser utviklingen av Norovirus.



FIGUR 96 NOROVIRUS 180MIN, NODE 259

Den høyeste verdien for Campylobacter etter 24 timer er nå 9639,71 cfu/l ved node 130023. Den laveste verdien er målt til 7928,45 cfu/l ved node 130024. Heller ikke her er det store forskjeller i målingene, men noe større sprik i resultatene enn på Norovirus.

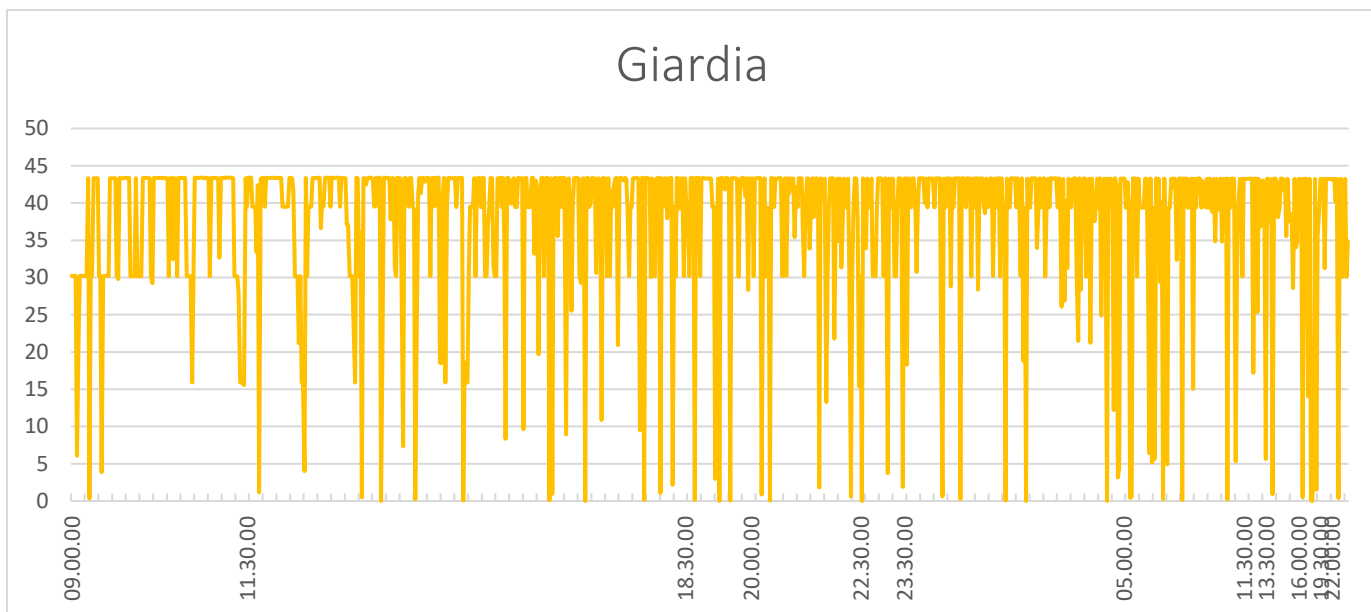
Figur 97 viser hvordan Campylobacter utvikler seg etter innsugsperiode på 180min.



FIGUR 97 CAMPYLOBACTER 180MIN, NODE 259

På Giardia er det samme node som ved Norovirus og Campylobacter som har høyeste verdi. Denne er på 43,33 cfu/l i node 130023. Den laveste verdien er i nodene 4592 og 130024 med verdien 39,42 cfu/l.

Figur 98 under viser utviklingen av Giardia i løpet av 48 timer.



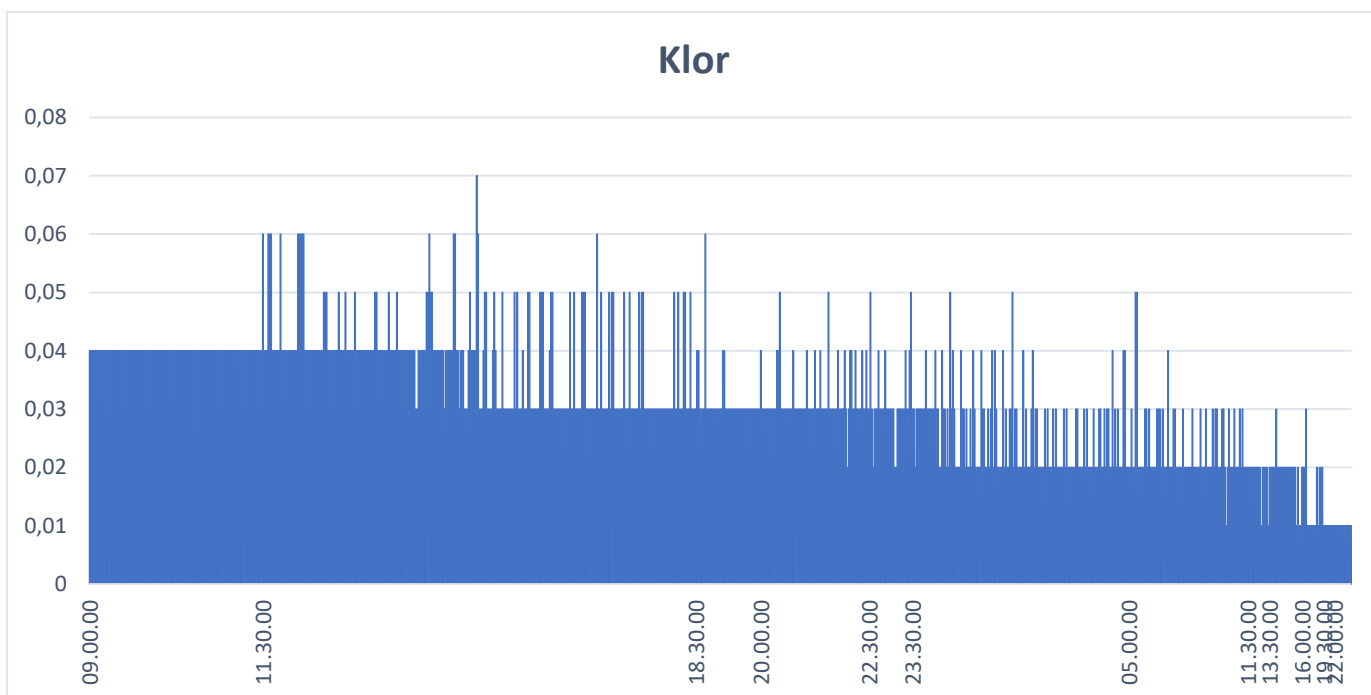
FIGUR 98 GIARDIA 180MIN, NODE 259

Etter 48 timer er mengdene ved node 4591 for Norovirus 18,93 part/l, for Campylobacter 7192,72 cfu/l og for Giardia 43,24 part/l. Ved node 5970 er Norovirus 13,15 part/l, Campylobacter 4941,66 cfu/l og Giardia 30,09 part/l. Node 367 har verdiene 15,26 part/l for Norovirus, 5820,14 part/l for Campylobacter og 34,86 cfu/l for Giardia.

For node 5970 er dette akkurat de samme mengdene som for innsugsperiodene 30min og 60 min.

Utviklingen av mengden restklor er forholdsvis jevn, med unntak av enkeltvis høyere målinger underveis.

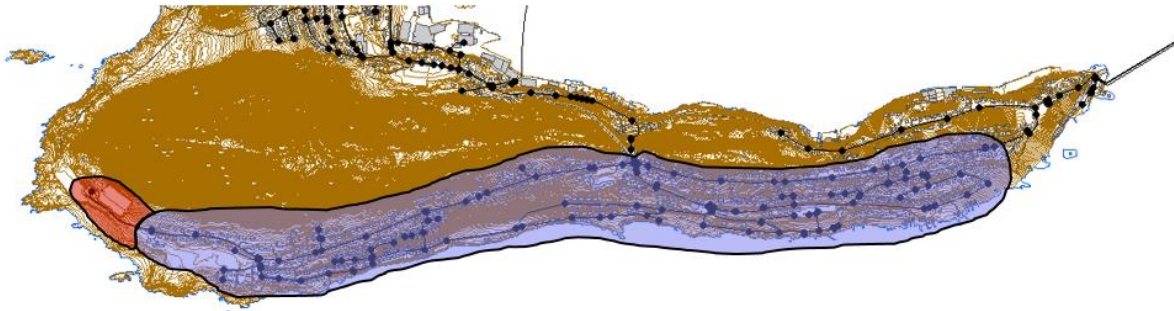
Figur 99 viser hvordan restklor mengden utviklet seg i innsugsperiode 180min.



FIGUR 99 RESTKLOR I NODE 259

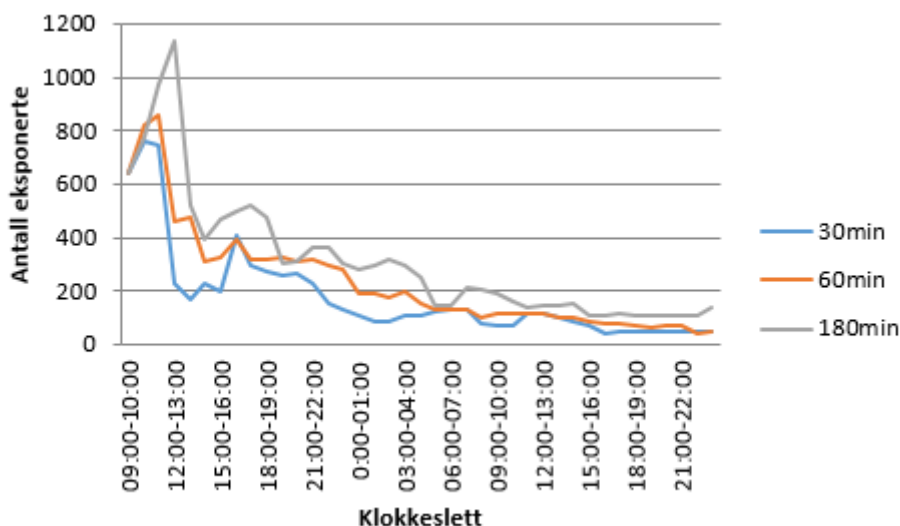
Oppsummering

Fig 100 viser i hvor stort område forurensingen spres i løpet av 48 timer når det er innsug i node 259. Den blå fargen representerer innsug i 30 og 60min, mens den røde fargen representerer innsug i 180min. Forurensingen kommer inn via ledning 100566, som er før ledningsnettets går over til et ringnett som forsyner hele Hessa med drikkevann. Forurensingen spres da i tre retninger samtidig. Til tross for at det er stengte ventiler og lave hastigheter i enkelte ledningsstrek, vil forurensingen spres raskt via ledningsstrek som går rundt disse og med høyere hastighet.



FIGUR 100 SPREDNING, NODE 259

Antallet eksponerte fra time til time og totalt i perioden på 48 timer varierer med hvor lenge det har vært innsug. På fig 101 er dette illustrert med et diagram. I alle de tre tilfellene vil antallet eksponerte være høyt de første timene, for deretter å falle utover i simuleringsperioden. Med innsug i 30min og 60min er antallet eksponerte i løpet av en time maksimal mellom kl 11:00 og 12:00, med henholdsvis 749 og 856 eksponerte. Med innsug i 180min vil det maksimale antallet eksponerte være mellom kl 12:00 og 13:00, med 1136 eksponerte. Jo lenger innsuget varer vil det være flere personer eksponert for skadelige mikroorganismer samtidig i løpet av en time. En viktig faktor i eksponeringsanalysen er at Hessa barneskole er eksponert i samtlige av tilfellene, og avhengig av hvor mange av elevene og de ansatte som bor på Hessa vil antallet eksponerte variere. Det er tatt utgangspunkt i at elevene på skolen primært er bosatt på Hessa, mens de ansatte er bosatt utenfor Hessa. Dette fører til at antallet eksponerte med et innsug i node 259 er 2196 personer i alle tre tilfellene. Det som er viktig å ta med seg er at med et innsug på 180min vil også Hessa Idrettslag bli eksponert.



FIGUR 101 ANTALL EKSPONERTE, NODE 259

I node 253 er det sett på risikoen for å utvikle sykdomssymptomer dersom man får i seg en dose av de skadelige mikroorganismene. I node 253 er det estimert at 23 personer er påkoblet, i tillegg er Hessa barneskole eksponert. Dette gir totalt 426 eksponerte personer, der 352 av de er barn mellom 5 og 13 år. Det er derimot valgt å se bort ifra aldersforskjeller i beregningen av risiko for smitte. Det er brukt Monte Carlo simulering da dosen som hver enkelt person kan få i seg varierer avhengig av hvor mye vann de drikker fra springen.

Tabell 29 viser resultatet av Monte Carlo simuleringen. I alle tre tilfellene med innsug er konsentrasjonen av skadelige mikroorganismer lik, noe som fører til at sannsynligheten for å utvikle sykdomssymptomer er lik for alle tilfellene. Giardia alene fører til at 0,62% av de som får i seg en dose vil utvikle sykdomssymptomer, Campylobacter 29,58%, og Norovirus 0,05%. Dette gir en total på 44,01% sannsynlighet. Dette gir 187,48 sykdomstilfeller dersom de får i seg en dose av drikkevannet.

Node	Innsug min	Mikroorganismer	mo/L	%	Husstander	Personer	Personer smittet
253	30	Giardia	0.36	0.62	7	23+skole(403)	2.64
253	30	Campylobacter	104.69	29.58	7	23+skole(403)	126.01
253	30	Norovirus	0.17	0.05	7	23+skole(403)	0.213
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				44.01	7	426	187.48
253	60	Giardia	0.36	0.62	7	23+skole(403)	2.64
253	60	Campylobacter	104.69	29.58	7	23+skole(403)	126.01
253	60	Norovirus	0.17	0.05	7	23+skole(403)	0.213
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				44.01	7	426	187.48
253	180	Giardia	0.36	0.62	7	23+skole(403)	2.6
253	180	Campylobacter	104.69	29.58	7	23+skole(403)	126.0
253	180	Norovirus	0.17	0.05	7	23+skole(403)	0.21
				Sum	Tot:	Tot:	Tot
				44.01	7	426	187.48

TABELL 29 SANNSYNLIGHET FOR SMITTE, NODE 259

5 Diskusjon

I dette kapittelet er det drøftet resultat og fremgangsmetodene for å komme frem til resultatet.

5.1 Restklorprøver

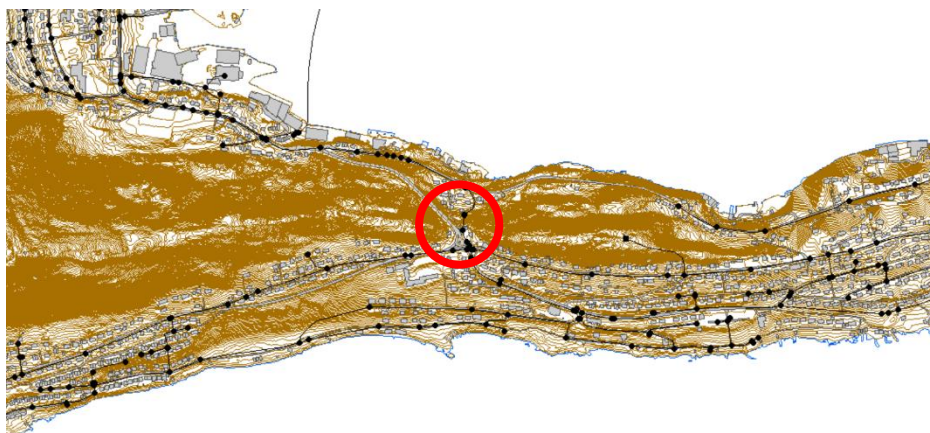
Prøvene som ble tatt ved vannverket og ute på ledningsnettets viste at mengden restklor endrer seg mye gjennom et døgn, se kap 3.1.1. På vannverket er mengden ut på ledningsnettets beregnet til å være ca 0,05 mg/l, ut fra den mengden klor som blir tilsatt og reaksjonstiden i vannbassengene på vannverket.

For at vi skulle få tatt prøver bestilte skolen, NTNU Ålesund, et nytt apparat som kunne måle å gi resultater på stedet. Dette apparatet hadde derimot en «range» som ikke gikk under 0,050 mg/l. Et resultat av dette er at prøvene vi har tatt ikke er så presise som de kanskje burde ha vært. Veldig mange av resultatene vi fikk ble målt til under range (<0,050 mg/l). Vi fikk også noen resultater som ble målt til langt over 0,05 mg/l. Dette har vi ingen god forklaring på, men det tyder på at restklormengden ute på ledningsnettets ikke er så stabil og god som den burde ha vært.

5.2 EPANET og MSX

Mye av oppgaven sin problemstilling og formål dreide seg om å simulere ledningsnettets i EPANET – MSX. Dette lyktes vi til dels med, men klarte ikke å lage en problemfri modell. Mye av dette beror på for lite hydrauliske data og tid til å kalibrere modellen skikkelig, men også på mangel på kunnskap og veiledning i programmet.

Det å legge inn restklor i fra vannrenseanlegget viste seg å være vanskelig å gjennomføre. Tiden det tok for mengden restklor å komme seg fra renseanlegget og ut til ledningsnettets på Hessa var alt for lang. Dette gjorde at vi ble nødt til å simulere scenariene med restklormengde i node 13167 for å unngå at simuleringene ble alt for lang og feilaktige.



FIGUR 102 PLASSERING RESTKLOR FOR SIMULERING

Denne ble satt til 0,04 mg/l, og vurdert ut ifra de prøvene vi tok på ledningsnettets og tall fått fra Ålesund Kommune og Vidar Slinning hos vannverket. Ut i fra dette la vi også til en «Time pattern», som gir et mønster

for hvordan restklormengden utvikler seg over tid på ledningsnettets.

Alt dette er elementer i modellen som påvirker resultatet. Mange av dem er basert på vurdering. Såkalt «Engineering judgement».

Resultatene i fra simuleringene i EPANET-MSX er en egen fil (rpt-fil), der man selv bestemmer hvilke noder og/eller ledninger som skal vises. Disse resultatene er i tabellform, noe som fører til at tolkningen samt presentasjonen av resultatene kan være vanskelig og til dels tungvint. Innledningsvis i oppgaven ble det gjort et forsøk på å få resultatene visualisert i EPANET, i stedet for i tabellform, men det viste seg forholdsvis raskt at verken noen i gruppen eller i studiemiljøet rundt at noen hadde kjennskap eller kunnskap til å kunne gjennomføre dette.

Ved videre arbeid, eller lignende prosjekter hvor EPANET og EPANET – MSX er aktuell for bruk, bør det brukes mer tid på å kalibrere og finne riktige parametere for å få en perfektionert modell. Egne erfaringer med EPANET viser også at programmet ikke er spesielt godt egnet for modellering av undertrykk. Dette har hatt ganske mye å si for tiden vi har brukt på å få kalibrert modellen i vårt scenario, i forhold til at undertrykk er en viktig del av simuleringen.

5.3 Ledningsnett

Vi vet at mye av ledningsnett i Norge er gammelt og av dårlig kvalitet, i forhold til de lekkasjetall som foreligger. Her er Ålesund Kommune ikke noe unntak. Kapittel 2.17 og 2.18 viser hvordan fordelingen av rørmaterialer og alder er på Hessa. Det at informasjonen om tilstanden til ledningsnett er såpass dårlig og mangelfull som den er, gjør beregningen av risikoen for forurensing vanskelig. Ved forurensing på ledningsnett, samtidig som det oppstår et trykkfall vil det uten tvil skape problemer for befolkningen på Hessa. Resultatene viser en nesten 100% sannsynlighet for smitte i enkelte av de scenariene vi har tatt for oss. Disse resultatene er selvfølgelig bekymringsfulle, men i hvilken grad det er en reel fare for at slike scenarier skal inntreffe er vanskelig å vite.

I forhold til sjansene for hull eller sprekker i rørene, spiller selvfølgelig alder en vesentlig rolle. Gamle rør, i sprøe og utdaterte materialer, er mer utsatt for skader fra bevegelser i jordmassene og røtter. Fornyning til nyere rør i bedre materialer kan være en måte å sikre ledningsnett mot forurensing og lekkasjer.

Vanntrykket på ledningsnett er generelt bra i store deler av Ålesund kommune. Her er Hessa ikke noe unntak. Tilgangen på vann er god i kommunen. De har derimot ikke noen fullverdig reservevannsløsning hvis noe skulle skje med råvannskilden, Brusdalsvannet. Derfor hvis noe skulle skje som stopper vanntilførselen, over kortere eller lengre tid, blir vannbassengene ved vannverket og i fjellet på Aksla viktig for distribusjonen av vann. Dette kommer selvsagt til å gå utover trykket på ledningsnett, som igjen kan føre til undertrykk og øke faren for forurensing.

5.4 Begrensninger i oppgaven

Med tanke på oppgavens omfang og tidsperspektiv var det nødvendig med en del avgrensninger og begrensninger av oppgaven. I forhold til mikroorganismer og andre typer forurensning i bakken var det ikke mulig å ta høyde for mer enn det vi gjorde. Skadelige tungmetaller og andre typer mikroorganismer ble ikke tatt høyde for i det hele tatt i modellen. Dette tatt i betraktning inn på modellen i EPANET vil resultatene kunne bli noe helt annet.

Man hadde fått et mye større register over helseskadelige stoffer og organismer, som hadde gjort risikoen for forurensing vesentlig større. For å få en modell som er så reel og presis som mulig er dette noe som selvfølgelig burde vært med.

Ved innsug i scenario 3 valgte vi å ikke simulere resultatet ved forskjellige størrelser på hullet. Vi vurderte å se på en node med tre forskjellige størrelser på hull, i stedet for scenariet vi valgte med forskjellige innsugsperioder. Forskjellige størrelser på hull for innsug, ville kunne gi forskjellige konsentrasjoner av mikroorganismer som suges inn på ledningsnettet i starten av simuleringen. Denne konsentrasjonen ville enten minke eller øke, avhengig av størrelsen på hullet.

I det scenariet vi har valgt ser vi at mengden mikroorganismer i starten er lik for alle innsugsperiodene.

Et annet scenario vi tenkte på, men valgte å ikke gå inn på, var et strømbrudd.

Et strømbrudd ville gi direkte konsekvenser for trykk og undertrykk. Med tanke på trykkøkingsstasjonene som er satt opp for å regulere trykket i ledningsnettet, og som igjen er avhengig av strøm for å holdes i drift, kunne dette ført til stort undertrykk som ville kunne gi forurensing inn på ledningsnettet.

I Ålesund Kommune er det totalt 16 trykkøkingsstasjoner. Av disse er det bare en som har nødaggregat. For å bøte litt på problemet har kommunen et nødaggregat som står på henger (Sunde, 2017). Dette kan fraktes ut til den trykkøkingsstasjonen som er mest avhengig av kontinuerlig tilgang på strøm.

Totalt sett er strøm, og tilgang på strøm et sårbart punkt i forhold til sikker distribusjon av vann. Bedre sikring og back up kunne bidratt til å gjøre dette til et mindre sårbart punkt. Flere trykkøkingsstasjoner burde vært tilkoblet nødaggregat. I tillegg kunne flere mobile aggregater vært plassert på strategiske plasser, hvor behovet for strøm ved strømbrudd er størst. En god og gjennomarbeidet beredskapsplan er en forutsetning for å minimere risiko.

Strømbrudd er absolutt en faktor som kunne, og burde vært med i en mer komplett modell. Ved eventuelt fremtidig arbeid er dette noe som kan være med i beregningene.

5.5 Resultater

Det er flere faktorer som er brukt i resultatdelen som kan være kilde til feil. Det at kjennskapen til simuleringsprogrammet har vært minimal, gjør at mange av parameterne og faktorene er bestemt ut fra vurderinger. Andre vurderinger og kilder som kunne gi andre resultater på faktorene, ville gi helt andre svar. Dette er ikke ensbetydende med at de resultatene vi har fått er feil, men at de kanskje ikke er helt nøyaktige. Med mer tid og mer nøyaktig kalibrering av modellen kan denne feilmarginen minskes.

Et annet punkt i modellen er beregningen av forbruket. Her har vi ikke tatt høyde for forskjellene på forbruk i vanlige husstander og forbruket til industrien. Lekkasjetall er heller ikke tatt med i beregningene i modellen. Vi valgte å fordele forbruket på hver enkelt node på de aktuelle strekningene i scenariene.

Mer nøyaktig beregning av forbruket, og tydeligere skille på hva som er normalt privat forbruk og normalt industrielt forbruk, kunne gitt en mer presis modell i forhold til risikoen for å få i seg mikroorganismer.

Diagrammene som er lagt inn i oppgaven i kap. 4, viser store svingninger i resultatene av mikroorganismer i løpet av simuleringsperioden på 48 timer. Her er også konsentrasjonen tilnærmet null flere ganger. Dette er det flere årsaker til. En av dem er at programmet simulerer forurensingen som en stor klump som beveger seg gjennom ledningsnett. Ved målinger helt i forkant, eller i bakkant av denne klumpen, vil man få resultater som er lavere enn ved målinger midt i klumpen.

En annen faktor er at målingene er foretatt akkurat på slaget for hver hel og halve time, og ikke på det tidspunktet mengden med forurensing er akkurat på noden.

Negative elementer med resultatene og modellen er usikkerheten knyttet opp mot faktorene og parameterne som er benyttet. Med større sikkerhet og trygghet i forhold til disse, kunne vi stolt mer på de resultatene vi har fått. På en annen side samsvarer de resultatene vi tok av restklor ute på ledningsnett mer eller mindre med de resultatene vi fikk i modellen. Dette verifiserer til en viss grad at de resultatene vi har fått er gyldig.

Positive aspekter i forhold til prosessen og de resultatene vi har fått, er at vi er veldig klar over de feil og mangler som er knyttet til resultatet og simuleringsprogrammet som er brukt. Mye tid er blitt brukt på å gjøre modellen og resultatene så gode som mulig, noe som igjen har gitt et godt innblikk i hvordan programmet fungerer.

Omfanget av programmet og tiden som er brukt for å få modellen i orden visste vi lite om før vi begynte på denne oppgaven. I ettertid ser vi at vi med fordel kunne begynt tidligere med simulering i programmet, slik at vi kunne brukt mer tid på å få den riktig. Bedre opplæring og veiledning i EPANET – MSX kunne også kortet ned og forenklet prosessen.

Mikrobekonsentrasjonene vi har brukt i beregningene er sannsynligvis noe høye. Dette er fordi disse verdiene er konsentrasjonen av patogene mikroorganismer i avløpsvann som ikke er fortynnet.

I et scenario med innsug nede i bakken vil det ikke være snakk om rent avløpsvann, men konsentrasjonen vil fortsatt være høy. Avløpsvannet vil sannsynligvis være fortynnet i grunnvannet, eventuelt i vann fra overvannsledninger som lekker, og med overvann i fellesledninger der dette er aktuelt. Det er også mulig at jordmassene vil ha en viss filtrerings effekt.

Disse faktorene vil ikke gjelde i like stor grad i tørkeperioder som i regnperioder.

6 Konklusjon

6.1 Risikobeskrivelse

Risikoen for smitte via drikkevannet er under normale driftsforhold vanskelig å fastslå. Scenariene viste derimot at risikoen for at folk skal bli smittet er ekstremt høy ved et branntilfelle, forurensing knyttet til vedlikehold, og ved et ledningsbrudd.

Spredningen av mikroorganismene fulgte vannstrømmen, der vannhastigheten var en viktig faktor for hvor raskt og langt mikroorganismene spredte seg i løpet av simuleringsperioden. Hvor lenge innsuget varte hadde mye å si på spredningen avhengig av hvor innsugspunktet var. Med et lengre innsug, vil mikroorganismene spres lenger og raskere i tilnærmet lik konsentrasjon som ved kortere innsug. Abonentene er også eksponert i en lenger periode jo lenger innsuget varer, noe som fører til at sannsynligheten for at eksponerte abonnenter får i seg skadelige mikroorganismer øker. Eksempelvis i scenario 3 node 207 og 259 hadde derimot ikke innsugstiden stor innvirkning på hvor langt mikroorganismene spredte seg, men innsugstiden hadde stor innvirkning på hvor lenge abonnentene var eksponert for de skadelige mikroorganismene.

I scenariene ble sannsynligheten for sykdomssymptomer beregnet dersom man drakk en daglig dose springvann som inneholdt de skadelige mikroorganismene. Sannsynligheten for at noen skal drikke springvann med skadelige mikroorganismer i første omgang er derimot vanskelig å fastslå. Det er en rekke faktorer som spiller inn på hvilken mengde drikkevann en person drikker direkte fra springen og hvor hyppig man gjør det i løpet av et døgn. I tabell 30 er det tatt utgangspunkt i beregningene som er gjort i hvert scenario, og deretter brukt disse verdiene for å estimere antallet sykdomstilfeller dersom samtlige av de eksponerte drikker vann som inneholder de skadelige mikroorganismene. Det er viktig å legge seg merke i at dette er verst tenkelige tilfelle.

Node/Ledninger	Innsug min	Sannsynlighet for smitte %	Antall eksponerte	Antall smittet
Scenario 1				
4592	60	99.99	87	86.99
4592	120	99.99	87	86.99
Scenario 2				
139703		96.2	307	295.33
152462		99.95	413	412.79
91393		97.72	898	877.52
98181		999	192	191.98
Scenario 3				
214	30	99.98	715	714.85
214	60	99.99	715	714.92
214	180	99.99	715	714.92
307	30	100	549	549
307	60	99.76	559	557.65
307	180	99.75	1223	1219.94
253	30	44.01	2196	966.45
253	60	44.01	2196	966.45
253	180	44.01	2196	966.45

TABELL 30 ANTALL SYKODMSTILLFELLER

Dersom de nevnte scenariene skulle inntreffe vil antallet smittede være langt over det som er fastsatt som Nasjonale mål, hvor målet er at maks 1 av 10 000 kan smittes i løpet av et år. Med dagens folketall i Norge vil dette si at maksimalt 525 personer kan smittes årlig på landsbasis av drikkevannet.

6.2 Ledningsnettets kvalitet

Ledningsnettets i Ålesund kommune greier seg, under normale forhold, greit. Dette er fordi trykket er høyt og slipper ikke inn forurensing. Scenariene viste imidlertid at nettet er sårbart for innsug, både ved brann og ledningsbrudd. Også når ledninger blir vedlikeholdt er det betydelig fare for forurensing, dersom nye ledninger på ingen måte blir desinfisert eller spylt ut.

Høye lekkasjetall og alder viser at utskifting av ledningsnettets bør trappes opp.

6.3 Oppnåelse av målsetting

I forprosjektrapporten, se vedlegg 1, ble det utarbeidet hovedmål til oppgaven, som er som følger:

- Hvordan det eksisterende ledningsnett i Ålesund kommune påvirker, og potensielt, forurenses det ferdigbehandlede vannet ut til kundene. Oppgaven retter seg mot behandling og transport av drikkevann, med hovedfokus på forurensing fra ledningsnett.
- Utvikle en modell som viser hvordan det eksisterende ledningsnett påvirker drikkevannet ved forurensing utenfra, og hvilken effekt dette kan ha på vannkvaliteten fra vannbehandling til forbruker.

Ut ifra utbruddsstatistikker hentet fra folkehelseinstituttet er det aldri blitt rapportert om utbrudd i Ålesund kommune fra 1989 og til i dag. Det var heller ikke mulig å kartlegge om det er blitt rapportert om enkelttilfeller av smitte via drikkevann. Det er derfor vanskelig å fastslå hvilken helsemessig innvirkning ledningsnett har på abonnentene i Ålesund under normale driftssituasjoner.

Modellen som ble utarbeidet i EPANET-MSX for å kartlegge hvordan ledningsnett påvirker drikkevannet ved forurensing utenfra var en stor del av oppgaven. Modellen ble ikke problemfri, da den ikke lot seg kalibrere opp mot den reelle hydrauliske situasjonen i kommunen innenfor den tidsrammen som var gitt i oppgaven. Derfor er det grunnlag for at konsentrasjonen i simuleringen ikke er nøyaktige, men det er riktig å anta at spredningen av de skadelige mikroorganismene er korrekt.

Kartleggingen av særlig utsatte områder med tanke på flom og innlekkasjer ble utført etter prinsippet om hvilke kriterier som må være tilstede for at forurensing via ledningsnett skal oppstå. Det er da områder med lavt trykk og mulighet for forurensete masser som er blitt sett på.

6.4 Videre anbefalinger

Da vi begynte med denne oppgaven i januar hadde vi en veldig bred problemstilling som vi etter hvert smalnet inn. Noe av det vi valgte å se bort ifra var da forurensing fra Aspevågen. Når vi prøvde å modellere interessante scenarier å ta for oss oppdaget vi at det var enkelt å få innsug i Aspevågen. Da vi så på grunnforholdene i Aspevågen så vi at det var betydelige mengder tungmetaller fra industri i området. Dette hadde vært interessant å se nærmere på, men det ble mye å se på både mikrobeforurensing og kjemisk forurensning på en og samme gang. Dette kunne vært et område å se nærmere på i en annen oppgave.

Gjennom denne oppgaven har vi erfart at EPANET og EPANET-MSX ikke egner seg særlig godt til å se på slike scenarier som vi har sett på. Det er fordi EPANET ikke er bra på å simulere negativt trykk. Vi har til tider fått unaturlig høye verdier for negativt trykk når vi har prøvd å få interessante scenarier. Dette gjør da at man får følgefeil i EPANET-MSX og da blir resultatene fra EPANET-MSX også feil. Vi anbefaler derfor studenter og andre som skal gjennomføre en lignende oppgave å bruke andre programmer som er bedre egnet.

7 Referanser

Agency, U. S. E. P., 2017. *U. S Environmental Protection Agency*. [Internett]
Available at: <https://www.epa.gov/water-research/epanet#extension>
[Funnet 5 April 2017].

Andersen, E., 2016. *Vannrapport 127: Vannforsyning og helse - veiledning i drikkevannshygiene*, s.l.: Folkehelseinstituttet.

Andersson, T. et al., 2014. *Syndromic surveillance for local outbreak detection and awareness: evaluating outbreak signals of acute gastroenteritis in telephone triage, web-based queries and over-the-counter pharmacy sales*, s.l.: Epidemiology and Infection; Cambridge.

Arntsen, H., 2016. *Vannkvalitet i drikkevannsforsyning. Modelling av klorkonsentrasjon i ledningsnett*, Ås: Norges miljø- og biovitenskapelig universitet.

Bergstedt, O. et al., 2013. *Hvordan arbeide for å minske samfunnets sårbarhet overfor vannbåren virusmitte til tross for klimaendringene*. Göteborg: Visk, Virus i vatten, skandinavisk kunskapsbank.

Besner, M.-C., Messner, M. & Regli, S., 2010. *PATHOGEN INTRUSION IN DISTRIBUTION SYSTEMS: MODEL TO ASSESS THE POTENTIAL HEALTH RISKS*, Washington: USEPA, Office of Ground Water and Drinking Water.

Black, R. E. et al., 1988. Experimental *Campylobacter jejuni* Infection in Humans. *The Journal of Infectious Diseases*, 1 Mars, pp. 472 - 479.

Blindheim, T. C., 2017. *Personlig kontakt* [Intervju] (8 Mars 2017).

CDC, 2012. *cdc.gov*. [Internett]
Available at: https://www.cdc.gov/safewater/effectiveness-on-pathogens.html#modalIdString_CDCTable_0
[Funnet 27 April 2017].

Centers for disease control and prevention, 2015. *www.cdc.gov*. [Internett]
Available at: <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/illness.html>
[Funnet 3 Mars 2017].

Codecogs, u.d. *codecogs.com*. [Internett]
Available at: http://www.codecogs.com/library/engineering/fluid_mechanics/orifice/
[Funnet 24 April 2017].

Dag Myrh, u. O. b. o. r., 2011. *Brannmannen.no*. [Internett]
Available at: <http://www.brannmannen.no/arkiv/fag-og-presentasjoner.aspx?PID=40&Action=1&NewsId=137>
[Funnet 30 03 2017].

DuPont, H. L. et al., 1971. Pathogenesis of *Escherichia coli* Diarrhea. *The New England Journal of Medicine*, 1 Juli.

ENHIS, 2009. *Outbreaks of waterborne diseases*. s.l.:WHO.

Folkehelseinstituttet, 2015. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/norovirusenteritt---veileder-for-he/#meldings-og-varslingsplikt>
[Funnet 08 Februar 2017].

folkehelseinstituttet, 2015. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/salmonellose---veileder-for-helsepe/>
[Funnet 10 Februar 2017].

Folkehelseinstituttet, 2015. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/campylobacteriose---veileder-for-he/>
[Funnet 09 Februar 2017].

folkehelseinstituttet, 2016. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/e.-coli-enteritt-inkludert-ehc-inf/>
[Funnet 09 Februar 2017].

folkehelseinstituttet, 2016. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/giardiasis---veileder-for-helsepers/>
[Funnet 10 Februar 2017].

Folkehelseinstituttet, 2016. *fhi.no*. [Internett]

Available at:
<https://www.fhi.no/contentassets/10f6285109df44af96a0de9dd283c5ed/vanrapport-127---vannforsyning-og-helse.pdf>

Folkehelseinstituttet, 2016. *fhi.no*. [Internett]

Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/smittevernveilederen/sykdommer-a-a/kryptosporidiose---veileder-for-hel/>
[Funnet 10 Februar 2017].

folkehelseinstituttet, 2016. *Årsrapport Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge i 2015*, s.l.: Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Frost, F. J., Craun, G. F. & Calderon, R. L., 1996. *awwa.org*. [Internett]

Available at: <https://www.awwa.org/publications/journal-awwa/abstract/articleid/13599.aspx>
[Funnet 20 Februar 2017].

Gurian, P., 2015. *www.qmrawiki.canr.msu.edu*. [Internett]

Available at: http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php/Risk_Characterization

Guzman-Herrador, B. et al., 2015. *Waterborne outbreaks in the Nordic countries, 1998 to 2012*, s.l.: Euro Surveill.

Guzman-Herrador, B. R., 2017. *Personlig kontakt* [Intervju] (1 Februar 2017).

Guzman-Herrador, B. R. et al., 2016. *Årsrapport Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge i 2015*, s.l.: Nasjonalt folkehelseinstitutt.

- Guzman-Herrador, B. R. et al., 2016. *Vannbårne utbrudd i Norge i perioden 2003 – 12*, s.l.: Norsk Legeforening.
- Guzman-Herrador, B. R. et al., 2015. *The national web-based outbreak rapid alert system in Norway: eight years of experience, 2006–2013*, s.l.: s.n.
- Haas, C. N., 2013. *www.qmrawiki.canr.msu.edu*. [Internett]
Available at: http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php?title=Dose_response_assessment
- Hauge, A., 2015. *Store Medisinske Leksikon*. [Internett]
Available at: <https://sml.snl.no/biofilm>
[Funnet 2 Mars 2017].
- Havelaar, A. H. & Melse, J. M., 2003. *Quantifying public health risk in the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality*, Bilthoven: WHO, World Health Organization.
- Hellard, M. E., Sinclair, M. I., Forbes, A. B. & Fairley, C. K., 2001. A randomized, blinded, controlled trial investigating the gastrointestinal health effects of drinking water quality.. *Environmental Health Perspectives*, Issue 8.
- Hua, F., West, J., Barker, R. A. & Forster, C. F., 1999. Modelling of chlorine decay in municipal water supplies. *Water Research*, August, pp. 2735 - 2746.
- Hunter, P. R., Chalmers, R. M., Hughes, S. & Syed, Q., 2005. Self-Reported Diarrhea in a Control Group: A Strong Association with Reporting of Low-Pressure Events in Tap Water. *Clinical infectious diseases*, 15 Februar , pp. e32-e34.
- Jakopanec, I. et al., 2008. *A large waterborne outbreak of campylobacteriosis in Norway: The need to focus on distribution system safety*, s.l.: BMC Infectious Diseases.
- Kaplan, J., 2010. Biofilm Dispersal: Mechanisms, Clinical Implications, and Potential Therapeutic Uses. *Journal of Dental Research*, 5 Februar, pp. 205 - 218.
- Kramer, M. H., Herwaldt, B. L., Craun, G. F. & Calderon, R. L. o. J. D. D., 1996. *Surveillance for Waterborne-Disease Outbreaks - United States, 1993-1994*, s.l.: MMWR Surveillance Summaries.
- Kvitsand, H. M. L. & Fiksdal, L., 2010. *Waterborne disease in Norway: emphasizing outbreaks in groundwater systems*, Trondheim: Water Science & Technology—WST.
- König, A., 2000. *Forfall og fornyelse av VA-ledninger: Forurensing av drikkevann på grunn av forhold i ledningsnett*, Trondheim: SINTEF.
- Laine, J. et al., 2011. *An extensive gastroenteritis outbreak after drinking-water contamination by sewage effluent, Finland*, s.l.: s.n.
- Leak, E. et al., 2015. *Case Study: Norovirus in Drinking Water*. [Internett]
Available at:
http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php?title=Case_Study%3ANorovirus_in_Drinking_Water#tab=Dose_Response
[Funnet 31 Mars 2017].
- LeChavallier, M., Lowry, C. & Lee, R., 1990. Disinfecting biofilms in a model distribution system. *J. Am. Water Works. Assoc*, pp. 87 - 99.

LeChavallier, M., Lowry, C., Lee, R. & Gibbon, D., 1993. Examining the relationship between iron corrosion and the disinfection of biofilm bacteria. *J. Am. Water Works. Assoc.*, pp. 111 - 123.

Lingireddy, S., 2002. *Control of Microorganisms in Drinking Water*. Virginia: ASCE.

Lovdata, 2016. *Lovdata.no*. [Internett]

Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868?q=drikkevannsforskriften>
[Funnet 5 April 2017].

Lund, V., 2017. *Personlig kontakt, Utbrudd Røros* [Intervju] (27 Februar 2017).

Løkken, E., 2017. *Minstekrav Brannhydrant* [Intervju] (29 03 2017).

Mattilsynet, 2007. *Mattilsynet.no*. [Internett]

Available at:

https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/omradeanalyse_om_drikkevann_2007/binary/Omr%C3%A5deanalyse%20om%20drikkevann%202007

Mattilsynet, 2014. *Nasjonale mål for vann og helse*. s.l.:Regjeringen.

McCarley, S., 2017. *Lekkasje, ledningsnett. Data fra Bergen Kommune* [Intervju] (7 April 2017).

McCarley, S., 2017. *Lekkasje, ledningsnett. Data fra Bergen Kommune* [Intervju] (7 April 2017).

Medema, G. & Ashbolt, N., 2006. *QMRA: its value for risk management*, s.l.: European Commission.

Mooney, C. Z., 1997. *Monte Carlo Simulation*. Thousand Oaks, California: Sage Publication, Inc.

Multiconsult, 2010. *Miljøundersøkelser i Aspevågen og Borgundfjorden Forurensingskartlegging*, Ålesund: Multiconsult.

Murray, C. & Lopez, A., 1996. Evidence-based health policy - lessons from the Global Burden of Disease Study. *Science*, pp. 740 - 743.

Murray, C. & Lopez, A., 1997. Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. *Lancet*, pp. 1436 - 1442.

Ndiongue, S., Huck, P. & Slawson, R., 2005. Effects of temperature and biodegradable organic matter on control of biofilms by free chlorine in a model drinking water distribution system. *Water Research*, Mars, pp. 953 - 964.

Nygård, K., Gondrosen, B. & Lund, V., 2003. *Sykdomsutbrudd forårsaket av drikkevann i Norge*, s.l.: Norsk Legeforening.

Nygård, K. et al., 2006. *A large community outbreak of waterborne giardiasis- delayed detection in a non-endemic urban area*, s.l.: BMC Public Health.

- Nygård, K. et al., 2007. *Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study*, s.l.: International journal of epidemiology.
- O'Toole, G., Kaplan, H. B. & Kolter, R., 2000. Biofilm Formation as Microbial Development. *Annual Reviews of Microbiology*, Oktober, 2000(54), p. 30.
- Ollos, P., 1998. *Effects of Drinking Water Biodegradability and Disinfectant Residual on Bacterial Regrowth*, Waterloo: Department of Civil Engineering, University of Waterloo.
- Payment, P. et al., 1997. *A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water*, s.l.: International Journal of Environmental Health Research.
- Pettersen, J. E. et al., 2015. *Drikkevannsledninger: Vurdering av hygienisk sårbarhet basert på vannverkens rapportering i 2011*, Oslo: Folkehelseinstituttet.
- Powel, u.d. *Powel*. [Internett]
Available at: <https://www.powel.com/no/bransjer/kommunalteknikk/va-vann-og-avlop/>
[Funnet 3 MAi 2017].
- Reinthaler, F. F. et al., 2002. *Antibiotic resistance of E. coli in sewage and sludge*, Graz: Institute of Hygiene, University of Graz.
- Rendtorff, R. C., 1954. II. Giardia Lamblia Cysts Given In Capsules. *The Experimental Transmission of Humen Intestinal Protozoan Parasites*, 1 Mars, pp. 209 - 222.
- RIF Rådgivende Ingeniørers Forening, 2015. *Norges Tilstand 2015 State of The Nation*. 5491 Majorstuen 0305 Oslo: RIF.
- Rose, J., 2013. *qmrawiki.canr.msu.edu*. [Internett]
Available at:
[http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php?title=Hazard Identification%3A General Overview](http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php?title=Hazard%20Identification%3A%20General%20Overview)
- Rossmann, L. A., 2000. *EPANET 2: Users manual*. Cincinnati: USEPA.
- Rostad, M., 29.08.16. *Kinei AS. Vannbransjen i Norge*. Kongsberg: Kinei AS.
- Schachter, B., 2003. Slimy Business - the biotechnology of biofilms. *Nature Biotechnology*, Mai, pp. 361-365.
- Shang, F. & Uber, J. G., 2008. *EPANET MULTI-SPECIES EXTENSION: USER'S MANUAL*. Cincinnati: USEPA.
- Shibata, T., 2015. *qmrawiki.canr.msu.edu*. [Internett]
Available at: http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php/Exposure_Assessment
- Sjøvold, F., Hansen, A. & Rønning, C., 2008. *Helsemessig sikkert vannledningsnett*, Hamar: Norsk Vann.
- Smith, A. et al., 2006. *Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992–2003*, s.l.: s.n.

- Statistisk sentralbyrå, 2016. *Statistisk sentralbyrå*. [Internett]
Available at: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp>
[Funnet 25 April 2017].
- Stoltenberg, C., 2014. *Store medisinske leksikon*. [Internett]
Available at: <https://sml.sn.no/DALY>
[Funnet 9 mars 2017].
- Storesund, K., Hox, K., Bøe, A. G. & Wighus, R., 2013. *Rapport Slokkevannsmengder*, Trondheim: SINTEF NBL as.
- Sunde, T., 2017. *Trykkøkningssstasjoner* [Intervju] 2017.
- Ubøe, J., 2015. *Statistikk for økonomifag*. 5. Utgave 1. opplag red. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- VISK, mars 2013. *HÅNDBOK Hvordan arbeide for å minske samfunnets sårbarhet overfor vannbåren virusmitte til tross for klimaendringene..* Göteborg: VISK.nu.
- Westrell, T., 2004. *Microbial risk assessment and its implication for risk management in urban water systems*. Linköping: Department of Water and Environmental Studies, Linköping University.
- Westrell, T., 2004. *Microbial risk assessment and its implications for risk management in urban water systems*. Linköping: Department of Water and Environmental Studies.
- Westrell, T., Andersson, Y. & Stenstrøm, T. A., 2016. Drinking water consumption patterns in Sweden. *Journal of Water and Health*, 4 April, pp. 511-522.
- WHO, World Health Organization, 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality*, Geneva: World Health Organization.
- WHO, World Health Organization, u.d. *World Health Organization*. [Internett]
Available at: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/
[Funnet 7 Mars 2017].
- WHO, 2017. *Guidelines for Drinking - Water Quality*, Geneva: World Health Organization 2017.
- Wikipedia, 2017. *Wikipedia: The Free Encyclopedia*. [Internett]
Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Disability-adjusted_life_year
[Funnet 9 Mars 2017].
- Yang, J., LeChevallier, M. W., Teunis, P. F. M. & Xu, M., 2011. *Managing risks from virus intrusion into water distribution systems due to pressure transients*, s.l.: IWA Publishing 2011, Journal of Water and Health.
- Ødegaard, H., 2012. *Vann- og avløpsteknikk*. 1. utg. red. Hamar: Norskvann.
- Ålesund kommune, 2014. *Hovedplan for vannforsyning 2014-2024*, Ålesund: Ålesund kommune .
- Ålesund Kommune, 2015. *aalesund.kommune.no*. [Internett]
Available at:

https://www.alesund.kommune.no/images/stories/dokumenter/Reglement/Administrative_reglement/VA-norm/VA-norm_sist_revidert_05.10.2015.pdf
[Funnet 8 Mars 2017].

Ålesund kommune, 2016. *Prosjekt ren Borgundfjord*. [Internett]
Available at: <https://alesund.kommune.no/tjenester/samfunnsplanlegging/klima/1706-prosjekt-ren-borgundfjord#undersokelser>
[Funnet 28 Mars 2017].

Ålesund, V. V. A. o. R., 2014. *HOVEDPLAN FOR VANNFORSYNING 2014 - 2024*,
Ålesund: Ålesund Kommune.

8 Vedlegg

- Vedlegg 1 Forprosjektrapport**
- Vedlegg 2 Framdriftsrapport**
- Vedlegg 3 Logg**
- Vedlegg 4 EPANET MSX**
- Vedlegg 5 Beregninger i R**
- Vedlegg 6 Informasjon Hessa**
- Vedlegg 7 Møtereferat**
- Vedlegg 8 Beregning og analyse**
- Vedlegg 9 MSX – simuleringsfiler**

Vedlegg 1

Forprosjektrapport

TITTEL:
Hvordan ledningsnettets påvirker kvaliteten på drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.

KANDIDATNUMMER(E):

DATO:	EMNEKODE: IB303312	EMNE: Bacheloroppgave Bygg 2017	DOKUMENT TILGANG: - Åpen
STUDIUM: BACHELOR INGENIØRFAG, BYGG		ANT SIDER/VEDLEGG: 12/1	BIBL. NR: - Ikke i bruk -

OPPDRAGSGIVER(E)/VEILEDER(E):
Ålesund kommune, Norsk vann, NVE og Folkehelseinstituttet/ Razak Seidu

OPPGAVE/SAMMENDRAG:

I samarbeid med Norsk vann, Folkehelseinstituttet, NVE, Meteorologisk Institutt og Ålesund kommune er det blitt forelagt en oppgave om å lage en modell som viser hvordan det eksisterende ledningsnett i Ålesund kommune påvirker, og potensielt, forurenses det ferdigbehandlede vannet ut til kundene. Hvilken effekt og påvirkninger innsug og innlekkasjer utenfra vil få for kvaliteten på drikkevannet.

Oppgaven retter seg mot behandling og transport av drikkevann, med hovedfokus på transport gjennom ledningsnett.

Oppgaven og problemstillingen omfavner et område som i veldig liten grad er blitt undersøkt og forsket på tidligere. Dette gjør arbeidet krevende, men også veldig spennende i den form at vi gjør noe som er mer eller mindre helt nytt.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av student(er) ved NTNU i Ålesund.

INNHold

INNHold.....	3
1 INNLEDNING.....	5
2 BEGREPER	5
3 PROSJEKTORGANISASJON.....	6
3.1 Prosjektgruppe	6
3.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen - organisering	6
.....	7
3.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)	7
4 AVTALER.....	7
4.1 Avtale med oppdragsgiver	7
4.2 Arbeidssted og ressurser	7
4.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger	8
5 PROSJEKTBEKRIVELSE	9
5.1 Problemstilling - målsetting - hensikt	9
5.2 Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifikasjon	9
5.3 Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r)	10
5.4 Informasjonsinnsamling	10
5.5 Vurdering – analyse av risiko	11
5.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid	11
5.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet	12
5.7.1 Styringshjelpemidler	12
5.7.2 Intern kontroll – evaluering	12
6 DOKUMENTASJON.....	13
6.1 Rapporter og tekniske dokumenter	13
7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	14

7.1	Møter	14
7.1.1	Møter med styringsgruppen	14
7.1.2	Prosjektmøter	14
7.2	Periodiske rapporter	14
7.2.1	Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)	14
8	PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	15
9	UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	15
10	REFERANSER	16
	VEDLEGG	16

INNLEDNING

Ifølge NORSK VANN er lekkasjetallet på det norske vannettet ca.32% på landsbasis (Norsk vann, 2011). I Ålesund kommune er dette estimert til ca. 40% (Ålesund Kommune, 2014). Dette betyr at muligheten for forurensing av drikkevannet via distribusjonsnettet er tilstede. Det kan skje ved innsug av kommunalt avløpsvann, der utette avløps- og drikkevannsledninger ligger i samme grøft (Folkehelseinstituttet, 2015).

I samarbeid med Norsk vann, Folkehelseinstituttet, NVE, Ålesund kommune og Razak Seidu er det blitt forelagt en oppgave om å lage en modell som viser hvordan det eksisterende ledningsnettet i Ålesund kommune påvirker, og potensielt, forurenser det ferdigbehandlede vannet ut til kundene. Hvilken effekt og påvirkninger innsug og innlekkasjer utenfra vil få for kvaliteten på drikkevannet.

Oppgaven retter seg mot behandling og transport av drikkevann, med hovedfokus på transport gjennom ledningsnettet.

Området vi har valgt å se nærmere på er ledningsstrekket fra Høydebasseng Aksla til Hessa. Grunnen for at vi går nærmere inn på dette området er fordi området er langt unna vannbehandlingsanlegget, og det er preget av lavt trykk. Det er også et område som er tett bebyggt, slik at eventuell forurensing kan gi helseskadelig effekt på abonnentene.

Oppgaven og problemstillingen omfavner et område som i veldig liten grad er blitt undersøkt og forsket på tidligere. Dette gjør arbeidet krevende, men også veldig spennende i den form at vi gjør noe som er mer eller mindre helt nytt.

Problemstilling:

- Hvordan vil forurensing fra innsug på ledningsnettet påvirke vannkvaliteten?
- Hvordan utvikle en modell som simulerer forurensing på ledningsnettet?

BEGREPER

QMRA: Quantitative Microbial Risk Assessment. En form for risikoanalyse

EPANET: Dataprogram for modellering av ledningsnett

EPANET MSX: Underprogram for modellering av vann kvalitet i ledningsnettet

VA: Vann og avløp

Spillvann: Forurenset vann/ avløpsvann

Patogener: Sykdomsfremkallende mikroorganismer

Kryssforurensing: Mikroorganismer kommer fra urent vann inn på ledningsnett

Renseanlegg: Et anlegge for rensing av drikkevann, eller spillvann

Vannbehandling: Renseprosess for drikkevann

Ledningsnett: Rørene drikkevannet eller spillvannet renner gjennom

Restklor: Klor som fortsatt er i vannet ute på ledningsnett etter rensesprosessen

Prøvetaking: Prøver av vann, ute på nettet eller ved renseanlegg, for å se hvilke stoffer og patogener som finnes i vannet

PROSJEKTORGANISASJON

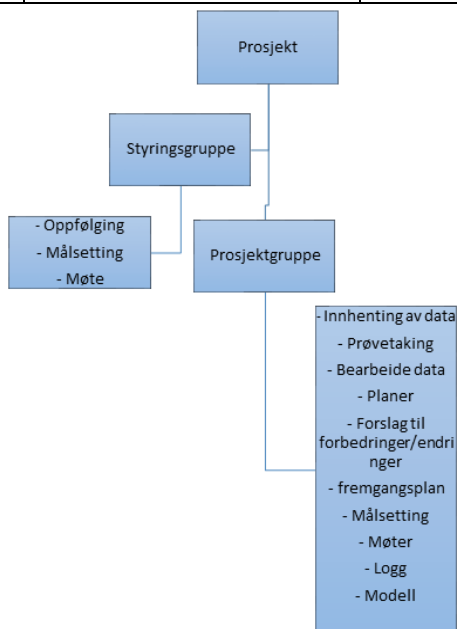
Prosjektgruppe

Studentnummer(e)
275825 - Even Bjørstad Kipperberg
275869 - Henrik Wærnes Schnell
278026 - Anders Hemmingbye

Oppgaver for prosjektgruppen - organisering

Navn	Initialer	Adresse	Mobil	E-post
Anders Hemmingbye	AH	Morkveien 150, 1925 Blaker	93436708	Anderhem@stud.ntnu.no

Even Kipperberg	EK	Syvermarka 6, 6012 Ålesund	46420835	Evenbk@stud.ntnu.no
Henrik Wærnes Schnell	HS	Hans Lossius gate 5, 6507 Kristiansund	91605320	Henrikws@stud.ntnu.no



Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

Razak Seidu ved NTNU

Bjørn Skulstad ved Ålesund kommune

AVTALER

Avtale med oppdragsgiver

Se vedlegg 1

Arbeidssted og ressurser

Ikke noe fast arbeidsplass fastsatt. Blir å veksle mellom grupperom og lesesal på biblioteket på NTNU avd. Ålesund.

Tilgang til ressurser blir tydeligere når vi har fått et møte med kommunen, men kommunen blir et viktig element i dette.

Veileder og kontaktpersoner på NTNU er Razak Seidu og Andreas Longva. Hos Ålesund kommune er det Bjørn Skulstad.

Møte med veileder er satt til hver 14. dag.

Fremdriftsmøter innad i gruppa er satt til mandag hver uke.

Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

- Alle i prosjektgruppen er likestilte gjennom prosjektperioden.
- Meninger og vurderinger fra en eller flere gruppemedlemmer skal tas hensyn til og drøftes innad i gruppen.
- Alle skal møte for arbeid med prosjektet hver dag. Ved forfall skal gruppas øvrige medlemmer orienteres.
- Før rapporter og div analyser innføres i prosjektet skal det bedømmes og gjennomgås av samtlige medlemmer for godkjenning.
- Kjernetid: 09:00 – 15:00

Holdninger:

Oppgavens omfang og mulige effekt, gir gruppa et ansvar for å sikre et godt resultat som kan, eller vil, med mer fordypning og arbeid gjøre vannforsyning tryggere.

PROSJEKTBEKRIVELSE

Problemstilling - målsetting - hensikt

Hovedmålet med oppgaven:

- Hvordan det eksisterende ledningsnett i Ålesund kommune påvirker, og potensielt, forurenses det ferdigbehandlede vannet ut til kundene. Oppgaven retter seg mot behandling og transport av drikkevann, med hovedfokus på forurensing fra ledningsnett.
- Utvikle en modell som viser hvordan det eksisterende ledningsnett påvirker drikkevannet ved forurensing utenfra, og hvilken effekt dette kan ha på vannkvaliteten fra vannbehandling til forbruker.

Delmål på veien:

1. Kartlegge dagens situasjon
2. Modellere vannbehandling og ledningsnett sammen med QMRA for å se hvordan ledningsnett og klimaendringer vil påvirke vannkvaliteten fra ferdig behandlet vann frem til kunden.
3. Kartlegge områder som kan være særlig utsatt for forurensing, flom og innlekkasjer.
4. Hvilke konsekvenser forurensing og skader på vannledningsnett vil få for abonnenter og brukere.

Effekt mål:

Sikre trygg vannforsyning.

Resultat mål:

Lage en modell for analysing av hvordan vannledningsnett påvirkes av forurensing utenfra.

Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifisering

Siden dette er en forskningsoppgave, er ikke noe krav til konkret løsning gitt. Vi har konkrete mål for hva vi ønsker å oppnå med denne oppgaven, men vi vet ikke sikkert hva vi kommer til å avdekke eller finne ut.

Målet vi har satt oss for oppgaven er å utarbeide en modell for simulering av hvordan drikkevannet påvirkes av forurensing utenfra, fra renseanlegget ut til abonnentene.

Et mål er at denne modellen skal kunne brukes alle steder med behov for analysing av transporten av drikkevann.

Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r)

1. Komme i kontakt med eiere/ansvarlige av ledningsnett i Ålesund Kommune. Innhente nødvendig data og informasjon om nåværende tilstand.
2. Ved behov foreta egne prøver og tester av drikkevannet.
3. Analysere drikkevannet for restklorinnhold. Hvilken effekt det har utover i ledningsnett.
4. Innhente EPANET-modell fra kommunen, og integrere QMRA i modellen.
5. Opprette egen EPANET-modell for simulering av forurensing og påvirkning utenfra på ledningsnett.
6. Innhente erfaringer fra kommunen om områder der de har hatt eller har problemer med lekkasjer og evt forurensing.
7. Rørene som ligger i bakken. Alder, lengde, materiale, tilstand
8. Innhente data om tidligere forurensing og skader.
9. Analysere vannkvaliteten ute på nettet som vil danne grunnlaget for en QMRA.
10. Utvikle en EPANET-modell som kan brukes over hele landet for å simulere forurensing utenfra.

Informasjonsinnsamling

- Kartdata om ledningsnett i Ålesund kommune
- EPANET-modell av vannledningsnett for det valgte området
- Analyser av drikkevannet ute i ledningsnett
- Relaterte forskningsartikler
- Informasjon om de ulike stegene i vannbehandlingen ved Ålesund vannverk
- Klimadata for prosjektområdet

Vurdering – analyse av risiko

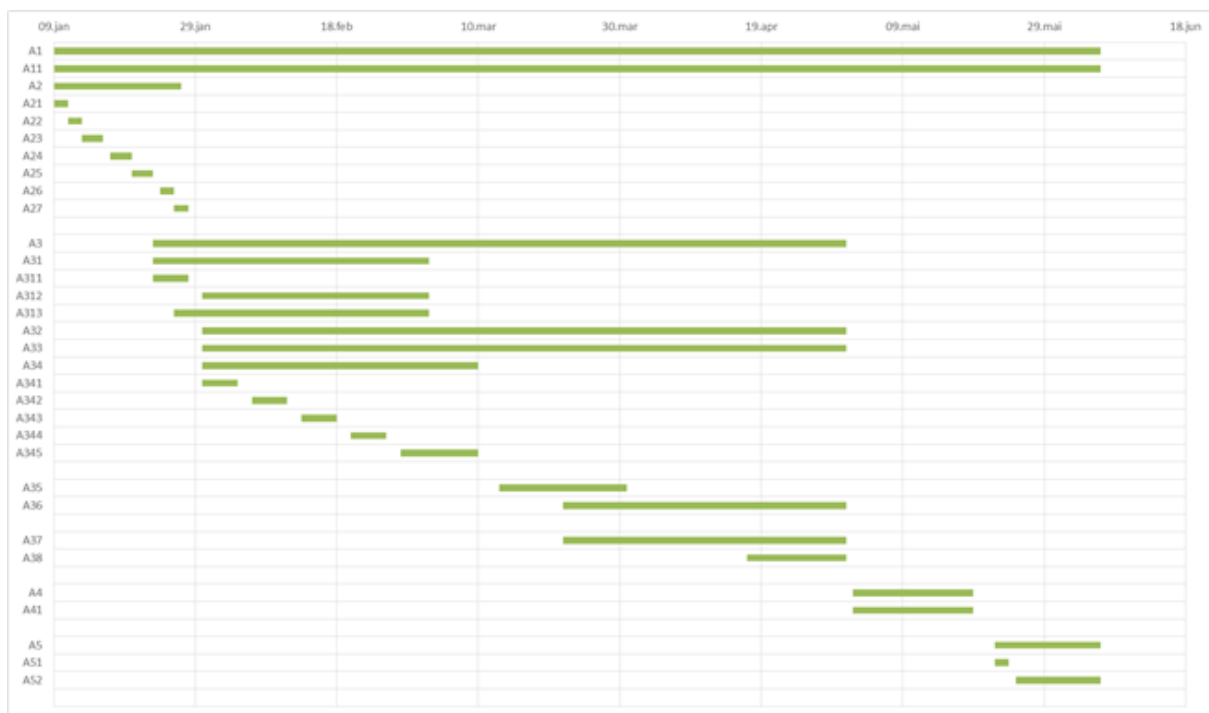
En bacheloroppgave har klare og gitte rammer.

Opgavens omfang er stort, så muligheten for å komme fram til en løsning og tilfredsstillende modell i EPANET er usikker.

Hovedaktiviteter i videre arbeid

Nr	Aktivitet	Ansvar
A1	Bacheloroppgave	Gruppe
A11	Rapportskriving	
A2	Forprosjekt	Gruppe
A21	Organisering	
A22	Prosjektgrunnlag	
A23	Interessegrupper	
A24	Målsetting og avgrensinger	
A25	Dokumentasjon	
A26	Risikostyring og avviksbehandling	
A27	Slutføring forprosjektrapport	
A3	Arbeidsfase	Gruppe
A31	Innhenting av data	Gruppe
A311	Angi prosjektområde	
A312	Informasjon om området	
A313	Vannanalyser fra kommunen	
A32	Prøvetaking	Gruppe
A33	Behandling av prøver	Gruppe
A34	QMRA	Gruppe
A341	Risikoanalyse	
A342	Eksponerings analyse	
A343	Dose-respons modell	
A344	Risiko beskrivelse	
A345	Sammenfatting av anlyse	
A35	Integrere QMRA I modell	Gruppe
A36	Simulering	Gruppe
A37	Vurdering av resultater	Gruppe
A38	Vurdering av fremtidige konsekvenser	Gruppe
A4	Slutføring	Gruppe
A41	Ferdigstilling av oppgave	

A5	Presentasjon/Innlevering	Gruppe
A51	Presentasjon	
A52	Digital innlevering	



Framdriftsplan – styring av prosjektet

Styringshjelpemidler

- Microsoft Office – Project Manager
- Microsoft Office – Word
- Microsoft Office – Excel

Intern kontroll – evaluering

For å sikre et godt resultat, vil det bli foretatt følgende internkontroll

- Utført arbeid sjekkes av de øvrige gruppemedlemmer
- Kilder kontrolleres innad i gruppen
- Framdriftsrapport leveres hver 14. dag
- Fremdriftsmøte hver mandag
- Logg over utført daglig utført arbeid

DOKUMENTASJON

Rapporter og tekniske dokumenter

- Veiledningsmøter med veileder hver 14. Dag. Møtereferat skrives
- Framdriftsmøte hver mandag, for oppdatering på status og videre arbeid i prosjektet
- Alt utført arbeid lastes opp på SharePoint. Alle medlemmer har tilgang og mulighet for revidering

PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

Møter

Møter med styringsgruppen

Møter med styringsgruppen skal være hver 14.dag fra og med 18.01.2017. Hensikten er å avklare prosjektets fremgang i forhold til fremdriftsplan og de målsettinger som er satt. Nye delmål og problemstillinger vil sørge for at forskningsprosjektet holder riktig kurs i forhold til hovedmålet.

Prosjektmøter

Møter med prosjektgruppen vil være hver mandag. Hensikten er å evaluere hvert medlems bidrag til prosjektet for uken som har gått. Hvert medlem vil få mulighet til å presentere sitt stoff for gruppen. Det vil også bli planlagt oppgaver for neste uke.

Periodiske rapporter

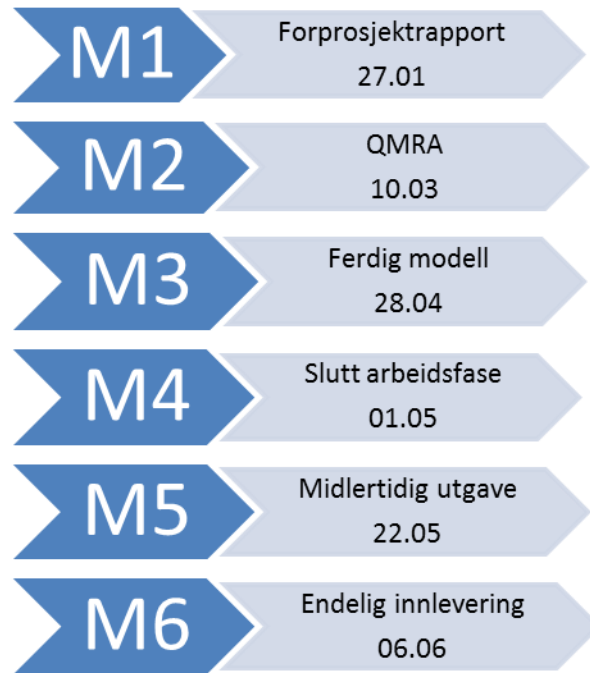
Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)

Planlagt rapportform

- Mal gitt fra skolen

Planlagte rapportdatoer

- Hver 14. Dag. Leveres siste fredag i perioden.



PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Hva skal gjøres dersom prosjektet (framdrift/innhold) ikke går som planlagt.

- Økt arbeidsmengde, og/eller forskyve planlagte aktiviteter

Planlagt prosedyre for endringer

- Endringer som har mindre betydning for prosjektets resultat gjøres innad i gruppen
- Endringer som kan ha større betydning for prosjektets resultat skal avklares med styringsgruppe

Ansvar

- Gruppen har ansvar for dette i felleskap

UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING

Utstyr / programvare eller andre spesielle ressurser som en vanligvis ikke har tilgang til og som er nødvendig for å gjennomføre prosjektet

- Microsoft Office
- SharePoint
- EPANET
- Gemini VA
- Utstyr for analyse av vannprøver

Referanser

Folkehelseinstituttet. (2015, April 9). *Folkehelseinstituttet - Drikkevann i Noreg*. Hentet fra www.fhi.no:
<https://www.fhi.no/nettpub/hin/risiko--og-beskyttelsesfaktorer/drikkevann/#drikkevann-og-helserisiko>

Norsk vann. (2011, Mars 1). *Norsk vann*. Hentet fra www.norskvann.no:
<https://www.norskvann.no/index.php/vann/om-vann>

Ålesund Kommune. (2014). *Hovedplan for vannforsyning 2014-2024*. Ålesund: Ålesund Kommune.

VEDLEGG

Vedlegg 1 Avtale mellom oppdragsgiver, student og NTNU i Ålesund.

Vedlegg 2

Framdriftsrapporter

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra rensesanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 13	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 2-4	Antall timer denne per: 63	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Anders Hemmingbye	Dato 27.01

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden <ul style="list-style-type: none"> • Oversikt over bacheloroppgaven • Lage forprosjektrapport
Planlagte aktiviteter i denne perioden <ul style="list-style-type: none"> • Sette rammene for oppgaven sammen med styringsgruppen • Fastslå hensikten og målsetting for oppgaven • Planlegge og organisere metoder og fremgangsmåte for løsning av oppgaven • Ferdigstille forprosjektrapport • Møte med styringsgruppe
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden <ul style="list-style-type: none"> • Sette rammene for oppgaven sammen med styringsgruppen • Fastslå hensikten og målsetting for oppgaven • Planlegge og organisere metoder og fremgangsmåte for løsning av oppgaven • Ferdigstille forprosjektrapport • Møte med styringsgruppe
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter Ingen avvik
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen Ingen endringer
Hovederfaring fra denne perioden Ikke spisse prosjektet for tidlig. Det er fortsatt mye informasjon som skal behandles, det er derfor viktig å se på prosjektet i perspektiv før man går i dybden.
Hovedhensikt/fokus neste periode <ul style="list-style-type: none"> • Spesifisere prosjektområde • Kartlegge situasjonen i området

Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> • Innhenting av data • Prosjektområde • Prøvetaking • Behandling av prøver • QMRA 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702	Prosjekt	Antall møter denne periode:	Firma - Oppdragsgiver	Side
Hovedprosjekt	Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra rensanlegg til forbruker.	9	NTNU i Ålesund	1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r)	Antall timer denne per:	Prosjektgruppe:	Dato
	5-6	55	Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Anders Hemmingbye	10.02

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden
Innhenting av data for teorigrunnlag og QMRA- analyse
<ul style="list-style-type: none"> • Planlagte aktiviteter i denne perioden • Innhenting av informasjon • QMRA • Vannprøver og analyse • Møte med vannverket, ved Vidar Slinning

<ul style="list-style-type: none"> • Møte med Ålesund kommune, ved Bjørn Skulstad 	
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Innhenting av informasjon</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valg av prosjektområdet • Ledningsnett • QMRA • Forurensing • Konsekvenser ved forurensing <p>Møte med Vidar Slinning på vannverket</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avtalt at vannverket tar vannprøver for rest klor, vi får tilgang til resultat <p>Nedlasting av EPANET-MSX, og kjennskap til programmet</p> <p>Møte med Ålesund kommune</p> <p>Nytt gruppelem; Preben Malmedal</p>	
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <p>Ingen avvik</p>	
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p> <p>Nytt gruppelem</p> <p>Mindre endringer i framdriftsplan som følger av dette</p>	
<p>Hovederfaring fra denne perioden</p> <p>Befaring hos vannverket. God innsikt i renseprosessen</p>	
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innhenting av data • EPANET • Vannprøver 	
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opplæring i EPANET-MSX • Prøvetaking • Fortsette arbeid med innhenting av teorigrunnlag 	
<p>Annet</p>	
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p>	
<p>Godkjenning/signatur gruppeleder</p>	<p>Signatur øvrige gruppedeltakere</p>

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 10	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 7-8	Antall timer denne per: 68	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	Dato 24.02

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden Vannprøve/Klor analyse, innhenting av data for teorigrunnlag og QMRA- analyse
Planlagte aktiviteter i denne perioden <ul style="list-style-type: none"> • Møte med Vidar Slinning, ved Vannverket • Innhenting av informasjon • QMRA • Vannprøve/Klor analyse • Excel-fil ledningsnett Brusdal til Hessa • Møte med Torgeir Sunde, Driftsleder vannforsyning for Ålesund kommune
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden <ul style="list-style-type: none"> • Møte med Vidar Slinning, ved Vannverket • Innhenting av informasjon • QMRA • Excel-fil ledningsnett Brusdal til Hessa • Møte med Torgeir Sunde, Driftsleder vannforsyning for Ålesund kommune
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter Vannprøve/Klor analyse ble ikke utført. Dette pga manglende utstyr/verktøy for å utføre prøvene.
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen

<p>Det blir forsøkt ny Vannprøve/Klor analyse tidligst 27.03.17. Forventer at utstyr/verktøy er på plass til da.</p>	
<p>Hovederfaring fra denne perioden</p> <p>Møte med Torgeir Sunde. God innsikt i material og årstall for ledningsnett.</p>	
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Starte med EPANET modell. • Innhenting av data 	
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPANET modell 	
<p>Annet</p>	
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p>	
<p>Godkjenning/signatur gruppeleder</p>	<p>Signatur øvrige gruppedeltakere</p>

<p>ID301702</p> <p>Hovedprosjekt</p>	<p>Prosjekt</p> <p>Hvordan ledningsnett påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.</p>	<p>Antall møter denne periode:</p> <p>10</p>	<p>Firma - Oppdragsgiver</p> <p>NTNU i Ålesund</p>	<p>Side</p> <p>1 av 1</p>
	<p>Rapport fra prosess Framdriftsrapport</p>	<p>Periode/uke(r)</p> <p>9-10</p>	<p>Antall timer denne per:</p> <p>70</p>	<p>Prosjektgruppe:</p> <p>Even Kipperberg</p> <p>Henrik Wærnes Schnell</p> <p>Preben Malmedal</p> <p>Anders Hemmingbye</p>

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p>

Starte med EPANET modell, og innhenting av data	
Planlagte aktiviteter i denne perioden EPANET modell	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden Innhenting av data til teoretisk grunnlag. Anskaffelse av utsyr til klormålinger	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter Oppstart på EPANET modell ble ikke gjennomført i perioden. Dette er fordi anskaffelse av utstyret til klormålinger har tatt lenger tid enn først antatt.	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen Neste periode går ut. Dette er på grunn av eksamen 22. Mars og eksamensforberedelser. Oppstart EPANET modell vil da bli i periode Uke 13-14.	
Hovederfaring fra denne perioden Materiell og utstyr skulle vært avklart på et tidligere stadie	
Hovedhensikt/fokus neste periode Eksamensforberedelser	
Planlagte aktiviteter neste periode Eksamen 22. Mars	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra rensanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 2	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 11-12	Antall timer denne per: 14	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	Dato 27.03

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Forberedelse til eksamen 22.03.2017, og å komme i gang med metode

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Forberedelse til eksamen

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

Forberedelse til eksamen	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
Hovedhensikt/fokus neste periode Arbeide med metode og gjennomføre prøvetaking fro analyser av vann	
Planlagte aktiviteter neste periode Arbeid med metode og opplæring i bruk av analyseapparat (spektrofotometer)	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

<p>ID301702</p> <p>Hovedprosjekt</p>	<p>Prosjekt</p> <p>Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.</p>	<p>Antall møter denne periode:</p> <p>10</p>	<p>Firma - Oppdragsgiver</p> <p>NTNU i Ålesund</p>	<p>Side</p> <p>1 av 1</p>
<p>Rapport fra prosess Framdriftsrapport</p>	<p>Periode/uke(r)</p> <p>13-14</p>	<p>Antall timer denne per:</p> <p>80</p>	<p>Prosjektgruppe:</p> <p>Even Kipperberg</p> <p>Henrik Wærnes Schnell</p> <p>Preben Malmedal</p> <p>Anders Hemmingbye</p>	<p>Dato</p> <p>07.04</p>

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <p>Arbeid med metode og prøvetaking</p>
<p>Planlagte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Prøvetaking</p>
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Prøvetaking</p>
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p>
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p>

Hovederfaring fra denne perioden	
Kjennskap til hvordan spektrofotometer fungerer, og bedre innblikk i restklor mengden ute på ledningsnett.	
Hovedhensikt/fokus neste periode	
Gjøre ferdig metode delen, for så å begynne på simulering og resultat delen.	
Planlagte aktiviteter neste periode	
Annet	
Neste uke, uke 15, går bort pga påskeferie. Neste periode starter derfor uke 16.	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 3	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 15-16	Antall timer denne per: 24	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	Dato 21.04

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden Arbeid med metode og resultat
Planlagte aktiviteter i denne perioden Starte med Monte Carlo analyse
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden Påbegynt Monte Carlo analyse
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen
Hovederfaring fra denne perioden Bedre forståelse av Monte Carlo analyse og beregningsprogrammet R
Hovedhensikt/fokus neste periode Gjøre ferdig metode delen, fortsette på simulering og resultat delen.
Planlagte aktiviteter neste periode

Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702	Prosjekt	Antall møter denne periode:	Firma - Oppdragsgiver	Side
Hovedprosjekt	Hvordan ledningsnettets påvirker transporten av drikkevannet fra rensesanlegg til forbruker.	9	NTNU i Ålesund	1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r)	Antall timer denne per:	Prosjektgruppe:	Dato
	17-18	72	Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell	08.05

			Preben Malmedal	
			Anders Hemmingbye	

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <p>Få ferdig metode, og begynne på resultat</p>
<p>Planlagte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Simulering i EPANET - MSX</p>
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p>
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <p>Manglet koefisientene K_b og K_w, så fikk ikke begynt å simulere i MSX</p>
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p>
<p>Hovederfaring fra denne perioden</p>
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <p>Gjøre ferdig metode delen, fortsette på simulering og resultat delen.</p>
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <p>Begynne simulering i MSX</p>
<p>Annet</p>
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p>

Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere
----------------------------------	---------------------------------

ID301702	Prosjekt	Antall møter denne periode:	Firma - Oppdragsgiver	Side
Hovedprosjekt	Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.	12	NTNU i Ålesund	1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r)	Antall timer denne per:	Prosjektgruppe:	Dato
	19-20	72	Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	19.05

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <p>Resultat, diskusjon, konklusjon og ferdigstillelse</p>

Planlagte aktiviteter i denne perioden	
Ferdigstille oppgave	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
Mer eller mindre ferdigstilt oppgave	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
Ting tar tid	
Hovedhensikt/fokus neste periode	
Siste finish på oppgaven	
Planlagte aktiviteter neste periode	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 8	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 21-22	Antall timer denne per: 61	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	Dato 02.06

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden Presentasjon av bacheloren og på Klimaforsk Workshop
Planlagte aktiviteter i denne perioden Presentasjon og poster
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden Presentasjon og poster
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen
Hovederfaring fra denne perioden Fikk bekreftet at oppgavens målsetting er vanskelig å gjennomføre på grunn av alle de usikre faktorene som kan spille inn på vannkvaliteten.
Hovedhensikt/fokus neste periode Digital innlevering
Planlagte aktiviteter neste periode

Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

ID301702 Hovedprosjekt	Prosjekt Hvordan ledningsnettet påvirker transporten av drikkevannet fra renseanlegg til forbruker.	Antall møter denne periode: 1	Firma - Oppdragsgiver NTNU i Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) 23	Antall timer denne per: 5	Prosjektgruppe: Even Kipperberg Henrik Wærnes Schnell Preben Malmedal Anders Hemmingbye	Dato 06.06

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden Digital innlevering
Planlagte aktiviteter i denne perioden Digital innlevering
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden Digital innlevering
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen
Hovederfaring fra denne perioden Ting tar tid
Hovedhensikt/fokus neste periode
Planlagte aktiviteter neste periode

Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

Vedlegg 3

Logg

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 2

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
2					
	09.01	Møte med veileder for informasjon om oppgave	1	1	1
	10.01	Lage presentasjon	3	3	3
	11.01				
	12.01				
	13.01				
		Sum timer	4	4	4
		Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)			
3		Identifisering av oppgave			

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 3

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3
3			Timer	Timer	Timer
	16.01	Møte med veileder for definering av oppgave.	2	2	2
		Arbeid med utarbeide og definere oppgave.			
	17.01	Arbeid med utarbeide og definere oppgave.	4	4	4

	18.01	Ferdigstille utarbeidelse av oppgave. Levering for vurdering. Ferdig definert oppgave.	8	8	8
	19.01	Arbeid med forprosjektrapport.	8	8	8
	20.01		8	8	8
		Arbeid med forprosjektrapport			
		Sum timer	30	30	30
		Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)			
Uke 4		Ferdigstille forprosjektrapport.			
		Oppstartsmøte med styringsgruppe			

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 4

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3
4			Timer	Timer	Timer
	23.01	Ferdigstilling av forprosjektrapport	2	2	2
	24.01	Ferdigstilling av forprosjektrapport	3	3	3
	25.01	Ferdigstilling av forprosjektrapport	8	8	8
	26.01	Ferdigstilling av forprosjektrapport	8	8	8
		Innhenting av data			
		Møte med kommunen			
	27.01	Levering av forprosjektrapport.	8	8	8
		Innhenting av data.			
		Sum timer	29	29	29
		Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)			
Uke		Innhenting av data			
5					

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 5

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3
5			Timer	Timer	Timer
	30.01	Innhenting av informasjon	3		3
	31.01	Innhenting av informasjon	1	1	1
	01.02	Innhenting av informasjon	8	8	8
	02.02	Innhenting av informasjon	8	8	8
		Møte med Vidar Slinning på vannverket			
	03.02	Innhenting av informasjon	8	8	8
		Sum timer	28	25	28

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

Uke

6

Møte med Bjørn Skulstad

Fortsettelse av innhenting av informasjon

Inndeling av ansvarsområdet for teorigrunnlag

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 6

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3
6			Timer	Timer	Timer
	06.02				
	07.02	Innhenting av informasjon	3	3	3
	08.02	Møte med Bjørn Skulstad	8	8	8
		Innhenting av informasjon			
	09.02	Innhenting av informasjon	8	8	8
	10.02	Innhenting av informasjon	8	8	8
		Sum timer	27	27	27

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

Uke
7

EPANET-MSX

Fortsettelse av innhenting av informasjon

Teorigrunnlag

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 7

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer	Stud4 Timer
7						
	13.02	Innhenting av informasjon	2	2	2	2
	14.02	Innhenting av informasjon	2	2	2	2
	15.02	Innhenting av informasjon	8	8	8	8
	16.02	Innhenting av informasjon	8	8	8	8
		Møte med vannverket.				
		Møte med Torgeir Sunde.				
	17.02	Arbeid med teorigrunnlag	8	8		8
		Møte med Razak for planlegging av prøvetaking				
		Sum timer	28	28	20	28
		Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)				
UKE 8		Fortsatt jobbing med innhenting av informasjon og teorigrunnlag				
		Innføring i hvordan ta vannprøver og rest klor prøver.				

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 8

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
8			Timer	Timer	Timer	Timer
	20.02	Arbeid med teorigrunnlag	8	9	8	
	21.02	Arbeid med teorigrunnlag og tabell over ledningsnettet	8	9		
	22.02	Arbeid med teorigrunnlag og tabell over ledningsnettet	8	9		
	23.02	Arbeid med teorigrunnlag	8	8		
	24.02		8	8		8
		Sum timer	40	43	8	8

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

9

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 9

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
9			Timer	Timer	Timer	Timer
	27.02	Arbeid med teorigrunnlag	8	8	4	8
		Befaring med Olimb				
	28.02	Arbeid med teorigrunnlag	8	9	8	8
	01.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	10	8	8
	02.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	10	8	8
	03.03	Arbeid med teorigrunnlag	6	10	6	8
		Sum timer	38	47	34	40

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Arbeid med teorigrunnlag

10

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 10

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
10			Timer	Timer	Timer	Timer
	06.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	10		8
	07.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	9	8	8
	08.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	10	8	4
	09.03	Arbeid med teorigrunnlag	8	10	8	8
	10.03				6	6
		Sum timer	32	39	30	34

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Arbeid med teorigrunnlag og Metode

11

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 11

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
11			Timer	Timer	Timer	Timer
	13.03	Eksamensforberedelse				
	14.03	Eksamensforberedelse				
	15.03	Eksamensforberedelse				
	16.03	Eksamensforberedelse				
	17.03	Eksamensforberedelse				

Sum timer

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Eksamensforberedelse og Metode

12

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 12

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
12			Timer	Timer	Timer	Timer
	20.03	Eksamensforberedelse				
	21.03	Eksamensforberedelse				
	22.03	Eksamen				
	23.03	Arbeid med metode	7	6	7	
	24.03	Arbeid med metode	7	7	7	
		Sum timer	14	13	14	

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Metode

13

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 13

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
13			Timer	Timer	Timer	Timer
	27.03	Arbeid med metode	8	10	8	7
	28.03	Arbeid med metode	9	11	8	8
	29.03	Arbeid med metode og teori	8	10	8	6
	30.03	Arbeid med metode	8	10	8	8
	31.03	Arbeid med metode og opplæring i bruk av prøvetakingsutstyr	8	10	8	8
		Sum timer	41	51	40	37

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Prøvetaking og arbeid med metode

14

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 14

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
14			Timer	Timer	Timer	Timer
	03.04	Prøvetaking av restklor på Aksla og Hessa	8	8	8	8
	04.04	Møte på vannverket og arbeid med metode	8	10	8	8
	05.04	Arbeid med metode	8	12	8	8
	06.04	Arbeid med metode	8	12	8	8
	07.04	Arbeid med metode og Monte Carlo	6	10		
	08.04			9		
	09.04			9		
		Sum timer	38	70	32	32

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE Påske

15

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 16

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer	Stud4 Timer
16						
	17.04	2. Påskedag				
	18.04	Arbeid med metode	8	12,5	8	8
	19.04	Arbeid med metode	8	10	8	8
	20.04	Seminar med Xylem				
	21.04	Arbeid med metode	8	10	6	6
	22.04	Epanet		10		
	23.04	Epanet		9.5		
		Sum timer	24	52	22	22

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

17 Arbeid med metode og resultat

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 17

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
17			Timer	Timer	Timer	Timer
	24.04	Arbeid med metode	8	10	7	8
	25.04	Prøvetaking og arbeid med metode	8	12	8	8
	26.04	Arbeid med metode	8	11	8	8
	27.04	Arbeid med metode	8	11	8	8
	28.04	Arbeid med metode	8	9.5	8	8
	29.04	Epanet/MSX		10.5		
	30.04	Epanet/MSX		8.5		
		Sum timer	40	72.5	39	40

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

18 Arbeid med metode og resultat

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 18

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer	Stud4 Timer
18						
	01.05	Arbeidernes dag				
	02.05	Arbeid med metode	8	10	2	8
	03.05	Arbeid med metode	8	12		8
	04.05	Arbeid med metode	8	10	4	8
	05.05	Arbeid med metode	8	10		8
	06.05	MSX		16		
	07.05	MSX		18		
		Sum timer	32	76	6	32

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

19 Arbeid med resultat

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 19

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
19			Timer	Timer	Timer	Timer
	08.05	Arbeid med resultat	10	10		8
	09.05	Arbeid med resultat	10	13	1	8
	10.05	Arbeid med resultat	8	14	9	8
	11.05		14	15	14	8
	12.05		10	10	8	8
	14.05			5		
		Sum timer	52	67	32	40

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

20 Arbeid med resultat

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 20

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
20			Timer	Timer	Timer	Timer
	15.05	Resultat og ferdigstilling	12	12	8	8
	16.05	Resultat og ferdigstilling	13	13	13	7
	17.05	Resultat og ferdigstilling	14	12	14	
	18.05	Resultat og ferdigstilling	11	12	11	7
	19.05	Resultat og ferdigstilling	14	14	13	8
	20.05	Resultat, ferdigstilling og PowerPoint	10	10	10	
	21.05	Resultat, ferdigstilling og PowerPoint	11	12	9	9
		Sum timer	85	85	78	39

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

21

Arbeid med resultat

Innlevering midlertidig utgave 22.Mai

Presentasjon 23.Mai

Diverse utbedringer som må gjøres i papirutgave og digital utgave

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 20

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
21			Timer	Timer	Timer	Timer
	22.05	Klargjøring og innlevering	8	8	8	6
	23.05	Presentasjon	8	8	8	6
	24.05					
	25.05					
	26.05	Klargjøring poster/presentasjon Klimaforsk	5	5	5	
	27.05					
	28.05					

Sum timer

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

22

Presentasjon Klimaforsk Workshop

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 20

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
22			Timer	Timer	Timer	Timer
	29.05	Klargjøring poster/presentasjon Klimaforsk	2	8	2	
	30.05	Klargjøring poster/presentasjon Klimaforsk	2	8	2	
	31.05	Klargjøring poster/presentasjon Klimaforsk	2	8	2	
	01.06	Klargjøring poster/presentasjon Klimaforsk	2	8	2	
	02.06	Presentasjon Klimaforsk Workshop	8	8	8	
	03.06					
	04.06					

Sum timer

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

23

Digital innlevering

IB303312 Bacheloroppgave

Logg uke 20

Navn på studenter:

Stud1: Anders Hemmingbye

Stud2: Even Kipperberg

Stud3: Henrik W. Schnell

Stud4: Preben Malmedal

Navn på bedrift/organisasjon:

Namn på veileder ved bedrift/organisasjon: Razak Seidu

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1	Stud2	Stud3	Stud4
23			Timer	Timer	Timer	Timer
	05.06					
	06.06	Digital innlevering Bachelor	5	5	5	

Sum timer

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

UKE

24

Vedlegg 4

Resultat i EPANET-MSX

Scenario 1

Scenario 1	Node	60min			
kl	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00	146093	0.03	796.11	499372.13	1710.62
17:00	130024	0.02	786.31	453589.53	1709.63
19:00	4592	0.02	783.66	441811.16	1709.37
1:00:00	130023	0.02	776.28	410540.56	1708.61
2:00:00	130023	0.02	775.44	407074.16	1708.53

Scenario 1	Node	120min			
Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00	146093	0.03	796.11	499372.13	1710.62
13:00	146093	0.03	796.20	499428.41	1710.81
17:00	130024	0.02	786.31	453589.53	1709.63
18:00	130024	0.02	785.95	451597.16	1709.78
19:00	4592	0.02	783.66	441811.16	1709.37
20:00	4592	0.02	782.97	438487.97	1709.48
21:00	4592	0.02	21.23	11790.26	46.40
1:00:00	130023	0.02	776.28	410540.56	1708.61
2:00:00	130023	0.02	775.44	407074.16	1708.53
3:00:00	130023	0.02	774.66	403621.34	1708.63

Scenario 2

Scenario 2

Strek 1

Node	Ledning	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00	71030	5437	457812	5723
13:00	70995	123,08	10131,12	129,97
14:00	70995	122,68	9878,61	129,95
15:00	70995	122,3	9640,01	129,93
16:00	139703	155,87	12035,96	166,09
17:00	139703	155,42	11762,96	166,07
18:00	139703	154,97	11504,41	166,04
19:00	139703	154,54	11259,37	166,02
20:00	139705	655,56	46901,64	706,07
	70991	638,48	45679,81	687,67
21:00	139704	649,15	45632,69	700,9
	140436	849,74	59733,46	917,48
	70963	85,71	6024,75	92,54
22:00	70963	85,49	5907,99	92,53
23:00	70963	85,28	5797,04	92,52
00:00	70963	85,08	5691,55	92,51
01:00	70928	150,92	9940,51	164,45
02:00	70921	28,38	1841,6	30,99
	152419-	163,5	10609,2	178,54
	4548	0,94	60,89	1,02
03:00	70921	28,32	1811,11	30,99
	152419-	163,15	10433,56	178,52

04:00	70921	28,26	1782,06	30,99
	152419-	162,81	10266,2	178,51
05:00	70921	28,21	1754,36	30,98
	100788	3,31	206,97	3,64
06:00	70921	28,15	1727,94	30,98
	100788	3,31	206,76	3,64
07:00	70921	28,1	1702,72	30,98
	100788	3,31	206,56	3,64
08:00	70921	28,05	1678,65	30,98
	100788	3,31	206,36	3,64
09:00	70921	28	1655,65	30,97
	100788	3,33	206,17	3,64
10:00	100788	3,31	205,99	3,64
	48303	34,09	1993	37,78
11:00	100788	3,31	205,81	3,64
	48303	34,04	1967,36	37,78
12:00	100788	3,31	205,64	3,64
	48303	33,98	1942,85	37,78
13:00	100788	3,31	205,47	3,64
	48303	33,93	1919,39	37,77
14:00	100788	3,31	205,31	3,64
	48303	33,88	1896,94	37,77
15:00	100788	3,31	205,16	3,64
	48303	33,83	1875,44	37,77
16:00	100788	3,31	205,01	3,64
	115	28,43	1561,05	31,78
17:00	100788	3,31	204,86	3,64

		115	28,39	1544,44	31,78
18:00		100788	3,28	202,94	3,61
	100785		23,85	1479,46	26,21
		115	28,35	1528,52	31,78
19:00		115	28,32	1513,26	31,78
20:00		115	28,28	1498,62	31,78
21:00		115	28,25	1484,57	31,77
22:00		115	28,21	1471,09	31,77
23:00		115	28,18	1458,14	31,77
00:00		115	28,15	1445,71	31,77
01:00		115	28,12	1433,77	31,77
02:00		115	28,09	1422,3	31,77

Scenario 2

Strekk 2

	Node	Ledning	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00		2726	5437	457812	5723
13:00		2726	72,61	5976,53	76,67
	256		5418,79	446037,53	5722,11
14:00					
15:00		95940	5384,24	424415,59	5720,41
		153449	199,23	15709,08	211,66
		2724	5384,24	424415,59	5720,42
	255		5384,24	424415,59	5720,41
	254		5384,24	424415,59	5720,41
	253		5384,24	424415,59	5720,41
16:00		95940	1569,71	121206,17	1672,57
		153449	703,84	54357,03	749,94
		2724	5364,48	414221,75	5716,01
	254		5248,3	405250,66	5592,22
	253		5367,85	414481,53	5719,6
17:00		153449	1071,3	81098,62	1144,69
18:00		153449	1068,25	79321,76	1144,54
19:00		153449	1065,3	77637,72	1144,39
20:00		153449	1062,45	76040,56	1144,25
21:00		153449	1059,7	74524,79	1144,11
22:00		153449	1057,04	73085,34	1143,98
23:00		153449	1054,47	71717,52	1143,85
00:00		153449	954,83	63875,16	1038,18
		6	1589,16	107004,63	1726,37

	146093		5255,26	351559,16	5713,96
		152462	70,47	4744,94	76,55
01:00		6	3462,6	228073,7	3773,06
	307		5243,24	345360,28	5713,36
		152462	747,45	49267,1	814,39
02:00		152462	745,8	48429,61	814,31
03:00		152462	744,21	47631,95	814,23
04:00		152462	742,67	46871,81	814,15
05:00		152462	741,18	46147,07	814,08
06:00		152462	739,74	45455,73	814
07:00		152462	737,18	44708	812,68
		130339	4,73	355,01	5,06
	130024		480,75	36072,03	514,34
08:00		152462	2,01	120,3	2,22
		130339	2967,68	177845,69	3277,16
	130024		4403,74	263583,94	4863,75
09:00		130339	1842,37	108956,82	2038,27
	4592		5160,42	305184,72	5709,13
		130341	424,82	25209,89	469,78
10:00		130341	1110,12	64983,29	1229,95
11:00		130341	1108,28	64154,38	1229,86
12:00		130341	1106,51	63361,54	1229,77
13:00	130023		5126,66	290013,03	5707,39
		130341	793,93	44912,54	883,87
		71033	51,49	2930,42	57,28
14:00		71033	195,86	10984,92	218,31
15:00		71033	195,57	10864,55	281,3

16:00	71033	195,3	10743,37	218,28
17:00	71033	195,03	10630,11	218,27
18:00	71033	194,77	10521,55	218,26
19:00	71033	194,52	10417,45	218,24
20:00	71033	194,28	10317,77	218,23
21:00	71033	194,05	10221,77	218,22
22:00	71033	193,82	10129,81	218,21
23:00	71033	193,61	10041,51	218,2
00:00	71033	193,39	9956,72	218,19
01:00	71033	193,19	9875,27	218,17
02:00	71033	192,99	9797	218,16
03:00	71033	192,8	9721,79	218,15
04:00	71033	192,61	9649,47	218,14
05:00	71033	192,43	9579,94	218,13
06:00	71033	192,26	9513,06	218,13
07:00	71033	192,09	9448,73	218,12
08:00	71033	191,93	9386,82	218,11
09:00	71033	191,77	9327,24	21,11
10:00	71033	191,62	9269,89	218,09
11:00	71033	191,47	9214,67	218,08
12:00	71033	191,33	9161,49	218,08

Scenario 2

Strekk 3

KL	Node	Ledning	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00		72521	0,04	5437	457812	5723
13:00		79316	0,03	3067,1	252462,75	3238,78
14:00		72522	0,04	2640,79	212644,02	2797,27
15:00		72522	0,03	2632,5	207507,91	2796,86
16:00	207		0,04	5367,85	414481,53	5719,6
	208		0,04	5367,85	414481,53	5719,6
		2163	0,04	5367,85	414481,53	5719,6
		72522	0,03	1056,05	81543,5	1125,25
17:00	208		0,03	5352,01	405080,19	5718,81
		2163	0,03	2398,58	181542,42	2562,97
18:00						
19:00	209		0,03	5321,95	387738,13	5717,31
		2166	0,03	691,02	50345,3	742,36
20:00	209		0,03	5307,68	379735,28	5716,6
		2166	0,03	2668,91	190945,5	2874,53
21:00		2166	0,03	3044,84	214040,91	3287,57
22:00	212		0,03	5280,57	364928,25	5715,24
	214		0,03	5280,57	364928,25	5715,24
		2166	0,03	935,44	64646,14	1012,44
		2167	0,03	5280,57	364928,25	5715,24
		2216	0,03	1430,14	98833,92	1547,86
		79105	0,03	234,64	16215,48	253,96
23:00	220		0,03	5267,7	358075,09	5714,59
	221		0,03	5267,7	358075,09	5714,59

		2203	0,03	1845,62	125457,16	2002,2
		2205	0,03	5267,7	358075,09	5714,59
		2206	0,03	2586,85	175842,59	2806,31
		2216	0,03	3453,44	234749,7	3746,42
		79105	0,03	1692,38	115040,79	1835,96
00:00	218		0,03	5255,26	351559,16	5713,96
	223		0,03	5255,26	351559,16	5713,96
		2190	0,03	396,63	26533,48	431,25
		2203	0,02	2432,7	162739,27	2645,03
		2206	0,02	1505,63	100721,85	1637,05
		2207	0,03	1796,01	120147,16	1952,78
		2325	0,03	1785,39	119436,35	1941,22
		2346	0,03	1163,05	77804,29	1264,57
		79105	0,03	1688,39	112947,38	1835,76
01:00	225		0,03	5243,24	345360,28	5713,36
	227		0,03	5243,24	345360,28	5713,36
	4766		0,03	349,29	23007,14	380,61
		2190	0,02	1476,91	97280,75	1609,33
		2207	0,02	1336,31	88020	1456,13
		2209	0,03	5243,24	345360,28	5713,36
		2254	0,03	2391,27	157507,55	2605,68
		2327	0,02	344,71	22705	375,61
		2346	0,02	1883	124028,66	2051,83
		72680	0,03	1190,54	78418,37	1297,29
		89708	0,02	748,55	49305,4	815,67
		104	0,02	507,75	33444,28	553,27
02:00	216		0,03	5231,62	339459,66	5712,77

		2189	0,02	288,57	18723,89	315,1
		2190	0,02	1010,09	65540,54	1102,98
		2253	0,02	1916,54	124356,79	2092,8
		2257	0,02	1044,72	67788,06	1140,81
		2327	0,02	343,94	22317,07	375,57
		72680	0,02	1187,93	77080,33	1297,18
		89708	0,02	746,89	48463	815,58
		104	0,02	506,62	32872,87	553,22
		106	0,02	503,62	32678,05	549,94
03:00	232		0,02	5220,39	333839,88	5712,2
	72538		0,02	5220,39	333839,88	5712,2
		2189	0,02	915,38	58538,02	1001,62
		2251	0,02	431,64	27602,99	472,3
		2253	0,02	743,55	47549,33	813,6
		2257	0,02	1042,48	66665,82	1140,69
		2327	0,02	343,2	21947,61	375,54
		72680	0,02	861,16	55070,29	942,28
		89708	0,02	745,29	47660,68	815,5
		98181	0,02	80,75	5164,05	88,36
		104	0,02	505,54	32328,65	553,16
		106	0,02	502,54	32137,06	549,88
04:00		2189	0,02	913,48	57599,01	1001,52
		2251	0,02	704,75	44437,41	772,67
		2257	0,02	1040,31	65596,43	1140,58
		2327	0,02	342,49	21595,54	375,5
		89708	0,02	743,74	46896,15	815,42
		98181	0,02	294,62	18577,16	323,02

		104	0,02	504,48	31810,07	553,11
		106	0,02	501,49	31621,54	549,83
05:00	5846		0,02	5199,04	323379,06	5711,11
	217		0,02	15	933,09	16,48
		2189	0,02	911,64	56703,75	1001,43
		2251	0,02	703,33	43746,73	772,6
		2327	0,02	341,8	21259,89	375,46
		89708	0,02	345,5	21489,99	379,53
		89726	0,02	335,64	20876,82	368,7
		89727	0,02	2412,31	150044,97	2649,9
		98181	0,02	294,03	18288,42	322,99
		133294	0,02	403,2	25078,72	442,91
		104	0,02	503,47	31315,64	553,06
		106	0,02	500,48	31130,05	549,78
06:00	215		0,02	5188,89	318508,94	5710,59
	5850		0,02	890,34	54651,34	979,85
	5852		0,02	5188,89	318508,94	5710,59
		2189	0,02	202,46	12427,6	222,82
		2251	0,02	701,95	43087,89	772,53
		2327	0,02	341,13	20939,71	375,43
		89726	0,02	626,7	38468,67	689,71
		89727	0,02	4,61	283,23	5,08
		89739	0,02	4582,53	281288,66	5043,26
		89759	0,02	2825,18	173417,7	3109,23
		98181	0,02	293,45	18012,99	322,96
		133294	0,02	402,41	24701,03	442,87
		104	0,02	502,49	30844,03	553,01

		106	0,02	499,51	30661,23	549,73
07:00	5854		0,02	5179,08	313861,19	5710,09
	363		0,02	5179,08	313861,19	5710,09
		2251	0,02	700,63	42459,14	772,46
		2327	0,02	340,49	20634,15	375,4
		89726	0,02	625,52	37907,33	689,65
		89759	0,02	349,87	21202,81	385,74
		98181	0,02	292,9	17750,14	322,93
		133294	0,02	401,65	24340,59	442,83
		104	0,02	230,28	13955,33	253,89
		106	0,02	498,56	30213,81	549,68
08:00	365		0,02	1698,12	101640,1	1875,5
		2327	0,02	339,86	20342,41	375,37
		89726	0,02	624,37	37371,36	689,59
		98181	0,02	292,36	17499,18	322,9
		133294	0,02	400,91	23996,44	442,79
		106	0,02	1,71	102,15	1,88
09:00		2327	0,02	339,26	20063,74	375,33
		89726	0,02	623,26	36859,41	689,53
		98181	0,02	291,84	17259,45	322,87
		133294	0,02	400,2	23667,71	442,75
10:00	5978		0,02	5151,55	301133,91	5708,67
		2364	0,02	3684,16	215357,61	4082,59
		91393	0,02	152,48	8913,31	168,97
		93216	0,02	2746,29	160534,61	3043,3
		98181	0,02	291,34	17030,36	322,85
		133294	0,02	399,51	23353,56	442,72

11:00		2365	0,02	1845,17	106649,59	2047,97
		91393	0,02	201,87	11667,7	224,05
		98181	0,02	290,86	16811,34	322,82
		133294	0,02	398,85	23053,22	442,69
12:00		79717	0,02	228,57	13067,73	254,08
		91393	0,02	201,54	11522,32	224,04
		98181	0,02	290,39	16601,86	322,8
		133294	0,02	398,2	22765,96	442,65
13:00	98178		0,02	5126,66	290013,03	5707,39
	131753		0,02	3109,39	175897,28	3461,62
		79717	0,02	228,21	12909,97	254,07
		91393	0,02	201,22	11383,21	224,02
		72673	0,02	517,85	29294,76	576,51
		152076	0,02	2408,37	136240,75	2681,19
		98181	0,02	185,91	10516,73	206,97
		133294	0,02	322,66	18252,49	359,2
14:00	98179		0,02	5118,9	286620,69	5706,99
		79717	0,02	227,87	12758,96	254,05
		91393	0,02	200,92	11250,06	224
		72673	0,02	1441,15	80693,96	1606,72
		152076	0,01	724,04	40540,91	807,22
		133293	0,02	11,67	653,51	13,01
15:00		79717	0,02	227,53	12614,36	254,03
		91393	0,02	200,63	11122,56	223,99
		72673	0,02	1439,04	79779,44	1606,61
		133293	0,02	11,65	646,11	13,01
16:00		79717	0,01	227,21	12475,85	254,01

		91393	0,02	200,34	11000,43	223,97
		72673	0,02	1436,99	78903,42	1606,5
17:00	4761		0,02	5097,11	277279,22	5705,85
		79717	0,01	226,9	12343,12	254
		91393	0,02	200,06	10883,4	223,96
		72667	0,01	79,66	4333,52	89,18
		72673	0,01	991,59	53941,87	1110,02
18:00	4761		0,02	5020,77	270672,03	5627,55
		79717	0,01	226,6	12215,9	253,98
		91393	0,02	199,8	10771,22	223,94
		72667	0,01	246,49	13288,31	276,28
		72673	0,01	61,05	3291,19	68,43
19:00		79717	0,01	226,3	12093,91	253,97
		91393	0,01	199,54	10663,66	223,93
		72667	0,01	257,12	13740,97	288,55
20:00		79717	0,01	226,02	11976,9	253,95
		91393	0,01	199,29	10560,49	223,92
		72667	0,01	256,8	13608,02	288,54
21:00		79717	0,01	225,75	11864,63	253,94
		91393	0,01	199,05	10461,49	223,91
		72667	0,01	256,49	13480,46	288,52
22:00		79717	0,01	225,48	11756,88	253,92
		91393	0,01	198,82	10366,48	223,89
		72667	0,01	256,19	13358,03	288,5
23:00		79717	0,01	225,22	11653,43	253,91
		91393	0,01	198,59	10275,27	223,88
		72667	0,01	255,9	13240,5	288,49

00:00		79717	0,01	224,98	11554,09	253,9
		91393	0,01	198,37	10187,68	223,87
		72667	0,01	255,62	13127,63	288,47
01:00		79717	0,01	224,74	11458,67	253,88
		91393	0,01	198,16	10103,54	223,86
		72667	0,01	255,34	13019,21	288,46
02:00		79717	0,01	224,5	11366,98	253,87
		91393	0,01	197,95	10022,7	223,85
		72667	0,01	255,08	12915,04	288,45
03:00		79717	0,01	224,28	11278,87	253,86
		91393	0,01	197,76	9945,01	223,84
		72667	0,01	254,82	12814,92	288,43
04:00		79717	0,01	224,06	11194,16	253,85
		91393	0,01	197,56	9870,32	223,83
		72667	0,01	254,58	12718,68	288,42
05:00		79717	0,02	223,85	11112,71	253,84
		91393	0,01	197,38	9798,5	223,82
		72667	0,01	254,34	12626,14	288,41
06:00	5970		0,01	1378,53	68015,34	1564,54
		79717	0,02	223,65	11034,38	253,83
		91393	0,01	195,25	9633,17	221,59
		72667	0,01	254,11	12537,13	288,4
07:00	5457		0,01	5019,65	246186,3	5701,79
		79717	0,02	31,02	1521,17	35,23
		72667	0,01	253,88	12451,52	288,38
		133293	0,01	37,06	1817,64	42,1
08:00		72667	0,01	253,67	12369,13	288,37

		133293	0,01	43,03	2098,21	48,92
09:00		133293	0,01	42,99	2084,76	48,92
10:00	134228		0,01	1227,84	59214,53	1398
		133293	0,01	42,96	2071,82	48,91
11:00		133293	0,01	42,93	2059,36	48,91
12:00		133293	0,01	42,89	2047,35	48,91

Scenario 2

Strekk 4

	Node	Ledning	Norovirus	Campylobacter	Giardia
12:00		79105	5437	457812	5723
13:00	4766		5418,79	446037,53	5722,11
		79105	2709,41	223020,14	3861,07
		72680	1914,91	157621,94	2022,09
14:00	4766		5401,21	434920,44	5721,24
		79105	450,09	36242,64	476,76
		72680	3499,31	281773,72	3706,65
15:00		72680	3805,43	299967,66	4043,02
16:00	72538		2826,31	218235,52	3011,52
		72680	3786,91	292415,03	4035,05
		98181	1,73	133,41	1,84
17:00	72538		5352,01	405080,19	5718,81
		72680	2987,59	226132,94	3192,33
		98181	198,03	14988,19	211,6

18:00	72538		5336,72	396176,47	5718,05
		72680	2193,16	162824,02	2349,84
		98181	393,21	29189,99	421,3
19:00	72538		5321,95	387738,13	5717,31
		72680	1403,36	102259,94	1507,59
		98181	587,32	42790,01	630,95
20:00	72538		5307,68	379735,28	5716,6
		72680	617,98	44231,66	665,55
		98181	780,42	55835,06	840,55
21:00		98181	931,92	65515,72	1006,2
22:00		98181	929,58	64247,45	1006,08
23:00		98181	927,31	63042,31	1005,96
00:00		98181	925,12	61896,47	1005,85
01:00		98181	923,01	60806,37	1005,75
02:00		98181	920,97	59768,71	1005,64
03:00		98181	918,99	58780,45	1005,54
04:00		98181	917,08	57838,7	1005,45
05:00		98181	915,24	56940,84	1005,35
06:00		98181	913,45	56084,39	1005,26
07:00	98178		5179,08	313861,19	5710,09
		152076	2381,49	14432,59	2625,67
		72673	512,06	31031,97	564,57
		98181	808,86	49033,33	891,76
08:00	98178		5169,59	309423,59	5709,6
	98179		5169,59	309423,59	5709,6
		152076	5169,59	309423,59	5709,6
		72673	2964,9	177462,59	3274,61

		98181	314,47	18837,95	347,28
09:00	4761		5160,42	305184,72	5709,13
		72673	3896,92	230542,59	4311,09
		72667	112,34	6643,85	124,29
10:00	4761		5151,55	301133,91	5708,67
		72673	880,84	51574,68	975,9
		72667	652,73	38155,14	723,32
11:00		72667	809,61	46811,55	898,55
12:00		72667	808,3	46230,4	898,48
13:00		72667	807,05	45674,34	898,41
14:00		72667	805,83	45142,41	898,35
15:00		72667	804,65	44632,41	898,29
16:00		72667	803,51	44144,19	898,23
17:00		72667	802,41	43676,35	898,17
18:00		72667	801,34	43227,9	898,12
19:00		72667	800,31	42797,88	898,07
20:00		72667	799,32	42385,42	898,01
21:00		72667	798,35	41989,66	897,96
22:00		72667	797,42	41609,82	897,91
23:00		72667	796,51	41245,16	897,87
00:00		72667	795,64	40894,96	897,82
01:00		72667	794,79	40558,57	897,78
02:00	211		5043,33	255350,84	5703,04
		72667	401,5	20363,74	453,92

Scenario 3

Scenario3 Node 255 30min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	255	0.04	1375.50	844316.06	2849.76
	253	0.04	1374.02	837265.44	2849.62
	254	0.04	1375.39	843772.81	2849.75
10:30	146093	0.03	1368.66	812243.81	2849.10
	307	0.03	1367.49	806840.69	2848.98
11:00	307	0.03	1367.13	805205.00	2848.95
17:00	130024	0.03	1345.33	710705.06	2846.82
18:30	4592	0.03	1340.32	690401.88	2846.33
19:00	4592	0.03	168.05	86197.45	357.08
24.30	130023	0.02	1323.79	626952.69	2844.69
25.00	130023	0.02	1323.16	624642.63	2844.62

Scenario3 Node 255 60min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	255	0.04	1375.50	844316.06	2849.76
	253	0.04	1374.02	837265.44	2849.62
	254	0.04	1375.39	843772.81	2849.75
09:30	255	0.04	232.15	142498.50	480.96
	253	0.04	232.10	142278.92	480.96
	254	0.04	232.14	142437.73	480.96

10:00	146093	0.04	231.68	140285.25	480.92
	307	0.04	479.98	288608.78	997.30
10:30	146093	0.04	231.35	138747.02	480.89
	307	0.04	231.33	138625.45	480.89
11:00	146093	0.04	231.02	137194.56	480.86
	307	0.04	230.99	137083.81	480.85
11:30	130024	0.03	1364.02	791073.00	2848.65
12:00	130024	0.03	1362.99	786483.81	2848.55
12:30	130024	0.03	597.62	342221.28	1250.32
13:00	4592	0.03	531.15	299039.81	1113.91
	130024	0.03	229.49	130298.57	480.71
13:30	4592	0.03	1357.00	759993.31	2847.96
	130024	0.03	229.18	128945.11	480.68
14:00	4592	0.03	1164.86	648795.81	2446.63
	130024	0.03	228.87	127610.91	480.65
14:30	4592	0.03	228.57	126280.62	480.62
	130024	0.03	228.57	126299.70	480.62
15:00	4592	0.03	228.27	125015.59	480.59
	130024	0.03	228.27	125010.88	480.59
15:30	4592	0.03	227.97	123751.28	480.56
	130024	0.03	227.97	123751.35	480.56
16:00	4592	0.03	227.67	122502.46	480.53
	130024	0.03	227.68	122518.60	480.53
16:30	4592	0.03	227.38	121287.65	480.50
	130024	0.03	227.39	121317.30	480.50
17:00	4592	0.03	227.09	120095.00	480.47
	130024	0.03	227.08	120052.02	480.47

17:30	4592	0.03	226.81	118928.38	480.44
	130024	0.03	133.18	69770.73	282.16
	130023	0.03	1343.54	703388.88	2846.65
18:00	4592	0.03	226.53	117794.29	480.42
	130023	0.03	1153.40	600842.75	2445.50
18:30	4592	0.03	226.23	116593.67	480.39
	130023	0.03	226.33	117010.94	480.40
19:00	4592	0.03	225.95	115461.05	480.36
	130023	0.03	226.06	115923.02	480.37
19:30:00	130023	0.03	225.79	114830.83	480.34
20:00	130023	0.03	225.51	113764.02	480.32
20:30	130023	0.03	225.24	112710.36	480.29
21:00:00	130023	0.03	224.98	111690.53	480.26
21:30	130023	0.03	224.73	110717.32	480.24
22:00	130023	0.03	224.47	109732.08	480.21
22:30	130023	0.02	224.22	108788.61	480.19
23:00	130023	0.02	223.97	107860.76	480.16
23:30	130023	0.02	223.72	106928.57	480.14
24:00:00	130023	0.02	223.49	106076.82	480.12
24:30:00	130023	0.02	223.23	105114.66	480.09
25:00:00	130023	0.02	222.98	104192.63	480.06
25:30:00	130023	0.02	222.73	103297.97	480.04
45:30:00	4591	0.01	503.26	196686.64	1111.12
46:00:00	4591	0.01	1286.05	500807.88	2840.87
46:30:00	4591	0.01	564.23	218953.58	1246.99
47.00	4591	0.01	216.78	83703.30	479.44
47:30:00	4591	0.01	216.57	83086.23	479.41

48:00:00	4591 0.01	216.39	82540.46	479.40
-----------------	-----------	--------	----------	--------

Scenario3 Node 255 180min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	255	0.04	1375.50	844316.06	2849.76
	253	0.04	1374.02	837265.44	2849.62
	254	0.04	1375.39	843772.81	2849.75
09:30	255	0.04	232.15	142498.50	480.96
	253	0.04	232.10	142278.92	480.96
	254	0.04	232.14	142437.73	480.96
10:00	255	0.04	226.56	139068.63	469.39
	253	0.04	226.52	138854.92	469.38
	254	0.04	226.55	139008.72	469.39
	146093	0.04	231.68	140285.25	480.92
	307	0.04	479.98	288608.78	997.30
10:30	255	0.04	225.97	138703.78	468.16
	253	0.04	225.92	138490.95	468.15
	254	0.04	225.95	138643.98	468.16
	4592	0.04	231.23	138176.00	480.88
	146093	0.04	226.10	136868.83	469.34
	130024	0.04	231.29	138461.20	480.88
	130023	0.03	231.14	137737.55	480.87
	307	0.04	225.84	135687.41	469.32
11:00	255	0.04	226.00	138726.31	468.23
	253	0.04	225.96	138513.41	468.23
	254	0.04	225.99	138666.52	468.23
	4580	0.03	314.67	185584.64	655.62
	4587	0.03	230.81	136253.09	480.84
	4591	0.03	230.81	136236.66	480.84

	4592	0.04	225.63	134706.98	469.30
	146093	0.04	225.50	136508.84	468.11
	130024	0.04	225.70	135037.33	469.31
	130023	0.04	225.51	134154.88	469.29
	307	0.04	225.25	135326.17	468.09
11:30	255	0.04	209.67	128701.05	434.40
	253	0.04	209.63	128513.29	434.39
	254	0.04	209.66	128645.43	434.39
	4580	0.04	225.17	132576.52	469.25
	4587	0.04	225.20	132715.64	469.26
	4590	0.04	230.64	135461.67	480.82
	4591	0.04	225.20	132721.53	469.26
	4592	0.04	225.06	134461.25	468.07
	146093	0.04	225.57	136655.50	468.19
	4606	0.03	236.14	137978.88	492.65
	4607	0.03	230.60	134772.58	481.07
	130024	0.04	225.14	134794.53	468.08
	130023	0.04	224.94	133900.14	468.06
	307	0.04	225.34	135578.33	468.17
12:00	4580	0.04	224.60	132320.64	468.02
	4587	0.04	224.63	132470.09	468.03
	4590	0.04	225.08	132196.55	469.22
	4591	0.04	224.63	132472.30	468.03
	4592	0.04	225.13	134603.70	468.15
	146093	0.04	209.27	126791.70	434.36
	4600	0.03	230.17	133321.45	480.77
	4606	0.04	224.83	131031.73	469.22

	4607	0.04	224.84	131083.58	469.22
	130024	0.04	225.20	134939.31	468.16
	130023	0.04	225.01	134041.59	468.14
	307	0.04	209.07	125863.80	434.34
12:30	4580	0.04	224.69	130406.77	469.21
	4587	0.04	224.66	130277.57	469.20
	4590	0.04	224.51	129582.34	469.19
	4591	0.04	224.30	130955.93	468.00
	4592	0.04	224.80	133077.97	468.12
	146093	0.04	208.97	125385.71	434.33
	130024	0.04	224.88	133455.75	468.12
	130023	0.04	224.67	132483.64	468.10
	307	0.04	208.95	125281.59	434.33
13:00	4578	0.03	896.24	505650.16	1879.01
	4580	0.03	227.42	129661.38	476.09
	4587	0.03	229.60	130827.30	480.70
	4591	0.04	223.96	129401.45	467.96
	4592	0.04	224.46	131543.66	468.08
	130024	0.04	219.39	128912.34	457.34
	130023	0.04	224.33	130941.26	468.07
	307	0.04	183.42	108908.22	381.80
13:30	4576	0.03	346.65	194580.41	727.30
	4578	0.03	229.25	129233.25	480.68
	4591	0.04	223.62	127889.51	467.93
	4592	0.04	224.14	130084.80	468.05
	130024	0.04	208.02	121036.60	434.24
	130023	0.04	224.00	129444.20	468.04

	70855	0.02	69.67	39084.50	146.18
14:00	4578	0.03	223.58	125490.13	469.10
	4591	0.03	223.30	126473.96	467.90
	4592	0.04	223.82	128662.91	468.02
	130024	0.04	207.72	119704.39	434.21
	130023	0.04	223.67	127988.75	468.01
14:30	4578	0.03	222.94	124892.70	467.86
	4584	0.03	543.81	300330.69	1143.57
	4591	0.03	222.97	125041.88	467.87
	4592	0.03	223.51	127283.09	467.99
	4612	0.03	228.58	126333.46	480.62
	130024	0.04	207.43	118395.37	434.18
	130023	0.03	223.35	126566.84	467.98
	143448	0.01	2.84	1579.14	5.97
15:00	4578	0.03	222.97	122829.88	469.04
	4591	0.03	222.66	123698.77	467.84
	4592	0.03	210.07	118508.52	440.43
	4612	0.03	228.30	125172.16	480.57
	130024	0.03	207.15	117175.95	434.15
	130023	0.03	223.04	125225.96	467.95
	135437	0.03	228.29	125061.63	480.61
15:30	4570	0.03	227.99	123812.37	480.56
	4578	0.03	227.98	123781.15	480.56
	4591	0.03	222.34	122341.12	467.81
	4592	0.03	206.80	115639.01	434.12
	130024	0.03	206.87	115932.05	434.12
	130023	0.03	222.73	123882.01	467.92

	206	0.03	227.98	123782.72	480.56
	135437	0.03	222.54	121000.63	469.00
16:00	4570	0.03	222.36	120257.11	468.98
	4591	0.03	222.04	121061.34	467.78
	4592	0.03	206.52	114429.50	434.09
	130024	0.03	206.60	114768.17	434.10
	130023	0.03	222.43	122572.95	467.89
	206	0.03	227.69	122580.39	480.53
	135437	0.03	221.95	120596.95	467.81
	235	0.03	229.99	123848.49	485.37
16:30	4568	0.02	182.93	98048.56	386.31
	4570	0.03	221.64	119338.74	467.75
	4591	0.03	221.74	119772.95	467.75
	4592	0.03	206.26	113307.41	434.06
	130024	0.03	206.34	113638.41	434.07
	130023	0.03	222.13	121309.37	467.86
	135437	0.03	222.09	119128.84	468.95
	235	0.03	222.09	118506.27	469.30
17:00	4552	0.03	1204.69	635780.94	2549.58
	4570	0.03	221.66	117362.07	468.91
	4581	0.03	805.85	425142.53	1705.57
	4591	0.03	221.45	118557.68	467.72
	4592	0.03	206.00	112206.49	434.04
	130024	0.03	206.06	112473.08	434.05
	130023	0.03	221.85	120111.73	467.83
	135437	0.03	227.10	120130.80	480.47
	235	0.03	221.48	118087.09	468.06

	139582	0.03	424.89	224965.30	898.80
	237	0.03	227.10	120136.29	480.47
17:30	4552	0.03	226.79	118894.66	480.42
	4566	0.02	227.45	119920.88	481.44
	4591	0.03	221.15	117334.24	467.69
	4592	0.03	205.73	111084.51	434.01
	130024	0.03	205.81	111400.58	434.02
	130023	0.03	221.57	118939.25	467.80
	235	0.03	221.52	116760.39	468.90
	139582	0.03	223.64	117216.17	473.77
	237	0.03	221.44	116456.17	468.89
18:00	4550	0.03	3.83	1987.91	8.12
	4552	0.03	221.26	115703.15	468.87
	4591	0.03	220.87	116187.33	467.66
	4592	0.03	205.49	110043.70	433.99
	6266	0.03	223.18	115966.67	473.38
	130024	0.03	205.55	110292.09	433.99
	130023	0.03	221.29	117788.63	467.77
	235	0.03	226.53	117821.83	480.42
	139582	0.03	221.16	115774.41	468.59
	237	0.03	220.78	115814.76	467.65
18:30	4548	0.03	226.70	117190.07	481.19
	4550	0.03	226.28	116779.17	480.39
	4552	0.03	220.48	114605.30	467.62
	4564	0.02	198.52	103396.55	420.93
	4591	0.03	220.59	115025.22	467.63
	4592	0.03	205.22	108963.17	433.96

	6266	0.03	220.98	114604.75	468.84
	130024	0.03	205.29	109250.91	433.97
	130023	0.03	221.02	116683.60	467.75
	139582	0.03	220.97	114521.73	468.84
	237	0.03	220.84	114028.84	468.83
19:00	4548	0.03	225.96	115523.72	480.36
	4550	0.03	220.52	112725.00	468.80
	4552	0.03	220.63	113189.91	468.81
	4556	0.03	185.15	94716.27	393.57
	4558	0.03	554.49	284310.16	1178.30
	4591	0.03	220.32	113939.38	467.61
	4592	0.03	204.97	107928.30	433.94
	6266	0.03	220.54	112796.95	468.80
	130024	0.03	205.05	108229.16	433.95
	130023	0.03	207.77	108770.37	440.21
	139582	0.03	225.98	115599.79	480.36
	237	0.03	0.22	119.97	0.46
19:30	4548	0.03	220.31	111889.68	468.78
	4550	0.03	220.38	112192.35	468.79
	4552	0.03	221.99	112492.66	472.51
	4554	0.02	273.85	139665.42	582.38
	4591	0.03	220.04	112834.97	467.58
	4592	0.03	204.73	106925.25	433.91
	6266	0.03	225.75	114691.23	480.34
	130023	0.03	204.56	106240.08	433.90
20:00	4548	0.03	220.10	111364.02	468.59
	4550	0.03	219.68	111412.09	467.54

	4552	0.03	287.42	145283.72	612.00
	4591	0.03	219.78	111795.53	467.55
	4592	0.03	204.48	105919.60	433.89
	130023	0.03	204.31	105252.40	433.87
20:30	4548	0.03	219.95	110626.34	468.66
	4550	0.03	219.39	110243.73	467.52
	4591	0.03	219.51	110745.05	467.53
	4592	0.03	204.24	104953.09	433.87
	130023	0.03	204.07	104286.59	433.85
21:00	4548	0.03	219.25	109223.63	467.79
	4550	0.03	219.62	109220.14	468.71
	4591	0.03	219.25	109720.77	467.50
	4592	0.03	204.00	104008.34	433.84
	130023	0.03	203.84	103363.57	433.83
	229	0.02	266.84	132836.66	569.41
	145697	0.02	757.05	376702.66	1615.53
21:30	4548	0.03	208.36	102832.63	445.14
	4550	0.03	219.31	108020.09	468.68
	4591	0.03	219.00	108747.76	467.48
	4592	0.03	78.37	39637.08	166.86
	130023	0.03	203.60	102436.99	433.80
22:00	4548	0.02	176.70	86414.21	378.00
	4550	0.03	219.01	106879.29	468.65
	4591	0.03	218.74	107772.41	467.45
	130023	0.03	203.37	101527.51	433.78
22:30	4548	0.02	176.32	85450.20	377.67
	4550	0.03	218.75	105801.42	468.68

	4591	0.03	218.50	106850.53	467.43
	130023	0.03	203.15	100681.98	433.76
23:00	4548	0.02	176.06	84569.48	377.58
	4550	0.02	223.91	107663.95	480.14
	4591	0.03	218.26	105921.42	467.40
	130023	0.03	202.92	99797.84	433.73
23:30	4548	0.02	179.62	85666.63	385.61
	4550	0.02	223.78	107124.55	480.14
	4591	0.03	218.03	105055.41	467.38
	130023	0.03	202.70	98970.91	433.71
24:00:00	4548	0.02	180.09	85538.82	386.84
	4550	0.01	117.24	58937.07	249.84
	4591	0.03	217.79	104170.13	467.36
	130023	0.03	202.48	98159.41	433.69
24:30:00	4548	0.02	218.63	103626.34	469.76
	4591	0.02	217.57	103345.30	467.33
	130023	0.03	202.27	97344.26	433.67
25:00:00	4591	0.02	217.34	102501.32	467.31
	130023	0.03	202.05	96546.77	433.65
25:30:00	4591	0.02	217.12	101700.84	467.29
	130023	0.02	201.85	95783.04	433.63
26:00:00	4591	0.02	216.90	100895.58	467.27
	130023	0.02	201.65	95064.74	433.61
26:30:00	4591	0.02	216.68	100125.02	467.24
	130023	0.02	201.44	94304.67	433.59
27:00:00	4591	0.02	216.47	99356.25	467.22
	130023	0.02	201.24	93575.78	433.57

27:30:00	4591	0.02	216.26	98632.48	467.20
	130023	0.02	201.07	92942.01	433.55
28:00:00	4591	0.02	216.06	97898.38	467.18
	130023	0.02	200.87	92233.22	433.53
28:30:00	4591	0.02	215.85	97181.20	467.16
29:00:00	4560	0.02	303.82	136591.47	657.68
	4591	0.02	215.66	96517.48	467.14
29:30:00	4591	0.02	215.46	95832.32	467.12
30:00:00	4591	0.02	215.28	95191.73	467.11
30:30:00	4591	0.02	215.09	94536.77	467.09
31:00:00	1458	0.02	1162.63	511957.69	2524.14
	4591	0.02	214.91	93911.55	467.09
31:30:00	1458	0.02	220.44	95313.74	479.81
	4562	0.02	41.85	18432.47	90.86
	4591	0.02	214.73	93285.00	467.07
32:00:00	1458	0.02	214.87	92146.05	468.23
	4591	0.02	214.56	92689.60	467.08
32:30:00	1458	0.02	214.78	91959.28	468.14
	4591	0.02	214.38	92090.00	467.07
33:00:00	1458	0.02	173.17	73875.08	377.65
	4591	0.02	214.22	91535.08	467.07
33:30:00	1458	0.01	173.35	74978.05	377.31
	4591	0.02	214.05	90961.21	467.05
34:00:00	1458	0.02	176.98	74708.49	386.53
	4591	0.02	213.89	90434.92	467.04
34:30:00	1458	0.0	0.04	19.59	0.08
	4591	0.02	213.72	89885.53	467.02

35:00:00	4591	0.02	213.56	89366.33	467.00
35:30:00	4591	0.02	213.40	88840.05	466.99
36:00:00	4591	0.02	213.24	88325.12	466.97
36:30:00	4591	0.02	213.09	87822.77	466.95
37:00:00	1457	0.01	966.98	402699.41	2115.93
	4591	0.02	212.93	87329.12	466.94
	369	0.01	55.18	23053.24	120.69
	372	0.01	3.85	1612.60	8.43
37:30:00	1457	0.02	218.59	89293.43	479.62
	4591	0.02	212.78	86857.39	466.92
	100785	0.01	392.44	163258.30	858.86
	369	0.02	218.65	89486.70	479.63
	372	0.02	218.71	89675.26	479.63
38:00:00	1457	0.02	212.91	85823.69	468.03
	4591	0.02	212.63	86384.08	466.91
	369	0.02	212.91	85807.19	468.03
	372	0.02	212.90	85785.82	468.04
38:30:00	1457	0.02	212.84	85716.71	467.94
	4591	0.02	212.50	85950.53	466.89
	369	0.02	212.58	85535.43	467.41
	372	0.02	212.58	85514.95	467.45
39:00:00	1457	0.02	181.28	72928.20	398.61
	4591	0.02	212.35	85496.67	466.88
	369	0.02	275.75	110695.43	606.52
	372	0.02	220.39	88426.34	484.79
39:30:00	1457	0.01	171.59	69282.23	377.12
	4591	0.02	212.22	85079.30	466.86

	369	0.01	172.37	71070.86	377.71
	372	0.01	175.83	71985.70	385.67
40:00:00	1457	0.01	34.66	16346.83	74.52
	4591	0.02	212.08	84643.93	466.85
	369	0.01	213.62	87574.14	468.48
	372	0.01	192.39	77638.93	422.86
40:30:00	4591	0.02	211.94	84226.33	466.84
41:00:00	4591	0.01	211.80	83806.05	466.82
41:30:00	4591	0.01	211.68	83412.77	466.81
42:00:00	4591	0.01	211.56	83055.04	466.80
42:30:00	4591	0.01	211.43	82671.13	466.78
43:00:00	4591	0.01	211.30	82278.21	466.77
43:30:00	4591	0.01	211.18	81909.21	466.76
	367	0.01	311.24	122970.69	686.12
44:00:00	4591	0.01	211.07	81570.11	466.75
	367	0.01	216.87	83978.22	479.45
44:30:00	4591	0.01	210.96	81233.47	466.74
	367	0.01	212.07	81016.31	469.72
45:00:00	4591	0.01	210.84	80871.12	466.72
	367	0.01	211.12	80371.92	467.85
45:30:00	4591	0.01	210.73	80558.95	466.71
	367	0.01	211.03	80118.56	467.84
46:00:00	4591	0.01	210.62	80242.26	466.70
	367	0.01	210.68	79748.65	467.25
46:30:00	4591	0.01	210.51	79916.37	466.69
	367	0.01	210.74	79619.85	467.51
47:00:00	4591	0.01	206.95	78312.38	458.99

	367	0.01	210.19	79040.21	466.59
47:30:00	4591	0.01	195.35	73670.28	433.47
	367	0.01	218.25	81958.55	484.57
48:00:00	4591	0.01	195.02	73320.38	432.94
	367	0.01	170.39	64290.91	378.07

Scenario 3 Node 207 30min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	207	0.04	486.21	311986.38	1037.39
	208	0.04	485.82	310030.66	1037.35
10:30	209	0.03	483.87	300534.31	1037.16
11:30	212	0.03	482.34	293193.28	1037.01
12:00	214	0.03	481.89	291075.72	1036.96
	220	0.03	481.40	288796.34	1036.91
	221	0.03	481.49	289245.00	1036.92
13:00	218	0.03	480.17	283110.88	1036.79
	223	0.03	480.44	284378.22	1036.82
13:30	240	0.03	479.56	280340.78	1036.73
	4766	0.03	479.49	280031.22	1036.72
14:00	225	0.03	479.11	278324.44	1036.68
	227	0.03	478.97	277661.38	1036.67
14:30	234	0.03	478.56	275810.78	1036.63
	244	0.03	478.47	275451.72	1036.62
15:00	216	0.03	477.72	272094.16	1036.54
15:30	232	0.03	45.51	25643.37	98.89
16:00	232	0.03	0.05	25.35	0.1
	72538	0.03	476.77	267899.66	1036.45
17:00	238	0.03	475.57	262730.22	1036.33
	5846	0.03	475.37	261872.16	1036.31
	217	0.03	475.43	262115.88	1036.31
17:30	5850	0.03	473.37	258397.23	1033.27
18:00	215	0.03	136.06	74164.41	297.06
	5852	0.03	473.98	258101.05	1034.95

18:30	5854	0.03	456.05	245096.06	997.66
19:00	5854	0.03	277.84	149107.94	607.94
	363	0.03	473.34	253326.58	1036.10
19:30	231	0.03	472.70	250666.52	1036.04
	365	0.03	146.43	77517.07	321.02
20:00	231	0.03	70.52	37287.25	154.62
	365	0.03	472.38	249362.84	1036.00
23:30	242	0.02	104.12	52175.69	230.04
24:00:00	242	0.02	468.45	233687.50	1035.60
24:30:00	242	0.02	467.67	232351.97	1034.45
	5848	0.02	74.32	36774.89	164.48
25:00:00	5848	0.02	467.56	230261.39	1035.51
25:30:00	246	0.02	467.05	228302.77	1035.46
	5848	0.02	467.24	229029.17	1035.48
	5978	0.02	467.04	228310.53	1035.44
26:00:00	246	0.02	466.78	227284.92	1035.43
	5848	0.02	4.29	2092.76	9.51
	5978	0.02	466.77	227230.38	1035.43
26:30:00	246	0.02	2.38	1156.61	5.29
	5978	0.02	450.20	218293.22	999.24
28:30:00	247	0.02	464.74	219692.83	1035.22
29:00:00	247	0.02	345.68	162926.52	770.33
31:30:00	98178	0.02	447.87	205504.52	1001.84
	98179	0.02	340.07	155528.34	761.06
33:00:00	4761	0.02	0.26	119.58	0.59
33:30:00	4761	0.02	461.29	207317.47	1034.86
	131753	0.02	0.0	0.72	0.0

34:00:00	131753	0.02	0.05	21.40	0.11
42:00:00	5970	0.01	438.17	183280.11	993.00
42:30:00	5970	0.01	219.99	91868.55	498.66
43:00:00	5457	0.01	456.00	189552.42	1034.30
43:30:00	5457	0.01	455.57	188807.63	1033.76
44:00:00	5457	0.01	31.38	12941.04	71.25
45:00:00	211	0.01	454.31	186150.63	1032.56
45:30:00	211	0.01	454.83	185814.41	1034.18
46:00:00	211	0.01	452.65	184492.64	1029.57

Scenario 3 Node 207 60min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	207	0.04	486.21	311986.38	1037.39
	208	0.04	485.82	310030.66	1037.35
09:30	207	0.04	574.65	368733.72	1226.09
	208	0.04	574.09	365997.03	1226.03
10:30	209	0.03	483.87	300534.09	1037.16
11:00	209	0.03	571.85	355026.94	1225.81
11:30	212	0.03	482.34	293193.09	1037.01
12:00	212	0.03	570.15	346916.81	1225.64
	214	0.03	481.89	291075.53	1036.96
	220	0.03	481.40	288796.22	1036.91
	221	0.03	481.49	289244.78	1036.92
12:30	220	0.03	568.97	341369.22	1225.52
	221	0.03	569.09	341954.03	1225.53
13:00	218	0.03	480.17	283110.66	1036.79
	223	0.03	480.44	284378.00	1036.82
13:30	218	0.03	567.51	334650.66	1225.37
	223	0.03	567.94	336586.25	1225.42
	240	0.03	479.56	280340.63	1036.73
	4766	0.03	479.49	280031.00	1036.72
14:00	225	0.03	479.11	278324.28	1036.68
	227	0.03	478.97	277661.25	1036.67
	240	0.03	566.80	331389.31	1225.30
	4766	0.03	566.71	330999.88	1225.29
14:30	225	0.03	527.36	307176.75	1140.64
	227	0.03	566.27	328978.16	1225.25

	234	0.03	478.56	275810.59	1036.63
	244	0.03	478.47	275451.59	1036.62
15:00	216	0.03	477.72	272094.00	1036.54
	234	0.03	212.90	122963.63	461.03
	244	0.03	564.19	325612.22	1221.89
15:30	216	0.03	564.83	322564.63	1225.10
	232	0.03	45.42	25590.88	98.69
16:00	232	0.03	563.78	317935.81	1224.98
	72538	0.03	476.77	267899.47	1036.45
17:00	238	0.03	475.57	262730.03	1036.33
	5846	0.03	475.37	261871.95	1036.31
	217	0.03	475.43	262115.78	1036.31
17:30	238	0.03	227.55	126018.99	495.70
	5846	0.03	562.05	310412.91	1224.82
	5850	0.03	473.35	258390.20	1033.24
	217	0.03	562.06	310480.00	1224.82
18:00	215	0.03	536.20	292375.97	1170.60
	5850	0.03	561.24	306941.75	1224.74
	5852	0.03	474.66	258477.06	1036.46
18:30	215	0.03	0.41	223.55	0.90
	5852	0.03	508.85	277254.97	1111.01
	5854	0.03	455.96	245046.67	997.46
19:00	5854	0.03	509.11	273297.09	1113.91
	363	0.03	473.34	253326.50	1036.10
19:30	231	0.03	472.70	250666.38	1036.04
	5854	0.03	537.91	288551.25	1177.04
	363	0.03	559.34	298977.75	1224.55

	365	0.03	146.24	77417.71	320.61
20:00	231	0.03	545.64	288653.13	1196.29
	365	0.03	472.38	249362.69	1036.00
20:30	231	0.03	558.28	294626.13	1224.44
	365	0.03	558.04	293634.72	1224.42
21:00	365	0.03	458.05	240392.98	1005.39
23:30	242	0.02	103.95	52090.23	229.66
24:00:00	242	0.02	468.45	233687.45	1035.60
24:30:00	242	0.02	468.26	232648.67	1035.77
	5848	0.02	74.18	36709.34	164.18
25:00:00	242	0.02	553.09	273983.50	1223.91
	5848	0.02	467.56	230261.36	1035.51
25:30:00	242	0.02	477.53	235902.73	1057.12
	246	0.02	467.05	228302.67	1035.46
	5848	0.02	467.24	229029.02	1035.48
	5978	0.02	467.04	228310.38	1035.44
26:00:00	246	0.02	466.78	227284.89	1035.43
	5848	0.02	551.12	269061.53	1222.05
	5978	0.02	466.77	227230.28	1035.43
26:30:00	246	0.02	550.98	267386.22	1222.77
	5848	0.02	551.73	268800.19	1223.77
	5978	0.02	469.45	227633.66	1041.95
27:00:00	246	0.02	551.25	266995.13	1223.72
	5848	0.02	159.51	77387.47	354.01
	5978	0.02	551.08	266340.19	1223.70
27:30:00	5978	0.02	217.68	104976.52	483.51
28:30:00	247	0.02	464.74	219692.81	1035.22

29:00:00	247	0.02	486.12	229151.81	1083.27
29:30:00	247	0.02	548.94	258568.55	1223.39
31:30:00	98178	0.02	465.39	213549.53	1041.02
	98179	0.02	339.84	155423.58	760.54
32:00:00	98179	0.02	546.56	249856.11	1223.23
33:00:00	4761	0.02	0.26	118.52	0.59
33:30:00	4761	0.02	461.29	207317.34	1034.86
34:00:00	4761	0.02	545.21	245098.16	1223.09
	131753	0.02	544.97	244288.22	1223.05
42:00:00	5970	0.01	438.08	183240.70	992.79
42:30:00	5970	0.01	499.25	208518.25	1131.67
43:00:00	5457	0.01	456.00	189552.42	1034.30
	5970	0.01	24.51	10241.17	55.57
43:30:00	5457	0.01	455.84	188920.38	1034.38
44:00:00	5457	0.01	532.87	220515.44	1209.44
44:30:00	5457	0.01	500.34	206702.33	1135.87
45:00:00	211	0.01	454.30	186147.22	1032.54
45:30:00	211	0.01	454.83	185814.41	1034.18
46:00:00	211	0.01	455.04	185465.36	1035.00
46:30:00	211	0.01	537.21	218503.77	1222.25
47:00:00	211	0.01	537.12	218227.88	1222.24

Scenario 3 Node 207 180min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia
09:00	207	0.04	486.21	311986.38	1037.39
	208	0.04	485.82	310030.66	1037.35
09:30	207	0.04	574.65	368733.72	1226.09
	208	0.04	574.09	365997.03	1226.03
10:00	207	0.04	574.65	368733.72	1226.09
	208	0.04	574.10	366004.44	1226.03
10:30	207	0.04	574.65	368733.72	1226.09
	208	0.04	574.10	366008.91	1226.03
	209	0.03	483.87	300533.88	1037.16
11:00	207	0.04	574.65	368733.72	1226.09
	208	0.04	574.10	366025.91	1226.03
	209	0.03	571.85	355026.34	1225.81
11:30	207	0.04	486.24	312004.59	1037.45
	208	0.04	485.85	310066.16	1037.42
	209	0.03	572.01	355809.50	1225.82
	212	0.03	482.34	293192.56	1037.01
12:00	209	0.03	572.17	356565.09	1225.84
	212	0.03	570.15	346916.16	1225.64
	214	0.03	481.89	291074.53	1036.96
	220	0.03	481.40	288795.31	1036.91
	221	0.03	481.49	289244.03	1036.92
12:30	209	0.03	484.25	302247.50	1037.26
	212	0.03	570.31	347659.84	1225.65
	214	0.03	569.68	344685.88	1225.59
	220	0.03	568.97	341368.16	1225.52

	221	0.03	569.09	341952.91	1225.53
13:00	212	0.03	570.47	348407.97	1225.67
	214	0.03	569.83	345400.38	1225.61
	218	0.03	480.17	283109.97	1036.79
	220	0.03	569.13	342098.34	1225.54
	221	0.03	569.25	342687.75	1225.55
	223	0.03	480.44	284377.13	1036.82
13:30	212	0.03	482.82	295376.56	1037.11
	214	0.03	570.01	346236.28	1225.62
	218	0.03	567.51	334649.56	1225.37
	220	0.03	569.28	342843.22	1225.55
	221	0.03	569.43	343502.06	1225.57
	223	0.03	567.94	336585.25	1225.42
	240	0.03	479.56	280339.94	1036.73
	4766	0.03	479.49	280029.88	1036.72
14:00	214	0.03	482.38	293280.28	1037.07
	218	0.03	567.67	335355.13	1225.39
	220	0.03	569.46	343643.91	1225.57
	221	0.03	569.44	344154.69	1225.28
	223	0.03	568.10	337318.00	1225.43
	225	0.03	479.11	278323.72	1036.68
	227	0.03	478.97	277660.66	1036.67
	240	0.03	566.80	331388.28	1225.30
	4766	0.03	566.71	330998.97	1225.29
14:30	218	0.03	567.97	336746.88	1225.42
	220	0.03	471.83	285330.94	1015.15
	223	0.03	568.42	338806.31	1225.46

	225	0.03	566.49	329991.00	1225.27
	227	0.03	566.27	328977.38	1225.25
	234	0.03	478.55	275809.78	1036.63
	240	0.03	567.11	332789.16	1225.33
	244	0.03	478.47	275451.13	1036.62
	4766	0.03	567.01	332343.88	1225.32
15:00	216	0.03	477.72	272093.44	1036.54
	218	0.03	480.85	286132.41	1036.92
	223	0.03	481.13	287445.78	1036.94
	225	0.03	566.77	331238.00	1225.30
	227	0.03	566.53	330159.66	1225.27
	234	0.03	565.82	326970.56	1225.20
	240	0.03	567.41	334155.66	1225.36
	244	0.03	565.71	326491.72	1225.19
	4766	0.03	567.31	333719.25	1225.35
15:30	216	0.03	564.83	322564.13	1225.10
	225	0.03	567.14	332928.38	1225.34
	227	0.03	566.89	331800.16	1225.31
	232	0.03	45.10	25413.28	98.01
	234	0.03	566.15	328434.31	1225.24
	240	0.03	480.39	284021.38	1036.87
	244	0.03	566.07	328110.38	1225.23
	4766	0.03	480.31	283632.72	1036.86
16:00	216	0.03	565.18	324121.06	1225.14
	225	0.03	442.03	260167.97	954.68
	227	0.03	479.89	281709.56	1036.82
	232	0.03	563.78	317934.75	1224.98

	234	0.03	566.23	329902.09	1224.68
	244	0.03	566.45	329809.63	1225.27
	72538	0.03	476.77	267898.72	1036.45
16:30	216	0.03	565.64	326163.72	1225.19
	232	0.03	564.19	319732.19	1225.04
	72538	0.03	563.86	318273.16	1225.01
17:00	216	0.03	122.72	70994.65	265.69
	232	0.03	564.58	321458.41	1225.08
	238	0.03	475.57	262729.28	1036.33
	72538	0.03	564.28	320095.03	1225.05
	5846	0.03	475.37	261871.34	1036.31
	217	0.03	475.43	262115.31	1036.31
17:30	232	0.03	477.96	273060.31	1036.63
	238	0.03	562.32	311566.16	1224.85
	72538	0.03	477.76	272169.84	1036.61
	5846	0.03	562.05	310412.16	1224.82
	5850	0.03	473.33	258374.50	1033.18
	217	0.03	562.06	310479.47	1224.82
18:00	215	0.03	536.02	292279.28	1170.21
	238	0.03	562.60	312798.88	1224.88
	5846	0.03	562.37	311785.06	1224.85
	5850	0.03	561.23	306940.75	1224.74
	5852	0.03	474.66	258475.70	1036.45
	217	0.03	562.35	311691.97	1224.85
18:30	215	0.03	561.10	306361.75	1224.73
	238	0.03	562.82	313740.66	1224.90
	5846	0.03	562.47	312238.19	1224.87

	5850	0.03	561.33	307327.28	1224.75
	5852	0.03	560.93	305661.28	1224.71
	5854	0.03	455.72	244915.44	996.93
	217	0.03	562.48	312256.84	1224.87
19:00	215	0.03	561.16	306623.72	1224.73
	238	0.03	476.31	265799.00	1036.46
	5846	0.03	476.04	264637.78	1036.43
	5850	0.03	561.44	307804.56	1224.76
	5852	0.03	561.03	306063.72	1224.72
	5854	0.03	508.95	273207.91	1113.55
	217	0.03	476.08	264822.44	1036.44
	363	0.03	473.34	253326.20	1036.10
19:30	215	0.03	561.14	306534.34	1224.73
	231	0.03	472.70	250665.84	1036.04
	5846	0.03	222.66	123575.30	484.88
	5850	0.03	561.44	307821.91	1224.76
	5852	0.03	561.02	306022.56	1224.72
	5854	0.03	559.64	300219.94	1224.58
	363	0.03	559.34	298976.78	1224.55
	365	0.03	145.86	77214.11	319.76
20:00	215	0.03	487.71	266504.25	1064.41
	231	0.03	545.52	288589.72	1196.03
	5850	0.03	475.00	260178.64	1036.33
	5852	0.03	560.57	305756.94	1223.75
	5854	0.03	559.64	300215.38	1224.58
	363	0.03	559.30	298825.81	1224.54
	365	0.03	472.38	249362.00	1036.00

20:30	215	0.03	474.59	258458.88	1036.29
	231	0.03	558.28	294625.69	1224.44
	5850	0.03	444.21	242635.45	969.53
	5852	0.03	474.48	258003.23	1036.27
	5854	0.03	559.41	299270.50	1224.55
	363	0.03	559.12	298053.63	1224.52
	365	0.03	558.04	293633.94	1224.42
21:00	231	0.03	558.07	293745.59	1224.42
	5852	0.03	316.13	171404.41	690.70
	5854	0.03	559.23	298511.34	1224.54
	363	0.03	558.94	297320.03	1224.51
	365	0.03	557.84	292815.03	1224.39
21:30	231	0.02	557.78	292571.84	1224.39
	5854	0.03	558.96	297399.47	1224.51
	363	0.03	558.62	295990.34	1224.47
	365	0.02	557.52	291516.28	1224.36
22:00	231	0.02	557.46	291270.72	1224.36
	5854	0.03	504.42	267410.00	1105.61
	363	0.03	558.34	294856.28	1224.45
	365	0.02	557.24	290374.06	1224.33
22:30	231	0.02	557.18	290139.22	1224.33
	5854	0.02	472.39	249291.63	1036.06
	363	0.02	513.33	270143.91	1126.30
	365	0.02	556.92	289088.72	1224.30
23:00	231	0.02	556.84	288770.59	1224.29
	5854	0.02	472.13	248214.50	1036.03
	363	0.02	471.89	247223.81	1036.01

	365	0.02	556.65	288003.75	1224.27
23:30	231	0.02	556.60	287791.69	1224.27
	242	0.02	102.65	51439.20	226.79
	363	0.02	471.62	246146.92	1035.98
	365	0.02	556.34	286768.97	1224.24
24:00:00	231	0.02	528.91	272498.28	1163.94
	242	0.02	468.45	233687.28	1035.60
	365	0.02	556.09	285768.44	1224.22
24:30:00	231	0.02	470.43	241357.70	1035.86
	242	0.02	468.26	232647.55	1035.77
	5848	0.02	73.18	36210.95	161.95
	365	0.02	480.93	246292.64	1059.25
25:00:00	231	0.02	470.17	240336.36	1035.83
	242	0.02	553.09	273982.63	1223.91
	5848	0.02	467.56	230261.14	1035.51
	365	0.02	469.99	239620.98	1035.82
25:30:00	231	0.02	6.99	3556.50	15.41
	242	0.02	552.87	273153.44	1223.89
	246	0.02	467.05	228302.30	1035.46
	5848	0.02	467.24	229028.38	1035.48
	5978	0.02	467.04	228309.89	1035.44
	365	0.02	469.75	238705.41	1035.76
26:00:00	242	0.02	552.66	272324.78	1223.86
	246	0.02	466.78	227284.84	1035.43
	5848	0.02	551.10	269054.44	1222.02
	5978	0.02	466.77	227229.92	1035.43
26:30:00	242	0.02	552.46	271576.09	1223.84

	246	0.02	550.97	267381.94	1222.75
	5848	0.02	551.73	268799.69	1223.77
	5978	0.02	469.41	227614.97	1041.87
27:00:00	242	0.02	552.26	270799.06	1223.82
	246	0.02	551.25	266995.25	1223.72
	5848	0.02	551.44	267698.09	1223.74
	5978	0.02	551.08	266339.41	1223.70
27:30:00	242	0.02	552.21	270630.97	1223.82
	246	0.02	551.13	266528.00	1223.71
	5848	0.02	551.30	267198.03	1223.72
	5978	0.02	550.94	265843.56	1223.69
28:00:00	242	0.02	520.19	254661.59	1153.02
	246	0.02	551.04	266219.56	1223.70
	5848	0.02	551.14	266575.59	1223.71
	5978	0.02	550.83	265400.59	1223.67
28:30:00	242	0.02	467.08	228332.11	1035.52
	246	0.02	550.97	265946.19	1223.69
	247	0.02	464.74	219692.69	1035.22
	5848	0.02	551.07	266302.84	1223.70
	5978	0.02	550.68	264867.03	1223.66
29:00:00	246	0.02	550.95	265873.28	1223.69
	247	0.02	485.96	229074.75	1082.91
	5848	0.02	551.01	266097.88	1223.69
	5978	0.02	550.63	264662.72	1223.65
29:30:00	246	0.02	466.13	224757.92	1035.42
	247	0.02	548.99	258588.92	1223.48
	5848	0.02	466.24	225163.92	1035.43

	5978	0.02	491.52	236527.05	1092.13
30:00:00	246	0.02	0.26	123.50	0.57
	247	0.02	548.90	258264.02	1223.48
	5978	0.02	465.95	224064.97	1035.40
30:30:00	247	0.02	548.90	258280.11	1223.48
31:00:00	247	0.02	549.07	258885.39	1223.49
31:30:00	247	0.02	464.73	219563.92	1035.27
	98178	0.02	465.36	213534.70	1040.95
	98179	0.02	338.47	154796.80	757.48
32:00:00	98178	0.02	547.07	251672.28	1223.29
	98179	0.02	546.56	249855.61	1223.23
32:30:00	98178	0.02	547.19	252092.45	1223.30
	98179	0.02	546.69	250313.70	1223.25
33:00:00	4761	0.02	0.25	111.90	0.56
	98178	0.02	547.46	253057.84	1223.33
	98179	0.02	546.87	250951.28	1223.27
33:30:00	4761	0.02	461.29	207316.75	1034.86
	98178	0.02	463.24	214146.70	1035.12
	98179	0.02	547.00	251414.66	1223.28
34:00:00	4761	0.02	545.21	245098.41	1223.09
	98179	0.02	462.86	212776.05	1035.08
	131753	0.02	544.97	244287.56	1223.05
34:30:00	4761	0.02	545.29	245388.80	1223.10
	131753	0.02	545.36	245606.70	1223.11
35:00:00	4761	0.02	545.37	245649.63	1223.11
	131753	0.02	545.58	246383.22	1223.13
35:30:00	4761	0.02	545.45	246159.39	1222.95

	131753	0.02	461.87	209278.80	1034.98
36:00:00	4761	0.02	461.51	208702.72	1034.47
42:00:00	5970	0.01	437.83	183135.61	992.22
42:30:00	5970	0.01	499.06	208438.42	1131.23
43:00:00	5457	0.01	456.00	189552.39	1034.30
	5970	0.01	539.42	225603.23	1222.49
43:30:00	5457	0.01	455.84	188920.09	1034.38
	5970	0.01	539.42	225600.70	1222.49
44:00:00	5457	0.01	532.87	220514.75	1209.44
	5970	0.01	539.50	225840.06	1222.49
44:30:00	5457	0.01	500.85	206913.41	1137.03
	5970	0.01	539.53	225934.88	1222.50
45:00:00	5457	0.01	538.53	222726.36	1222.39
	5970	0.01	456.49	191064.55	1034.41
	211	0.01	454.29	186143.97	1032.52
45:30:00	5457	0.01	538.41	222339.02	1222.38
	5970	0.01	456.38	190703.94	1034.40
	211	0.01	454.83	185814.53	1034.18
46:00:00	5457	0.01	538.43	222378.78	1222.38
	5970	0.01	332.41	138755.78	753.54
	211	0.01	455.03	185463.00	1034.98
46:30:00	5457	0.01	538.49	222597.22	1222.39
	211	0.01	537.21	218503.59	1222.25
47:00:00	5457	0.01	455.62	188251.13	1034.32
	211	0.01	537.12	218227.41	1222.24
47:30:00	5457	0.01	436.72	180439.28	991.43
	211	0.01	537.09	218114.19	1222.24

48:00:00

211 0.01

536.99

217797.89

1222.23

Scenario3 Node 259 30min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia	
09:00	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	258	0.04	14.19	8915.28	30.20	
	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	4747	0.04	14.18	8860.29	30.20	
	5963	0.04	2.85	1770.32	6.06	
	6024	0.04	10.09	6278.87	21.51	
	6026	0.04	14.18	8854.39	30.20	
	222	0.04	14.19	8911.35	30.20	
	86766	0.04	14.19	8911.36	30.20	
	239	0.04	14.19	8919.20	30.20	
	241	0.04	14.17	8836.09	30.20	
	243	0.04	14.19	8906.43	30.20	
	09:30	253	0.04	0.17	104.69	0.36
		254	0.04	14.15	8727.65	30.20
255		0.04	14.15	8744.32	30.20	
4748		0.04	14.15	8708.53	30.20	
5963		0.04	14.15	8743.68	30.20	
6022		0.04	1.82	1120.55	3.89	
6024		0.04	14.15	8746.03	30.20	
6026		0.04	14.16	8784.27	30.20	
219		0.04	14.15	8736.74	30.20	
136636		0.04	14.15	8740.22	30.20	
136651		0.04	14.15	8708.93	30.20	
146939		0.04	14.16	8783.31	30.20	
381		0.04	13.96	8591.34	29.80	

10:00	253	0.04	14.13	8635.78	30.19
	254	0.04	14.14	8692.40	30.19
	255	0.04	11.11	6831.91	23.73
	4748	0.04	14.14	8691.58	30.19
	6022	0.04	14.13	8631.91	30.19
	6090	0.04	14.13	8650.04	30.19
	136651	0.04	14.14	8660.66	30.19
	137498	0.04	2.68	1632.96	5.74
	381	0.04	14.14	8689.23	30.19
	137408	0.04	14.13	8633.65	30.19
	137981	0.04	14.12	8599.29	30.19
	137854	0.04	7.49	4562.21	16.02
10:30	253	0.04	11.10	6745.86	23.73
	137580	0.04	14.11	8546.08	30.19
	143042	0.04	14.11	8559.48	30.19
	137981	0.04	8.48	5157.53	18.14
	137854	0.04	10.47	6338.96	22.40
	142570	0.04	14.11	8531.80	30.19
	142571	0.04	7.48	4511.08	16.02
	143891	0.04	14.09	8513.48	30.17
	387	0.04	7.59	4590.03	16.25
11:00	4749	0.04	14.09	8433.05	30.19
	142570	0.04	0.01	4.52	0.02
	142571	0.04	6.62	3959.77	14.18
	143891	0.04	4.03	2424.07	8.63
	387	0.04	6.62	3971.22	14.17
	152517	0.04	9.18	5490.38	19.68

	143702	0.04	7.47	4455.52	16.02
11:30	142089	0.04	0.28	168.81	0.61
	152517	0.04	2.31	1376.99	4.96
	143702	0.04	6.60	3916.48	14.17
12:00	207	0.04	14.03	8190.07	30.18
	139073	0.04	14.05	8253.63	30.19
	137361	0.04	14.05	8259.21	30.19
12:30	208	0.04	14.02	8138.74	30.18
13:00	4600	0.03	14.00	8053.71	30.18
	377	0.04	14.01	8073.31	30.18
	142079	0.03	7.44	4267.72	16.04
13:30	209	0.03	13.98	7932.97	30.18
	4606	0.03	13.98	7971.95	30.16
	4607	0.03	13.99	7973.25	30.18
	392	0.03	13.98	7950.78	30.18
	143044	0.03	13.94	7930.89	30.08
	142079	0.03	5.37	3062.16	11.58
14:00	4590	0.03	13.97	7883.48	30.18
14:30	212	0.03	13.94	7766.08	30.17
	4576	0.03	13.64	7631.23	29.51
	146093	0.03	0.17	93.06	0.36
	70855	0.03	10.58	5924.54	22.90
	224	0.03	0.03	16.36	0.06
15:00	214	0.03	12.48	6921.29	27.04
	220	0.03	13.91	7661.32	30.17
	221	0.03	13.92	7672.69	30.17
	4574	0.03	1.89	1042.59	4.11

	146093	0.03	13.92	7692.66	30.17
	307	0.03	12.81	7046.66	27.79
15:30	223	0.03	4.46	2426.60	9.68
	4584	0.03	12.67	6955.01	27.48
	146093	0.03	0.35	191.60	0.76
	307	0.03	13.91	7641.53	30.17
16:00	218	0.03	13.89	7547.44	30.17
	240	0.03	0.03	18.88	0.08
	4571	0.03	13.87	7514.69	30.16
	4612	0.03	13.88	7530.72	30.17
	228	0.03	13.65	7389.51	29.67
	379	0.03	13.89	7545.05	30.17
16:30	225	0.03	13.86	7436.17	30.17
	227	0.03	13.43	7184.80	29.23
	240	0.03	0.0	1.05	0.0
	4578	0.03	0.08	45.18	0.18
	4582	0.03	12.45	6677.46	27.10
	4766	0.03	3.49	1882.54	7.59
17:00	234	0.03	13.85	7376.67	30.17
	244	0.03	13.85	7372.96	30.17
	206	0.03	12.37	6608.26	26.94
17:30	216	0.03	13.83	7288.30	30.16
	136988	0.03	13.83	7310.31	30.16
	385	0.03	0.63	333.29	1.37
18:00	232	0.03	0.50	262.99	1.10
	4570	0.03	0.12	64.69	0.27
	4581	0.03	13.52	7095.38	29.52

	135437	0.03	12.95	6795.59	28.27
18:30	232	0.03	13.80	7174.07	30.16
	4566	0.03	11.85	6169.03	25.91
	4570	0.03	0.02	10.54	0.04
	72538	0.03	13.79	7153.99	30.16
19:00	235	0.03	13.73	7080.26	30.05
19:30	4564	0.03	13.76	7018.23	30.16
20:00	238	0.03	13.74	6958.99	30.15
	4558	0.03	0.0	0.97	0.0
	5846	0.03	0.40	201.94	0.88
	217	0.03	13.72	6923.88	30.11
	139582	0.03	13.75	6967.87	30.15
20:30	4554	0.03	0.0	0.57	0.0
	4556	0.03	13.73	6894.00	30.15
	4558	0.03	13.73	6905.85	30.15
	5846	0.03	13.73	6888.14	30.15
	217	0.03	13.73	6908.68	30.15
21:00	4554	0.03	13.71	6840.18	30.15
	4556	0.03	0.0	1.38	0.01
	5846	0.03	7.57	3785.54	16.65
	5964	0.03	13.70	6803.17	30.15
	6266	0.03	13.71	6822.92	30.15
21:30	4554	0.03	0.0	0.84	0.0
	5850	0.03	6.07	2989.47	13.37
	5964	0.03	13.69	6753.94	30.15
	6266	0.03	13.67	6774.72	30.09
	130024	0.03	0.0	0.70	0.0

22:00	215	0.03	9.91	4844.08	21.85
	4552	0.03	2.05	1005.12	4.52
	5850	0.03	13.68	6702.52	30.15
	5852	0.03	0.29	140.09	0.63
	5964	0.03	13.68	6709.76	30.15
	130024	0.03	0.23	113.72	0.51
22:30	215	0.03	13.66	6648.66	30.15
	4552	0.03	13.66	6656.10	30.15
	5850	0.03	13.67	6667.57	30.15
	5852	0.03	13.66	6639.28	30.15
	5964	0.03	13.67	6677.33	30.15
	130024	0.03	13.66	6639.12	30.15
	229	0.03	2.81	1367.73	6.21
23:00	215	0.03	13.65	6612.86	30.14
	4552	0.03	12.80	6201.31	28.25
	5850	0.03	0.02	8.41	0.04
	5852	0.03	13.65	6604.95	30.15
	130024	0.03	13.65	6601.91	30.15
	229	0.03	13.45	6518.53	29.70
	145697	0.03	13.65	6600.33	30.15
23:30	5852	0.03	3.29	1582.66	7.27
	130024	0.03	13.64	6567.74	30.14
	145697	0.03	0.02	9.31	0.04
24:00:00	4548	0.02	0.0	1.33	0.01
	130024	0.02	2.68	1282.27	5.94
24:30:00	4548	0.02	2.64	1252.67	5.86
	5854	0.02	13.01	6135.88	28.83

25:00:00	4592	0.02	0.16	76.66	0.36
	5854	0.02	13.59	6384.13	30.14
	363	0.02	12.80	5994.41	28.39
25:30:00	4592	0.02	12.93	6017.57	28.70
	5854	0.02	13.51	6320.40	29.98
	363	0.02	13.58	6334.02	30.14
26:00:00	4592	0.02	13.57	6290.42	30.14
	363	0.02	13.50	6272.30	29.98
26:30:00	231	0.02	8.47	3890.63	18.85
	4550	0.02	0.39	179.28	0.87
	4592	0.02	13.56	6259.07	30.14
27:00:00	231	0.02	13.54	6187.31	30.13
	4550	0.02	13.54	6194.55	30.13
	4592	0.02	4.14	1900.56	9.22
	365	0.02	12.08	5512.39	26.90
27:30:00	231	0.02	12.39	5644.35	27.58
	4548	0.02	12.53	5700.46	27.92
	4550	0.02	1.41	642.99	3.14
	365	0.02	13.53	6153.21	30.13
28:00:00	365	0.02	0.04	16.97	0.08
29:30:00	242	0.02	13.47	5961.41	30.12
	1414456	0.02	13.48	5989.11	30.13
30:00:00	242	0.02	13.40	5921.08	29.97
	4560	0.02	0.64	281.30	1.43
30:30:00	246	0.02	13.13	5743.88	29.41
	5848	0.02	13.45	5897.30	30.12
	5978	0.02	2.21	965.24	4.94

	130023	0.02	0.0	0.16	0.0
31:00:00	246	0.02	1.17	512.71	2.63
	5978	0.02	11.12	4857.45	24.91
	130023	0.02	12.02	5229.33	26.96
31:30:00	130023	0.02	13.43	5827.13	30.12
32:00:00	247	0.02	6.73	2894.90	15.11
	130023	0.02	4.26	1839.11	9.55
32:30:00	247	0.02	2.77	1189.02	6.21
	4562	0.02	13.41	5751.33	30.12
34:30:00	98178	0.02	13.37	5606.99	30.12
35:00:00	98179	0.02	13.36	5573.85	30.11
35:30:00	1458	0.02	6.71	2787.20	15.14
36:30:00	4761	0.02	7.64	3137.13	17.26
	131753	0.01	11.22	4618.47	25.34
37:00:00	4761	0.02	6.49	2663.53	14.66
40:00:00	1457	0.01	1.09	440.06	2.48
	369	0.01	2.57	1033.69	5.82
	372	0.01	2.58	1036.10	5.84
41:00:00	1457	0.01	7.98	3159.39	18.12
	369	0.01	13.18	5220.74	29.94
	372	0.01	13.12	5193.84	29.81
47:00:00	5970	0.01	0.18	66.51	0.40
47:30:00	5970	0.01	13.15	4953.24	30.09
48:00:00	5970	0.01	13.15	4941.66	30.09

Scenario3 Node 259 60min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia	
09:00	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	258	0.04	14.19	8915.28	30.20	
	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	4747	0.04	14.18	8860.29	30.20	
	5963	0.04	2.85	1770.32	6.06	
	6024	0.04	10.09	6278.87	21.51	
	6026	0.04	14.18	8854.39	30.20	
	222	0.04	14.19	8911.35	30.20	
	86766	0.04	14.19	8911.36	30.20	
	239	0.04	14.19	8919.20	30.20	
	241	0.04	14.17	8836.09	30.20	
	243	0.04	14.19	8906.43	30.20	
	09:30	259	0.04	20.36	12806.25	43.34
		253	0.04	0.17	104.69	0.36
254		0.04	14.15	8727.65	30.20	
255		0.04	14.15	8744.32	30.20	
256		0.04	20.35	12710.64	43.34	
258		0.04	20.36	12791.81	43.34	
259		0.04	20.36	12806.25	43.34	
4747		0.04	20.34	12698.64	43.34	
4748		0.04	14.15	8708.53	30.20	
5963		0.04	14.15	8743.68	30.20	
6022		0.04	1.82	1120.55	3.89	
6024		0.04	14.15	8746.03	30.20	
6026		0.04	14.16	8784.27	30.20	

	219	0.04	14.15	8736.74	30.20
	136636	0.04	14.15	8740.22	30.20
	136651	0.04	14.15	8708.93	30.20
	222	0.04	20.36	12777.51	43.34
	86766	0.04	20.36	12777.51	43.34
	239	0.04	20.36	12797.44	43.34
	241	0.04	20.36	12768.85	43.34
	243	0.04	20.36	12776.85	43.34
	146939	0.04	14.16	8783.31	30.20
	381	0.04	13.96	8591.34	29.80
10:00	253	0.04	20.32	12595.86	43.34
	254	0.04	20.32	12610.27	43.34
	255	0.04	20.33	12615.73	43.34
	4748	0.04	14.14	8691.58	30.19
	5963	0.04	14.14	8675.57	30.19
	6022	0.04	14.13	8631.91	30.19
	6024	0.04	14.14	8676.18	30.19
	6026	0.04	20.32	12565.66	43.34
	6090	0.04	14.13	8650.04	30.19
	219	0.04	14.14	8666.62	30.19
	136636	0.04	14.14	8670.75	30.19
	136651	0.04	14.13	8640.29	30.19
	146939	0.04	20.32	12597.77	43.34
	381	0.04	14.13	8637.28	30.19
	137408	0.04	13.67	8321.67	29.23
10:30	253	0.04	20.29	12454.75	43.33
	254	0.04	20.30	12473.97	43.33

	255	0.04	13.32	8189.36	28.44
	146093	0.04	0.13	78.76	0.28
	4748	0.04	20.30	12470.91	43.33
	6022	0.04	14.12	8565.18	30.19
	6090	0.04	15.17	9228.33	32.44
	136651	0.04	20.26	12354.62	43.32
	137498	0.04	14.10	8505.24	30.19
	381	0.04	20.29	12459.15	43.33
	137408	0.04	14.12	8566.35	30.19
	143042	0.04	14.10	8514.58	30.19
	137981	0.04	14.11	8532.89	30.19
	137854	0.04	10.17	6142.73	21.76
	142570	0.04	7.48	4516.55	16.02
	143891	0.04	7.48	4511.17	16.02
	387	0.04	6.92	4164.82	14.81
11:00	253	0.04	13.30	8086.17	28.44
	146093	0.04	13.82	8250.70	29.63
	4749	0.04	14.09	8433.04	30.19
	137580	0.04	19.03	11459.51	40.75
	143042	0.04	20.25	12233.81	43.33
	137981	0.04	14.01	8514.86	29.96
	137854	0.04	13.13	7930.76	28.11
	142570	0.04	17.35	10448.46	37.16
	142571	0.04	14.08	8416.00	30.19
	143891	0.04	16.23	9749.38	34.77
	387	0.04	14.09	8439.41	30.19
	152517	0.04	7.47	4451.79	16.02

	307	0.04	1.65	985.14	3.55
11:30	146093	0.04	14.07	8358.92	30.19
	4749	0.04	20.22	12116.90	43.33
	142570	0.04	0.01	3.93	0.01
	142571	0.04	8.37	4988.04	17.96
	143891	0.04	5.10	3067.09	10.93
	387	0.04	9.51	5692.00	20.37
	152517	0.04	16.83	10005.80	36.10
	143702	0.04	14.06	8326.00	30.19
	307	0.04	14.06	8326.25	30.19
12:00	207	0.04	14.03	8190.06	30.18
	146093	0.04	16.99	10007.08	36.50
	152517	0.04	2.74	1629.28	5.88
	143702	0.04	9.46	5587.74	20.31
	307	0.04	14.12	8308.01	30.33
12:30	207	0.04	20.14	11755.84	43.32
	208	0.04	14.02	8138.74	30.18
	146093	0.04	20.14	11755.79	43.32
	139073	0.04	19.01	11182.98	40.84
	137361	0.04	7.07	4160.79	15.18
	307	0.04	20.07	11705.04	43.17
13:00	208	0.04	20.13	11694.22	43.32
	146093	0.04	20.11	11632.05	43.32
	4604	0.03	14.00	8048.87	30.18
	142079	0.03	5.34	3052.76	11.52
	307	0.04	20.11	11622.81	43.32
13:30	209	0.03	13.98	7932.96	30.18

	146093	0.03	20.09	11515.97	43.31
	4600	0.03	20.10	11555.03	43.31
	377	0.04	0.19	110.61	0.41
	392	0.03	7.42	4210.29	16.01
	143044	0.03	7.50	4261.20	16.20
	142079	0.03	15.13	8622.44	32.64
	307	0.03	20.09	11506.99	43.31
14:00	209	0.03	20.06	11393.58	43.31
	146093	0.03	20.06	11399.13	43.31
	4606	0.03	6.41	3657.01	13.82
	4607	0.03	12.84	7328.72	27.71
	392	0.03	16.11	9151.85	34.79
	143044	0.03	10.94	6204.66	23.64
	142079	0.03	6.91	3939.96	14.90
	307	0.03	20.06	11390.00	43.31
14:30	212	0.03	13.94	7766.07	30.17
	4580	0.03	10.27	5718.14	22.24
	4586	0.03	13.92	7768.98	30.11
	4587	0.03	13.94	7788.48	30.16
	4590	0.03	0.08	43.32	0.17
	146093	0.03	20.04	11288.95	43.31
	224	0.03	0.54	299.85	1.17
	307	0.03	20.03	11279.44	43.31
15:00	212	0.03	20.01	11177.02	43.30
	214	0.03	14.56	8072.35	31.53
	220	0.03	13.91	7661.31	30.17
	221	0.03	13.92	7672.69	30.17

	146093	0.03	20.01	11178.66	43.30
	307	0.03	20.01	11171.91	43.30
15:30	220	0.03	19.98	11031.49	43.30
	221	0.03	19.98	11050.80	43.30
	223	0.03	4.45	2423.62	9.66
	4574	0.03	18.59	10226.84	40.31
	146093	0.03	19.99	11080.26	43.30
	226	0.05	13.91	7631.64	30.18
	143448	0.03	10.30	5623.67	22.35
	307	0.03	19.99	11068.94	43.30
16:00	218	0.03	13.89	7547.51	30.17
	223	0.03	19.94	10881.04	43.30
	240	0.03	0.03	18.83	0.08
	307	0.03	2.37	1299.74	5.13
16:30	225	0.03	13.86	7436.17	30.17
	227	0.03	13.42	7184.14	29.23
	240	0.03	19.91	10762.17	43.29
	4571	0.03	19.27	10470.08	41.85
	4578	0.03	1.17	627.40	2.55
	4612	0.03	0.18	100.58	0.40
	4766	0.03	18.39	9923.21	39.99
	228	0.03	19.69	10692.80	42.77
17:00	225	0.03	19.90	10717.42	43.29
	227	0.03	19.89	10681.87	43.29
	234	0.03	13.85	7376.66	30.17
	244	0.03	13.85	7372.96	30.17
	4582	0.03	19.87	10688.01	43.24

	130024	0.03	0.15	80.83	0.33
17:30	216	0.03	13.83	7288.30	30.16
	234	0.03	14.57	7785.88	31.73
	244	0.03	18.52	9891.10	40.32
	4568	0.03	13.62	7195.67	29.71
	130024	0.03	13.83	7295.28	30.16
	385	0.03	13.83	7298.21	30.16
18:00	216	0.03	19.85	10495.86	43.29
	232	0.03	0.50	262.57	1.10
	130024	0.03	14.64	7688.73	31.95
	136988	0.03	0.0	1.31	0.01
18:30	232	0.03	13.80	7175.59	30.16
	4570	0.03	3.92	2027.77	8.57
	4581	0.03	16.89	8860.44	36.87
	4592	0.03	0.0	0.74	0.0
	72538	0.03	13.79	7153.99	30.16
	130024	0.03	19.74	10286.78	43.13
	135437	0.03	11.16	5856.78	24.36
19:00	232	0.03	19.52	10153.76	42.66
	4566	0.03	4.60	2397.15	10.06
	4570	0.03	0.0	0.09	0.0
	4592	0.03	13.13	6733.31	28.75
	72538	0.03	19.79	10265.83	43.28
	130024	0.03	19.79	10233.30	43.28
19:30	4592	0.03	13.76	7029.88	30.16
	130024	0.03	19.76	10146.70	43.28
	235	0.03	17.38	8962.75	38.04

20:00	238	0.03	13.74	6958.98	30.15
	4564	0.03	13.78	6989.45	30.22
	4592	0.03	14.56	7399.22	31.94
	5846	0.03	0.40	201.56	0.88
	130024	0.03	19.74	10059.79	43.28
	217	0.03	13.72	6923.83	30.11
	237	0.03	12.35	6251.67	27.10
20:30	238	0.03	19.71	9955.23	43.27
	4564	0.03	0.11	57.95	0.25
	4592	0.03	18.78	9466.35	41.23
	5846	0.03	13.73	6888.14	30.15
	130024	0.03	19.72	9974.61	43.28
	217	0.03	13.73	6910.28	30.16
	139582	0.03	19.53	9895.76	42.85
21:00	238	0.03	19.47	9800.35	42.75
	4556	0.03	6.08	3025.82	13.38
	4558	0.03	13.75	6865.96	30.23
	4592	0.03	19.69	9855.72	43.27
	5846	0.03	16.39	8195.67	36.02
	5964	0.03	13.70	6803.17	30.15
	130024	0.03	19.70	9888.70	43.27
	217	0.03	19.70	9885.94	43.27
21:30	4554	0.03	7.09	3499.85	15.61
	4556	0.03	19.62	9762.73	43.15
	4558	0.03	16.53	8253.88	36.34
	4592	0.03	19.67	9770.74	43.27
	5846	0.03	19.67	9796.03	43.27

	5850	0.03	6.06	2986.69	13.36
	5964	0.03	13.69	6753.99	30.15
	130024	0.03	19.68	9806.46	43.27
	217	0.03	18.46	9223.22	40.59
22:00	215	0.03	9.90	4841.37	21.84
	4554	0.03	19.64	9707.29	43.25
	4592	0.03	19.65	9690.36	43.27
	5846	0.03	17.53	8690.44	38.58
	5850	0.03	13.68	6702.52	30.15
	5852	0.03	0.29	139.82	0.63
	5964	0.03	13.68	6705.85	30.15
	6266	0.03	12.44	6101.78	27.42
	130024	0.03	19.66	9724.81	43.27
22:30	215	0.03	13.66	6648.65	30.15
	4592	0.03	19.63	9613.11	43.27
	5850	0.03	13.67	6667.59	30.15
	5852	0.03	13.66	6639.27	30.15
	5964	0.03	13.67	6658.45	30.15
	6266	0.03	19.60	9604.27	43.20
	130024	0.03	19.63	9643.05	43.27
23:00	215	0.03	13.65	6613.56	30.15
	4592	0.03	19.61	9535.04	43.26
	5850	0.03	19.59	9517.16	43.25
	5852	0.03	13.65	6604.94	30.15
	5964	0.03	13.65	6613.05	30.15
	6266	0.03	0.03	14.08	0.06
	130024	0.03	19.61	9567.95	43.26

23:30	215	0.03	19.58	9444.25	43.26
	4552	0.02	10.66	5115.21	23.58
	4592	0.03	19.59	9462.07	43.26
	5850	0.03	19.59	9475.64	43.26
	5852	0.03	18.15	8740.45	40.09
	5964	0.03	19.59	9477.94	43.26
	130024	0.03	19.59	9491.91	43.26
	229	0.03	13.71	6593.04	30.30
	145697	0.02	4.25	2038.80	9.40
24:00:00	215	0.03	19.57	9402.34	43.26
	4552	0.02	18.61	8911.50	41.17
	4592	0.02	19.57	9387.53	43.26
	5850	0.03	1.94	933.46	4.29
	5852	0.02	19.57	9388.09	43.26
	130024	0.03	19.57	9418.44	43.26
	229	0.03	11.15	5366.20	24.65
	145697	0.02	19.52	9359.65	43.16
24:30:00	215	0.03	0.03	16.36	0.08
	4552	0.02	7.87	3759.37	17.41
	4592	0.02	19.55	9313.22	43.26
	5852	0.02	13.17	6292.90	29.14
	5854	0.02	13.01	6135.11	28.82
	130024	0.02	12.84	6134.86	28.39
25:00:00	4548	0.02	2.56	1204.77	5.68
	4592	0.02	19.53	9245.30	43.26
	5854	0.02	13.59	6384.12	30.14
	130024	0.02	0.0	0.63	0.0

	130023	0.02	0.32	148.17	0.70
	363	0.02	12.79	5993.41	28.38
25:30:00	4548	0.02	3.71	1745.44	8.22
	4592	0.02	19.51	9175.36	43.25
	5854	0.02	13.61	6367.44	30.21
	130023	0.02	13.55	6312.93	30.07
	363	0.02	13.58	6334.01	30.14
26:00:00	4592	0.02	19.49	9107.86	43.25
	5854	0.02	19.48	9078.00	43.25
	130023	0.02	13.57	6294.98	30.14
	363	0.02	13.60	6318.13	30.20
26:30:00	231	0.02	8.47	3888.45	18.84
	4592	0.02	19.47	9044.15	43.25
	5854	0.02	19.47	9040.25	43.25
	130023	0.02	13.62	6289.88	30.28
	363	0.02	19.46	9007.13	43.25
27:00:00	231	0.02	13.54	6187.31	30.13
	4592	0.02	19.45	8979.36	43.25
	5854	0.02	0.0	1.41	0.01
	130023	0.02	16.38	7516.27	36.43
	363	0.02	19.45	8968.60	43.25
	365	0.02	12.08	5511.14	26.90
27:30:00	231	0.02	14.03	6394.32	31.24
	4550	0.02	0.07	31.70	0.16
	4592	0.02	12.76	5853.98	28.39
	130023	0.02	19.35	8828.69	43.10
	365	0.02	13.53	6153.21	30.13

28:00:00	231	0.02	19.41	8824.41	43.24
	4548	0.02	7.44	3361.69	16.60
	4550	0.02	19.10	8670.96	42.56
	130023	0.02	19.40	8800.99	43.24
	365	0.02	19.39	8794.95	43.21
28:30:00	231	0.02	0.0	0.01	0.0
	4548	0.02	13.78	6238.09	30.72
	130023	0.02	19.39	8742.62	43.24
	365	0.02	18.18	8229.36	40.51
29:00:00	130023	0.02	19.37	8686.37	43.24
29:30:00	242	0.02	13.47	5961.39	30.12
	130023	0.02	19.36	8628.70	43.24
30:00:00	242	0.02	13.50	5964.35	30.19
	130023	0.02	19.34	8576.96	43.24
	1414456	0.02	19.33	8562.72	43.21
30:30:00	242	0.02	18.29	8079.66	40.90
	246	0.02	13.13	5743.46	29.41
	4560	0.02	13.73	6032.91	30.74
	5848	0.02	13.45	5897.30	30.12
	5978	0.02	2.20	963.99	4.94
	130023	0.02	19.32	8523.83	43.23
31:00:00	246	0.02	18.79	8216.88	42.09
	5848	0.02	19.31	8468.36	43.23
	5978	0.02	14.46	6319.09	32.39
	130023	0.02	19.31	8472.02	43.23
	229	0.02	2.54	1111.36	5.69
	145697	0.02	1.87	814.10	4.18

31:30:00	130023	0.02	19.30	8423.78	43.23
32:00:00	247	0.02	6.73	2892.59	15.10
	130023	0.02	19.28	8373.54	43.23
32:30:00	247	0.02	18.05	7759.84	40.52
	130023	0.02	2.27	981.87	5.10
34:30:00	1458	0.02	1.01	427.11	2.28
	98178	0.02	13.37	5606.99	30.12
35:00:00	98178	0.02	19.18	8042.01	43.22
	98179	0.02	13.36	5573.85	30.11
35:30:00	98179	0.02	19.17	8000.65	43.22
36:00:00	1458	0.02	13.32	5517.35	30.07
36:30:00	4761	0.02	7.63	3134.69	17.24
	131753	0.01	11.22	4618.47	25.34
37:00:00	4761	0.02	16.30	6693.19	36.83
	131753	0.01	15.58	6422.19	35.18
37:30:00	4761	0.02	0.01	2.84	0.02
38:30:00	100785	0.02	12.79	5173.82	28.98
40:00:00	1457	0.01	0.0	0.37	0.0
41:00:00	1457	0.01	0.0	0.14	0.0
41:30:00	369	0.01	0.0	0.37	0.0
	372	0.01	1.47	580.45	3.33
42:00:00	100785	0.02	3.59	1397.92	8.18
47:00:00	5970	0.01	0.18	66.38	0.40
47:30:00	5970	0.01	13.15	4953.24	30.09
48:00:00	5970	0.01	13.15	4941.66	30.09

Scenario3 Node 259 180min

Time	Node	Klor	Norovirus	Campylobacter	Giardia	
09:00	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	258	0.04	14.19	8915.28	30.20	
	259	0.04	14.19	8923.47	30.20	
	4747	0.04	14.18	8860.29	30.20	
	5963	0.04	2.85	1770.32	6.06	
	6024	0.04	10.09	6278.87	21.51	
	6026	0.04	14.18	8854.39	30.20	
	222	0.04	14.19	8911.35	30.20	
	86766	0.04	14.19	8911.36	30.20	
	239	0.04	14.19	8919.20	30.20	
	241	0.04	14.17	8836.09	30.20	
	243	0.04	14.19	8906.43	30.20	
	09:30	259	0.04	20.36	12806.25	43.34
		253	0.04	0.17	104.69	0.36
254		0.04	14.15	8727.65	30.20	
255		0.04	14.15	8744.32	30.20	
256		0.04	20.35	12710.64	43.34	
258		0.04	20.36	12791.81	43.34	
259		0.04	20.36	12806.25	43.34	
4747		0.04	20.34	12698.64	43.34	
4748		0.04	14.15	8708.53	30.20	
5963		0.04	14.15	8743.68	30.20	
6022		0.04	1.82	1120.55	3.89	
6024		0.04	14.15	8746.03	30.20	
6026		0.04	14.16	8784.27	30.20	

	219	0.04	14.15	8736.74	30.20
	136636	0.04	14.15	8740.22	30.20
	136651	0.04	14.15	8708.93	30.20
	222	0.04	20.36	12777.51	43.34
	86766	0.04	20.36	12777.51	43.34
	239	0.04	20.36	12797.44	43.34
	241	0.04	20.36	12768.85	43.34
	243	0.04	20.36	12776.85	43.34
	146939	0.04	14.16	8783.31	30.20
	381	0.04	13.96	8591.34	29.80
10:00	259	0.04	20.38	12813.16	43.36
	253	0.04	20.32	12595.86	43.34
	254	0.04	20.32	12610.27	43.34
	255	0.04	20.33	12615.73	43.34
	256	0.04	20.36	12719.41	43.36
	258	0.04	20.37	12798.71	43.36
	259	0.04	20.38	12813.16	43.36
	4747	0.04	20.35	12705.48	43.36
	4748	0.04	14.14	8691.58	30.19
	5963	0.04	14.14	8675.57	30.19
	6022	0.04	14.13	8631.91	30.19
	6024	0.04	14.14	8676.18	30.19
	6026	0.04	20.32	12565.66	43.34
	6090	0.04	14.13	8650.04	30.19
	219	0.04	14.14	8666.62	30.19
	136636	0.04	14.14	8670.75	30.19
	136651	0.04	14.13	8640.29	30.19

	222	0.04	20.37	12784.10	43.36
	86766	0.04	20.37	12784.11	43.36
	239	0.04	20.37	12804.34	43.36
	241	0.04	20.37	12776.27	43.36
	243	0.04	20.37	12783.74	43.36
	146939	0.04	20.32	12597.77	43.34
	381	0.04	14.13	8637.28	30.19
	137408	0.04	13.67	8321.67	29.23
10:30	259	0.04	20.39	12819.04	43.38
	253	0.04	20.33	12603.84	43.36
	254	0.04	20.34	12617.94	43.36
	255	0.04	20.34	12623.29	43.36
	256	0.04	20.37	12725.45	43.38
	258	0.04	20.38	12804.58	43.38
	259	0.04	20.39	12819.04	43.38
	146093	0.04	20.28	12415.03	43.33
	4747	0.04	20.36	12711.31	43.38
	4748	0.04	20.30	12470.90	43.33
	5963	0.04	20.28	12411.57	43.33
	6022	0.04	14.12	8565.18	30.19
	6024	0.04	20.28	12416.78	43.33
	6026	0.04	20.33	12570.67	43.36
	6090	0.04	15.17	9228.33	32.44
	219	0.04	20.28	12382.37	43.33
	136636	0.04	20.28	12396.84	43.33
	136651	0.04	14.12	8572.83	30.19
	222	0.04	20.38	12789.92	43.38

	86766	0.04	20.38	12789.92	43.38
	239	0.04	20.38	12810.21	43.38
	241	0.04	20.38	12782.19	43.38
	243	0.04	20.38	12789.60	43.38
	146939	0.04	20.33	12604.56	43.36
	381	0.04	14.12	8570.08	30.19
	137408	0.04	14.11	8528.28	30.19
	143042	0.04	14.10	8502.24	30.19
	137981	0.04	14.10	8496.20	30.19
	137854	0.04	7.43	4478.55	15.91
	307	0.04	14.12	8561.61	30.20
11:00	259	0.04	20.39	12824.95	43.40
	253	0.04	20.34	12609.69	43.38
	254	0.04	20.34	12623.74	43.38
	255	0.04	20.35	12629.08	43.38
	256	0.04	20.38	12731.30	43.40
	258	0.04	20.39	12810.48	43.40
	259	0.04	20.39	12824.95	43.40
	4592	0.04	20.24	12217.56	43.33
	146093	0.04	20.29	12423.37	43.36
	4747	0.04	20.37	12717.17	43.40
	4748	0.04	20.31	12477.62	43.33
	4749	0.04	14.09	8433.03	30.19
	5963	0.04	20.29	12416.47	43.36
	6022	0.04	20.25	12253.55	43.33
	6024	0.04	20.29	12421.69	43.36
	6026	0.04	20.33	12576.07	43.38

	6090	0.04	20.26	12321.80	43.33
	130024	0.04	20.25	12248.39	43.33
	130023	0.04	15.26	9177.67	32.68
	219	0.04	20.29	12386.72	43.35
	136636	0.04	20.29	12401.34	43.36
	136651	0.04	20.26	12281.90	43.33
	222	0.04	20.39	12795.80	43.40
	86766	0.04	20.39	12795.81	43.40
	239	0.04	20.39	12816.12	43.40
	241	0.04	20.39	12788.08	43.40
	243	0.04	20.39	12795.50	43.40
	146939	0.04	20.34	12610.34	43.38
	381	0.04	20.25	12270.45	43.33
	137408	0.04	14.09	8463.05	30.19
	143042	0.04	14.09	8437.06	30.19
	137981	0.04	14.09	8431.01	30.19
	137854	0.04	13.00	7761.88	27.86
	142570	0.04	7.42	4433.73	15.91
	142571	0.04	7.41	4414.41	15.89
	143891	0.04	7.42	4428.09	15.91
	387	0.04	7.25	4318.01	15.54
	307	0.04	20.26	12308.62	43.33
11:30	259	0.06	18.56	11670.59	39.50
	253	0.04	20.35	12627.91	43.40
	254	0.04	20.36	12641.79	43.40
	255	0.04	20.36	12647.60	43.40
	256	0.06	18.54	11559.76	39.49

258	0.06	18.56	11653.17	39.50
259	0.06	18.56	11670.59	39.50
4580	0.04	15.56	9263.02	33.38
4587	0.04	19.76	11774.38	42.38
4590	0.04	0.55	324.97	1.18
4591	0.04	20.15	12006.64	43.22
4592	0.04	20.26	12236.79	43.35
146093	0.04	20.31	12440.42	43.38
4747	0.06	18.53	11552.57	39.49
4748	0.04	20.33	12517.86	43.40
4749	0.04	20.22	12116.86	43.33
5963	0.04	20.30	12430.25	43.38
6022	0.04	20.27	12283.22	43.35
6024	0.04	20.31	12435.95	43.38
6026	0.04	20.35	12590.80	43.40
6090	0.04	20.29	12361.06	43.37
130024	0.04	20.26	12267.26	43.35
130023	0.04	20.24	12184.91	43.35
219	0.04	20.30	12399.84	43.37
136636	0.04	20.30	12414.84	43.38
136651	0.04	20.27	12305.88	43.35
222	0.06	18.55	11635.53	39.50
86766	0.06	18.55	11635.52	39.50
239	0.06	18.56	11660.34	39.50
241	0.06	18.55	11626.76	39.50
243	0.06	18.55	11636.98	39.50
146939	0.04	20.36	12645.24	43.40

	381	0.04	20.26	12271.42	43.35
	137408	0.04	20.22	12108.40	43.33
	143042	0.04	19.45	11585.60	41.71
	137981	0.04	14.07	8364.36	30.19
	137854	0.04	14.07	8341.97	30.19
	142570	0.04	14.06	8322.77	30.19
	142571	0.04	9.86	5832.01	21.17
	143891	0.04	14.06	8312.46	30.19
	387	0.04	7.41	4385.85	15.91
	152517	0.04	7.41	4371.49	15.91
	143702	0.04	1.87	1099.32	4.01
	307	0.04	20.28	12341.70	43.37
12:00	207	0.04	14.03	8190.04	30.18
	253	0.05	18.51	11422.56	39.49
	254	0.05	18.51	11439.03	39.49
	255	0.05	18.51	11445.98	39.49
	4580	0.04	20.21	12040.87	43.34
	4587	0.04	20.22	12055.24	43.35
	4590	0.04	20.19	11992.10	43.32
	4591	0.04	20.22	12055.48	43.35
	4592	0.04	20.27	12253.55	43.37
	146093	0.04	20.32	12457.92	43.40
	4606	0.04	17.06	10049.18	36.63
	4607	0.04	18.84	11106.32	40.47
	4748	0.05	18.48	11306.60	39.49
	4749	0.04	20.24	12150.25	43.35
	5963	0.04	20.32	12445.21	43.40

	6022	0.04	20.28	12296.92	43.37
	6024	0.04	20.32	12450.75	43.40
	6026	0.05	18.50	11378.32	39.49
	6090	0.04	20.30	12381.44	43.39
	130024	0.04	20.27	12284.05	43.37
	130023	0.04	20.26	12202.35	12202.35
	219	0.04	20.31	12414.61	43.40
	136636	0.04	20.31	12429.24	43.40
	136651	0.04	20.28	12319.70	43.37
	146939	0.05	18.51	11443.75	39.49
	381	0.04	20.27	12285.04	43.37
	137408	0.04	20.23	12107.89	43.35
	143042	0.04	20.20	12024.15	43.33
	137981	0.04	20.19	11978.99	43.32
	137854	0.04	17.27	10208.45	37.08
	142570	0.04	17.26	10160.53	37.08
	142571	0.04	14.05	8240.08	30.19
	143891	0.04	14.07	8260.64	30.23
	387	0.04	14.04	8233.38	30.19
	152517	0.04	10.33	6043.36	22.20
	143702	0.04	7.40	4331.34	15.91
	307	0.04	20.30	12359.29	43.39
12:30	207	0.04	20.14	11755.81	43.32
	208	0.04	14.02	8138.71	30.18
	253	0.05	16.85	10260.78	36.02
	254	0.05	0.22	131.76	0.46
	4580	0.04	20.16	11828.17	43.32

4587	0.04	20.15	11816.18	43.32	
4590	0.04	19.74	11519.70	42.46	
4591	0.04	20.19	11917.53	43.34	
4592	0.04	20.24	12114.62	43.37	
146093	0.04	20.29	12320.97	43.39	
4749	0.04	20.26	12185.83	43.38	
6022	0.04	20.15	12248.42	43.09	
6090	0.05	18.44	11117.49	39.49	
130024	0.04	20.24	12149.03	43.37	
130023	0.04	20.23	12060.36	43.37	
136651	0.04	18.46	11178.91	39.49	
137498	0.04	20.28	12294.10	43.39	
137580	0.04	0.0	1.13	0.0	
381	0.05	8.64	5264.04	18.47	
137408	0.04	20.28	12296.70	43.39	
143042	0.04	20.24	12106.13	43.37	
137981	0.04	20.25	12153.06	43.37	
137854	0.04	20.22	12059.04	43.36	
142570	0.04	20.20	11978.57	43.35	
142571	0.04	17.58	10318.33	37.77	
143891	0.04	20.19	11937.52	43.34	
387	0.04	20.17	11882.97	43.33	
152517	0.04	14.49	8426.56	31.19	
143702	0.04	14.02	8132.61	30.18	
307	0.04	20.29	12310.19	43.39	
13:00	207	0.04	20.16	11787.78	43.34
	208	0.04	20.13	11694.19	43.32

	4580	0.03	13.72	7874.30	29.57
	4587	0.03	3.40	1948.01	7.34
	4591	0.04	20.16	11775.98	43.34
	4592	0.04	20.21	11974.91	43.37
	146093	0.04	19.77	11891.82	42.35
	4749	0.04	18.42	11014.05	39.48
	130024	0.04	20.21	12011.13	43.37
	130023	0.04	20.20	11920.01	43.36
	137580	0.05	18.42	11026.07	39.48
	143042	0.05	18.29	10945.85	39.19
	137981	0.06	0.10	57.48	0.21
	137854	0.05	9.60	5752.80	20.56
	142570	0.05	19.27	11484.29	41.32
	142571	0.04	20.21	11989.43	43.37
	143891	0.04	19.26	11454.31	41.31
	387	0.04	20.23	12057.41	43.37
	152517	0.04	20.16	11804.69	43.34
	143702	0.04	19.91	11581.24	42.85
	307	0.04	20.24	12164.81	43.35
13:30	207	0.04	20.17	11818.33	43.36
	208	0.04	20.14	11725.23	43.34
	209	0.03	13.98	7932.94	30.18
	4591	0.04	20.12	11638.30	43.34
	4592	0.04	20.18	11841.72	43.36
	146093	0.04	18.43	10966.42	39.52
	130024	0.04	20.19	11877.29	43.36
	130023	0.04	20.17	11783.69	43.36

	142089	0.04	20.22	11990.46	43.39
	142571	0.06	8.64	5059.28	18.57
	387	0.06	8.61	5064.74	18.50
	152517	0.04	19.22	11283.98	41.31
	143702	0.04	20.19	11877.50	43.37
	142079	0.03	7.37	4176.01	15.91
	307	0.04	18.60	11074.94	39.89
14:00	207	0.04	20.19	11849.33	43.38
	208	0.04	20.17	11761.24	43.38
	209	0.03	20.06	11393.54	43.31
	4578	0.03	20.06	11380.31	43.31
	4591	0.03	20.10	11509.32	43.34
	4592	0.04	20.15	11712.57	43.36
	146093	0.05	18.32	10560.24	39.47
	130024	0.04	20.16	11748.91	43.37
	130023	0.04	20.14	11650.93	43.36
	139073	0.04	20.12	11613.15	43.35
	137361	0.04	20.14	11683.23	43.36
	152517	0.07	0.03	16.10	0.06
	143702	0.06	8.61	4956.77	18.56
	392	0.03	7.36	4135.89	15.91
	143044	0.03	7.36	4136.63	15.91
	142079	0.03	13.96	7843.21	30.18
	307	0.04	18.35	10711.13	39.48
14:30	207	0.05	18.30	10479.82	39.47
	208	0.05	18.28	10387.76	39.47
	209	0.03	20.08	11446.46	43.33

	212	0.03	13.94	7766.06	30.17
	4578	0.03	20.06	11365.10	43.33
	4591	0.03	20.07	11378.90	43.33
	4592	0.04	20.12	11586.45	43.36
	146093	0.05	18.28	10381.83	39.47
	130024	0.04	20.14	11624.59	43.38
	130023	0.03	20.11	11521.24	43.36
	392	0.03	13.94	7772.68	30.17
	143044	0.03	13.94	7774.62	30.17
	142079	0.03	17.11	9576.41	37.01
	307	0.05	18.28	10373.13	39.47
15:00	209	0.03	20.11	11504.68	43.38
	212	0.03	20.01	11176.99	43.30
	214	0.03	14.55	8067.48	31.52
	220	0.03	13.91	7661.29	30.17
	221	0.03	13.92	7672.67	30.17
	4578	0.03	20.00	11139.16	43.30
	4591	0.03	20.04	11256.41	43.33
	4592	0.03	20.09	11462.56	43.35
	146093	0.05	18.25	10234.34	39.47
	4600	0.03	20.12	11553.50	43.38
	4604	0.05	16.18	9132.72	34.95
	4612	0.03	3.84	2114.80	8.33
	130024	0.03	20.11	11505.92	43.38
	130023	0.03	20.08	11399.51	43.35
	377	0.04	18.67	10729.80	40.25
	392	0.03	18.44	10300.62	39.90

	143044	0.03	19.89	11119.28	43.05
	142079	0.03	20.06	11344.05	43.34
	307	0.05	18.25	10223.48	39.47
15:30	209	0.05	18.21	10080.23	39.46
	212	0.03	20.04	11244.63	43.35
	214	0.03	20.01	11143.21	43.33
	220	0.03	19.98	11031.46	43.30
	221	0.03	19.98	11050.76	43.30
	223	0.03	4.42	2409.74	9.61
	4591	0.03	20.01	11132.76	43.33
	4592	0.03	20.07	11349.51	43.36
	146093	0.05	18.21	10090.91	39.46
	4606	0.05	18.21	10072.94	39.46
	4607	0.05	18.21	10076.97	39.46
	130024	0.03	20.08	11384.94	43.37
	130023	0.03	20.05	11277.01	43.35
	135437	0.03	15.30	8406.83	33.18
	392	0.03	19.90	11283.08	42.97
	143044	0.04	19.36	10959.75	41.83
	142079	0.05	9.09	5072.41	19.67
	307	0.05	18.21	10080.38	39.46
16:00	212	0.03	20.07	11307.03	43.37
	214	0.03	20.03	11204.44	43.35
	218	0.03	13.89	7547.49	30.17
	220	0.03	20.00	11094.31	43.33
	221	0.03	20.01	11116.97	43.35
	223	0.03	19.94	10881.01	43.30

	240	0.03	0.03	18.63	0.08
	4570	0.03	19.95	10905.54	43.30
	4576	0.03	0.43	230.18	0.93
	4580	0.03	19.86	10987.72	43.04
	4586	0.03	20.02	11158.23	43.35
	4587	0.03	20.03	11182.13	43.35
	4590	0.05	16.37	8979.04	35.52
	4591	0.03	19.98	11016.26	43.32
	4592	0.03	20.05	11235.02	43.37
	146093	0.05	18.18	9947.33	39.46
	130024	0.03	20.06	11271.21	43.37
	130023	0.03	20.02	11157.42	43.35
	70855	0.03	4.12	2224.93	8.95
	224	0.03	17.67	9671.20	38.34
	135437	0.03	19.96	10967.48	43.30
	307	0.05	18.18	9941.12	39.46
16:30	212	0.05	11.74	6356.34	25.51
	214	0.05	18.13	9736.52	39.45
	218	0.03	19.95	10895.93	43.32
	220	0.03	20.03	11168.44	43.37
	221	0.03	20.04	11188.42	43.37
	223	0.03	19.97	10949.77	43.32
	225	0.03	13.86	7436.15	30.17
	227	0.03	13.42	7182.04	29.22
	240	0.03	19.91	10762.13	43.29
	4570	0.03	19.94	10854.31	43.30
	4576	0.06	0.0	0.51	0.0

	4591	0.03	19.96	10898.93	43.32
	4592	0.03	20.02	11125.70	43.37
	146093	0.05	18.15	9811.52	39.46
	4766	0.03	18.38	9918.39	39.97
	130024	0.03	20.03	11161.22	43.37
	130023	0.03	20.00	11042.48	43.34
	135437	0.03	19.92	10803.64	43.30
	235	0.03	14.06	7576.11	30.58
	307	0.05	18.15	9805.83	39.46
17:00	218	0.03	19.98	10964.48	43.34
	220	0.05	17.86	9537.19	38.91
	221	0.05	4.99	2664.83	10.86
	223	0.03	20.00	11024.12	43.36
	225	0.03	19.90	10718.36	43.29
	227	0.03	19.89	10681.84	43.29
	234	0.03	13.85	7376.64	30.17
	240	0.03	19.94	10830.47	43.32
	244	0.03	13.85	7372.94	30.17
	4570	0.03	19.08	10209.28	41.54
	4574	0.05	18.11	9644.62	39.47
	4584	0.03	19.44	10514.24	42.26
	4591	0.03	19.93	10788.53	43.32
	4592	0.03	20.00	11018.94	43.36
	146093	0.05	9.61	5137.77	20.93
	4766	0.03	19.93	10811.27	43.32
	130024	0.03	20.01	11047.92	43.36
	130023	0.03	19.97	10933.65	43.34

	226	0.03	19.86	11006.43	43.03
	143448	0.03	20.00	11037.31	43.36
	235	0.03	19.91	10731.03	43.29
	307	0.05	18.12	9675.66	39.45
17:30	216	0.03	13.83	7288.28	30.16
	218	0.05	18.06	9448.65	39.45
	223	0.05	18.07	9488.58	39.45
	225	0.03	19.94	10779.48	43.34
	227	0.03	19.92	10737.69	43.32
	234	0.03	19.88	10627.65	43.30
	240	0.03	19.97	10893.35	43.36
	244	0.03	19.88	10621.01	43.29
	4552	0.03	4.36	2295.95	9.52
	4591	0.03	19.90	10677.13	43.32
	4592	0.03	19.97	10909.17	43.36
	4612	0.03	0.06	30.44	0.13
	4766	0.03	19.96	10872.00	43.36
	130024	0.03	19.98	10943.48	43.36
	130023	0.03	19.95	10826.24	43.34
	235	0.03	19.87	10588.73	43.29
	139582	0.03	13.78	7274.56	30.05
	237	0.03	19.87	10559.95	43.29
	379	0.03	16.64	8833.40	36.27
	385	0.03	13.82	7283.78	30.16
18:00	216	0.03	19.85	10495.83	43.29
	225	0.03	19.96	10835.91	43.36
	227	0.03	19.95	10798.01	43.36

	232	0.03	0.50	260.50	1.09
	234	0.03	19.91	10685.98	43.34
	240	0.05	18.03	9332.84	39.44
	244	0.03	19.91	10680.57	43.34
	4552	0.03	19.85	10493.35	43.29
	4571	0.05	17.36	9012.24	37.96
	4578	0.03	19.90	10652.67	43.31
	4591	0.03	19.88	10572.76	43.31
	4592	0.03	19.95	10807.87	43.36
	4612	0.05	0.97	498.93	2.13
	4766	0.05	18.03	9312.67	39.44
	6266	0.03	13.80	7222.83	30.13
	130024	0.03	19.96	10835.44	43.36
	130023	0.03	19.92	10722.21	43.34
	228	0.05	17.94	9304.80	39.22
	139582	0.03	19.85	10506.73	43.29
	237	0.03	19.87	10537.85	43.31
	385	0.03	13.82	7249.83	30.16
18:30	216	0.03	19.86	10511.00	43.31
	225	0.04	18.00	9217.06	39.44
	227	0.04	17.99	9178.94	39.44
	232	0.03	13.80	7175.56	30.16
	234	0.03	19.93	10706.88	43.36
	244	0.03	19.92	10697.02	43.36
	4552	0.03	19.84	10425.69	43.30
	4578	0.06	0.05	25.34	0.11
	4582	0.03	19.93	10720.72	43.36

	4591	0.03	19.85	10466.95	43.31
	4592	0.03	19.93	10702.97	43.36
	72538	0.03	13.79	7153.97	30.16
	6266	0.03	19.82	10394.17	43.29
	130024	0.03	19.93	10734.19	43.36
	130023	0.03	19.90	10620.70	43.33
	139582	0.03	19.82	10385.68	43.29
	237	0.03	19.81	10338.44	43.28
	385	0.03	19.82	10377.34	43.29
19:00	216	0.03	19.88	10526.93	43.33
	232	0.03	19.80	10302.31	43.28
	234	0.04	17.97	9066.72	39.44
	244	0.04	17.96	9050.33	39.44
	4548	0.03	1.36	699.24	2.98
	4550	0.03	15.53	8021.10	33.97
	4552	0.03	19.79	10263.73	43.28
	4568	0.03	0.0	0.45	0.0
	4591	0.03	19.83	10367.78	43.31
	4592	0.03	19.90	10602.79	43.35
	72538	0.03	19.79	10265.81	43.28
	6266	0.03	19.12	9882.22	41.83
	130024	0.03	19.91	10635.29	43.35
	130023	0.03	19.87	10520.18	43.33
	206	0.03	18.99	10101.67	41.38
	139582	0.03	0.03	14.50	0.06
	385	0.03	19.83	10370.73	43.31
19:30	216	0.03	19.88	10518.06	43.34

	232	0.03	19.81	10298.82	43.31
	4548	0.03	19.76	10145.04	43.28
	4550	0.03	19.77	10173.73	43.28
	4552	0.03	13.72	7011.16	30.08
	4568	0.03	18.86	9900.58	41.17
	4591	0.03	19.80	10267.20	43.31
	4592	0.03	19.88	10503.25	43.35
	72538	0.03	19.80	10264.03	43.31
	130024	0.03	18.76	9944.45	40.91
	130023	0.03	19.85	10424.74	43.33
	136988	0.03	12.93	6587.87	28.34
	385	0.03	19.86	10438.12	43.34
20:00	216	0.04	17.90	8818.32	39.43
	232	0.03	19.82	10295.38	43.33
	238	0.03	13.74	6958.97	30.15
	4548	0.03	19.75	10103.73	43.28
	4550	0.03	19.77	10137.35	43.30
	4591	0.03	19.78	10172.34	43.30
	4592	0.03	19.85	10406.89	43.35
	72538	0.03	19.81	10258.34	43.33
	5846	0.03	0.40	199.65	0.87
	130024	0.03	18.05	9401.09	39.45
	130023	0.03	19.83	10331.86	43.34
	217	0.03	13.72	6923.70	30.11
	136988	0.04	17.90	8795.83	39.43
	385	0.04	16.17	7991.47	35.59
20:30	216	0.05	0.02	9.75	0.04

	232	0.03	19.82	10267.63	43.35
	238	0.03	19.71	9955.20	43.27
	4548	0.03	17.99	9150.72	39.44
	4550	0.03	19.74	10026.34	43.28
	4581	0.03	19.70	10074.54	43.17
	4591	0.03	19.76	10076.68	43.30
	4592	0.03	19.83	10311.69	43.35
	72538	0.03	19.80	10225.50	43.33
	5846	0.03	13.73	6888.13	30.15
	130024	0.04	17.91	8839.32	39.43
	130023	0.03	19.81	10238.91	43.34
	217	0.03	13.73	6910.26	30.16
	135437	0.03	19.80	10226.76	43.33
21:00	232	0.03	18.87	9738.50	41.28
	238	0.03	19.71	9920.05	43.27
	4548	0.03	19.71	9926.00	43.27
	4550	0.03	19.70	9904.20	43.27
	4566	0.03	16.12	8082.26	35.41
	4570	0.03	19.18	9696.22	42.09
	4581	0.04	17.87	8672.00	39.46
	4591	0.03	19.73	9983.39	43.30
	4592	0.03	19.81	10218.32	43.34
	72538	0.03	19.80	10194.01	43.34
	5846	0.03	16.38	8190.54	36.00
	5964	0.03	13.70	6803.17	30.15
	130024	0.04	17.83	8539.00	39.42
	130023	0.03	19.79	10148.22	43.34

	217	0.03	19.70	9885.92	43.27
	135437	0.03	15.33	7386.50	33.87
21:30	232	0.04	17.80	8439.86	39.42
	238	0.03	19.70	9871.37	43.30
	4548	0.03	17.35	8655.46	38.14
	4550	0.03	19.67	9794.29	43.27
	4566	0.03	19.77	10104.34	43.31
	4570	0.03	19.56	9998.48	42.85
	4581	0.05	0.81	376.38	1.80
	4591	0.03	19.71	9895.09	43.30
	4592	0.03	19.70	10086.87	43.16
	72538	0.03	18.45	9439.06	40.42
	5846	0.03	19.67	9796.01	43.27
	5850	0.03	6.04	2974.50	13.30
	5964	0.03	13.69	6754.18	30.15
	130024	0.04	17.80	8423.59	39.42
	130023	0.03	19.77	10058.47	43.34
	217	0.03	19.68	9834.91	43.27
	235	0.03	19.75	10017.15	43.32
22:00	215	0.03	9.88	4830.90	21.79
	232	0.04	17.77	8367.58	39.40
	238	0.03	19.69	9817.13	43.29
	4548	0.02	15.85	7835.30	34.90
	4550	0.03	19.65	9689.59	43.27
	4566	0.04	14.14	6653.00	31.35
	4570	0.04	16.73	7872.62	37.09
	4591	0.03	19.69	9806.27	43.29

	4592	0.03	19.15	9726.18	41.99
	72538	0.04	17.77	8329.18	39.42
	5846	0.03	19.66	9749.83	43.27
	5850	0.03	13.68	6702.50	30.15
	5852	0.03	0.28	138.49	0.62
	5964	0.03	13.68	6705.87	30.15
	130024	0.04	17.77	8320.23	39.42
	130023	0.03	19.74	9969.74	43.34
	217	0.03	19.68	9787.76	43.29
	235	0.04	17.12	8057.13	37.97
	237	0.03	6.97	3419.68	15.37
22:30	215	0.03	13.66	6648.64	30.15
	232	0.05	0.0	0.23	0.0
	238	0.03	19.68	9761.06	43.30
	4548	0.02	15.82	7747.17	34.87
	4550	0.03	15.38	7514.13	33.91
	4591	0.03	19.66	9722.74	43.29
	4592	0.03	18.15	9149.33	39.85
	72538	0.04	17.75	8262.22	39.42
	5846	0.03	19.66	9706.95	43.29
	5850	0.03	13.67	6667.58	30.15
	5852	0.03	13.66	6639.26	30.15
	5964	0.03	13.67	6658.45	30.15
	130024	0.04	17.74	8218.91	39.41
	130023	0.03	19.72	9886.17	43.34
	217	0.03	19.67	9733.97	43.29
	139582	0.03	19.69	9804.62	43.31

	237	0.03	19.51	9811.15	42.84
23:00	215	0.03	13.65	6613.54	30.15
	238	0.03	19.67	9710.80	43.31
	4548	0.02	15.19	7374.99	33.54
	4550	0.02	1.70	818.80	3.74
	4591	0.03	19.64	9638.15	43.29
	4592	0.03	17.91	8850.57	39.43
	5846	0.03	19.65	9659.51	43.29
	5850	0.03	19.59	9517.11	43.25
	5852	0.03	13.65	6604.93	30.15
	5964	0.03	13.65	6611.85	30.15
	130024	0.04	17.71	8118.48	39.41
	130023	0.03	19.70	9799.92	43.33
	217	0.03	19.65	9627.65	43.31
	139582	0.04	17.59	8081.94	39.12
	237	0.05	0.85	374.53	1.89
23:30	215	0.03	19.58	9444.23	43.26
	238	0.03	19.65	9653.97	43.31
	4548	0.02	8.28	3970.60	18.31
	4564	0.03	19.62	9591.74	43.26
	4591	0.03	19.62	9559.18	43.29
	4592	0.03	17.76	8282.36	39.42
	5846	0.03	19.65	9620.42	43.31
	5850	0.03	19.59	9475.62	43.26
	5852	0.03	18.14	8737.15	40.08
	5964	0.03	13.91	6697.00	30.73
	130024	0.04	17.68	8024.09	39.41

	130023	0.03	19.68	19.68	43.33
	217	0.03	19.65	9627.65	43.31
24:00:00	215	0.03	19.57	9402.32	43.26
	238	0.03	19.65	9602.54	43.32
	4564	0.03	18.03	8500.16	39.95
	4591	0.03	19.60	9478.57	43.29
	4592	0.04	17.67	7954.49	39.41
	5846	0.03	19.63	9573.57	43.31
	5850	0.03	19.59	9436.99	43.28
	5852	0.02	19.57	9388.07	43.26
	5964	0.02	19.57	9382.20	43.26
	130024	0.04	17.66	7928.45	39.41
	130023	0.03	19.66	9639.71	43.33
	217	0.03	19.63	9574.13	43.31
24:30:00	215	0.02	19.57	9365.93	43.28
	238	0.03	19.63	9546.67	43.33
	4558	0.02	8.58	4061.45	19.02
	4564	0.05	0.27	114.18	0.61
	4591	0.03	19.58	9402.96	43.28
	4592	0.04	17.62	7806.43	39.40
	5846	0.03	19.63	9534.92	43.33
	5850	0.02	19.58	9395.62	43.28
	5852	0.02	19.56	9348.29	43.27
	5854	0.02	13.00	6132.64	28.81
	5964	0.02	19.55	9338.60	43.26
	130024	0.04	17.63	7837.74	39.40
	130023	0.03	19.64	19.64	43.33

	217	0.03	19.63	9523.84	43.32
25:00:00	215	0.02	19.56	9322.19	43.28
	238	0.03	19.62	9493.83	43.33
	4554	0.02	0.11	52.30	0.25
	4556	0.02	19.58	9386.93	43.30
	4558	0.03	19.62	9484.29	43.32
	4591	0.02	19.56	9326.11	43.28
	4592	0.04	17.60	7717.69	39.40
	5846	0.03	19.62	9491.09	43.33
	5850	0.02	19.57	9355.46	43.29
	5852	0.02	19.55	9310.38	43.28
	5854	0.02	13.59	6384.11	30.14
	5964	0.02	19.55	9303.68	43.28
	130024	0.04	17.61	7750.26	39.40
	130023	0.03	19.62	9484.24	43.33
	217	0.03	19.61	9469.75	43.32
	363	0.02	12.79	5990.21	28.37
25:30:00	215	0.02	19.55	9286.02	43.30
	238	0.03	18.67	8982.78	41.26
	4554	0.02	19.57	9338.55	43.30
	4556	0.03	17.68	7859.23	39.51
	4558	0.04	17.25	7516.10	38.65
	4591	0.02	19.54	9253.15	43.28
	4592	0.04	17.57	7632.05	39.40
	5846	0.03	18.07	8652.99	39.95
	5850	0.02	19.56	9317.17	43.30
	5852	0.02	19.54	9269.38	43.28

	5854	0.02	13.61	6367.17	30.20
	5964	0.02	19.54	9257.27	43.28
	130024	0.04	17.58	7661.27	39.40
	130023	0.02	19.60	9409.43	43.32
	217	0.03	19.60	9417.58	43.32
	363	0.02	13.58	6334.00	30.14
26:00:00	215	0.02	19.55	9245.26	43.30
	238	0.03	17.55	7558.26	39.39
	4554	0.03	17.58	7623.23	39.42
	4556	0.05	0.03	10.28	0.06
	4591	0.02	19.52	9179.82	43.28
	4592	0.03	17.55	7548.85	39.39
	5846	0.03	17.55	7551.32	39.39
	5850	0.02	19.55	9276.31	43.30
	5852	0.02	19.54	9232.78	43.30
	5854	0.02	19.48	9077.98	43.25
	5964	0.02	19.54	9220.91	43.30
	130024	0.04	17.56	7578.76	39.39
	130023	0.02	19.58	9337.07	43.32
	217	0.03	18.37	8764.51	40.65
	363	0.02	13.60	6317.87	30.20
26:30:00	215	0.02	19.54	9206.58	43.30
	231	0.02	8.45	3879.59	18.80
	238	0.03	17.52	7472.43	39.39
	4554	0.04	0.0	1.10	0.01
	4591	0.02	19.50	9110.23	43.28
	4592	0.03	17.52	7466.68	39.39

	5846	0.03	17.52	7492.36	39.37
	5850	0.02	19.55	9238.69	43.32
	5852	0.02	19.53	9192.45	43.30
	5854	0.02	19.47	9040.58	43.25
	5964	0.02	19.53	9174.78	43.30
	6266	0.02	15.27	7056.50	33.93
	130024	0.03	17.53	7495.42	39.39
	130023	0.02	19.56	9264.01	43.32
	217	0.03	17.52	7456.42	39.39
	363	0.02	19.46	9007.11	43.25
27:00:00	215	0.02	19.53	9170.94	43.32
	231	0.02	13.54	6187.30	30.13
	238	0.03	17.49	7405.16	39.36
	4591	0.02	19.48	9040.23	43.27
	4592	0.03	17.50	17.50	39.39
	5850	0.02	19.54	9198.81	43.31
	5852	0.02	19.53	9158.32	43.32
	5854	0.02	19.47	9007.83	43.27
	5964	0.02	19.51	9134.33	43.30
	6266	0.02	19.54	9180.61	43.32
	130024	0.03	17.51	7416.59	39.39
	130023	0.02	19.54	9193.94	43.32
	217	0.03	17.50	7390.84	39.39
	229	0.02	11.73	5374.00	26.09
	363	0.02	19.45	8968.58	43.25
	365	0.02	12.07	5506.70	26.87
27:30:00	215	0.02	18.14	8463.67	40.27

	231	0.02	14.02	6392.22	31.23
	4591	0.02	19.46	8974.69	43.27
	4592	0.03	17.47	7311.24	39.39
	5850	0.03	17.47	7292.89	39.39
	5852	0.02	19.49	9117.12	43.25
	5854	0.02	19.46	8982.15	43.27
	5964	0.02	19.52	9106.98	43.31
	6266	0.02	13.63	5705.89	30.71
	130024	0.03	9.55	4006.94	21.50
	130023	0.02	19.52	9128.44	43.32
	217	0.03	12.59	5281.79	28.36
	229	0.02	19.34	9039.46	42.92
	145697	0.02	19.51	9088.90	43.31
	363	0.02	19.46	8950.82	43.27
	365	0.02	13.53	6153.20	30.13
28:00:00	215	0.03	17.45	7229.51	39.38
	231	0.02	19.41	8824.39	43.24
	4552	0.02	9.52	4303.01	21.22
	4591	0.02	19.44	8907.85	43.27
	4592	0.03	17.45	7237.09	39.38
	5850	0.03	16.64	6917.09	37.55
	5852	0.02	17.45	7217.02	39.38
	5854	0.02	19.47	8961.74	43.29
	5964	0.03	17.45	7245.60	39.38
	130023	0.02	19.50	9063.11	43.31
	229	0.03	11.02	4572.48	24.87
	145697	0.03	17.44	7252.36	39.34

	363	0.02	19.45	8927.05	43.28
	365	0.02	19.39	8794.87	43.21
28:30:00	215	0.04	0.01	2.20	0.01
	231	0.02	19.42	8811.97	43.27
	4552	0.03	17.48	7290.00	39.43
	4591	0.02	19.43	8842.56	43.27
	4592	0.03	17.43	7164.20	39.38
	5852	0.02	5.41	2225.08	12.22
	5854	0.02	19.47	8947.49	43.31
	130023	0.02	19.02	8783.67	42.27
	229	0.04	1.40	629.32	3.12
	145697	0.04	2.02	915.10	4.49
	363	0.02	19.45	8910.85	43.29
	365	0.02	19.40	8784.73	43.24
29:00:00	231	0.02	19.42	8796.20	43.27
	4591	0.02	19.41	8781.73	43.27
	4592	0.03	17.41	7093.67	39.38
	5854	0.02	19.24	8826.84	42.81
	130023	0.02	17.90	8215.65	39.82
	229	0.05	0.20	89.99	0.45
	145697	0.05	0.23	102.61	0.51
	363	0.02	19.46	8897.36	43.31
	365	0.02	19.41	8772.03	43.27
29:30:00	231	0.02	19.42	8794.58	43.29
	242	0.02	13.47	5961.35	30.12
	4591	0.02	19.39	8719.34	43.26
	4592	0.03	17.39	7028.38	39.38

	5854	0.03	17.38	7012.19	39.38
	130023	0.02	17.65	7913.65	39.41
	363	0.03	17.37	6985.97	39.38
	365	0.02	19.41	8770.10	43.29
30:00:00	231	0.02	19.40	8783.75	43.25
	242	0.02	13.50	5964.10	30.19
	4550	0.02	2.87	1265.93	6.42
	4591	0.02	19.37	8660.40	43.26
	4592	0.03	2.28	913.08	5.17
	130023	0.03	17.40	7060.28	39.38
	363	0.03	2.49	992.63	5.65
	365	0.02	19.42	8771.36	43.30
30:30:00	231	0.03	16.25	6451.52	36.90
	242	0.02	19.33	8542.34	43.24
	246	0.02	13.13	5742.16	29.41
	4548	0.02	17.89	7649.86	40.20
	4550	0.04	0.11	39.33	0.25
	4591	0.02	19.36	8600.76	43.26
	5848	0.02	13.45	5897.30	30.12
	5978	0.02	2.19	958.04	4.91
	130023	0.03	17.33	6840.85	39.37
	365	0.03	17.33	6862.17	39.37
31:00:00	242	0.02	19.35	8555.77	43.27
	246	0.02	18.79	8215.62	42.08
	4591	0.02	19.34	8543.70	43.26
	5848	0.02	19.31	8468.34	43.23
	5978	0.02	14.45	6316.16	32.38

	130023	0.03	17.31	6779.88	39.37
31:30:00	242	0.02	19.37	8578.56	43.30
	246	0.02	19.32	8461.80	43.26
	1458	0.02	0.06	26.19	0.14
	4591	0.02	19.32	8486.65	43.26
	5848	0.02	19.33	8494.42	43.26
	5978	0.02	19.31	8456.78	43.26
	130023	0.03	17.28	6717.94	39.37
	1414456	0.02	19.30	8458.78	43.21
32:00:00	242	0.02	17.27	6659.79	39.36
	246	0.02	19.33	8485.52	43.28
	247	0.02	6.70	2882.72	15.05
	1458	0.02	19.27	8352.94	43.23
	4560	0.03	17.28	6691.63	39.37
	4591	0.02	19.31	8432.61	43.26
	5848	0.02	19.35	8522.00	43.30
	5978	0.02	19.33	8480.74	43.28
	130023	0.03	17.27	6660.52	39.36
32:30:00	246	0.02	19.18	8426.47	42.93
	247	0.02	18.04	7757.36	40.51
	1458	0.02	17.56	7606.33	39.39
	4591	0.02	19.29	8378.03	43.25
	5848	0.03	17.24	6589.74	39.36
	5978	0.02	19.33	8489.13	43.27
	130023	0.03	17.25	6604.09	39.36
33:00:00	246	0.03	16.98	6462.30	38.80
	247	0.02	19.26	8289.12	43.25

	1458	0.02	15.53	6697.79	34.87
	4591	0.02	19.28	8327.38	43.25
	5978	0.03	17.12	6511.44	39.10
	130023	0.03	17.23	6545.93	39.36
33:30:00	247	0.02	19.27	8289.31	43.27
	1458	0.01	15.55	6795.87	34.83
	4591	0.02	19.26	8275.15	43.25
	130023	0.03	17.21	6492.32	39.36
34:00:00	247	0.02	19.27	8282.85	43.28
	1458	0.02	0.1	44.09	0.23
	4591	0.02	19.25	8226.88	43.25
	130023	0.03	17.19	6438.58	39.36
34:30:00	247	0.02	19.27	8276.33	43.29
	4562	0.02	19.25	8211.43	43.27
	4591	0.02	19.23	8176.87	43.25
	130023	0.03	2.32	864.22	5.33
	98178	0.02	13.37	5606.98	30.12
35:00:00	247	0.03	17.14	6305.59	39.35
	4591	0.02	19.22	8130.11	43.25
	98178	0.02	19.18	8042.00	43.22
	98179	0.02	13.36	5573.84	30.11
35:30:00	4591	0.02	19.20	8082.19	43.25
	98178	0.02	19.19	8054.77	43.24
	98179	0.02	19.17	8000.64	43.22
36:00:00	4591	0.02	19.19	8035.31	43.25
	98178	0.02	19.21	8067.31	43.26
	98179	0.02	19.18	8013.42	43.24

36:30:00	4591	0.02	19.18	7991.35	43.26
	4761	0.02	7.61	3124.73	17.19
	98178	0.02	19.22	8079.44	43.28
	98179	0.02	19.19	8025.54	43.26
	131753	0.01	11.22	4618.46	25.34
37:00:00	4591	0.02	19.17	7946.40	43.25
	4761	0.02	16.29	6689.07	36.81
	98178	0.02	17.07	6110.40	39.34
	98179	0.02	19.08	7985.81	43.00
	131753	0.01	16.10	6637.80	36.36
37:30:00	1458	0.02	2.50	1018.32	5.64
	4591	0.02	19.15	7904.90	43.26
	4761	0.02	19.13	7864.22	43.24
	98179	0.02	16.17	5750.53	37.30
38:00:00	1457	0.02	19.10	7777.91	43.21
	1458	0.03	0.39	125.94	0.92
	4591	0.02	19.14	7861.80	43.26
	4761	0.02	19.15	7875.55	43.26
	369	0.02	18.91	7698.90	42.79
	372	0.02	16.82	6845.54	38.06
38:30:00	1457	0.02	17.40	7088.37	39.37
	4591	0.02	19.13	7822.31	43.26
	4761	0.02	19.16	7895.00	43.28
	369	0.02	18.46	7507.42	41.76
	372	0.02	19.06	7748.59	43.13
39:00:00	1457	0.02	15.69	6381.34	35.52
	4591	0.02	19.12	7780.98	43.25

	4761	0.02	16.22	5647.75	37.51
	369	0.02	16.83	6826.25	38.09
	372	0.02	17.00	6893.79	38.48
39:30:00	1457	0.01	12.64	5157.27	28.60
	4591	0.02	19.10	7742.26	43.25
	369	0.01	15.09	6283.53	34.03
	372	0.01	15.36	6348.17	34.67
40:00:00	4591	0.02	19.09	7702.61	43.25
	100785	0.02	17.02	5872.99	39.42
40:30:00	4591	0.02	19.08	7664.23	43.25
	100785	0.03	0.22	74.50	0.51
41:00:00	4591	0.01	19.07	7626.35	43.25
41:30:00	4591	0.01	19.06	7591.47	43.25
42:00:00	4591	0.01	19.04	7557.97	43.25
42:30:00	1457	0.01	6.18	2417.42	14.06
	4591	0.01	19.03	7522.57	43.25
	369	0.01	0.06	22.67	0.13
	372	0.01	0.0	0.65	0.0
43:00:00	1457	0.02	1.81	555.57	4.25
	4591	0.01	19.02	7487.61	43.24
	100785	0.02	0.64	211.38	1.50
	369	0.02	15.27	5042.38	35.58
	372	0.02	16.86	5750.72	39.11
43:30:00	4591	0.01	19.01	7454.74	43.24
44:00:00	4591	0.01	19.00	7423.45	43.24
44:30:00	4591	0.01	18.99	7391.74	43.24
	367	0.01	13.71	5282.12	31.25

45:00:00	4591	0.01	18.98	7360.31	43.24
	367	0.01	18.94	7283.87	43.19
45:30:00	4591	0.01	18.97	7331.41	43.24
	367	0.01	18.93	7262.01	43.19
46:00:00	4591	0.01	18.96	7301.25	43.24
	367	0.01	18.89	7225.58	43.11
46:30:00	4591	0.01	18.95	7273.25	43.24
	367	0.01	17.58	6717.48	40.13
47:00:00	4591	0.01	18.94	7245.37	43.24
	5970	0.01	0.17	65.74	0.40
	367	0.01	18.91	7187.84	43.20
47:30:00	4591	0.01	18.93	7218.64	43.23
	5970	0.01	13.15	4953.23	30.09
	367	0.01	16.83	6389.32	38.46
48:00:00	4591	0.01	18.93	7192.72	43.24
	5970	0.01	13.15	4941.66	30.09
	367	0.01	15.26	5820.14	34.86

Vedlegg 5

Beregninger i R

Ledningsdata

Scenario 1

Ledning ID	H _{int} Min mmvs	H _{int} Max mmvs	H _{ext} Min mm	H _{ext} Mean mm	H _{ext} Max mm	A Min mm ²	A Mean mm ²	A Max mm ²	C _d	g mm/sec ²
6	-7480	4740	200	1750	6300	0	0,214	29,7	0,62	9810

Resultat Scenario 1

Giardia Partikler/l

Ledning ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
6	8,532	11100	18204	159120

Campylobacter

r Partikler/l

Ledning ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
6	420,78	3028800	5314200	46908000

Norovirus Partikler/l

Ledning ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
------------	-------------------	----------------------	--------------------	--------------------

6	9,42	6162	8472	54216
---	------	------	------	-------

Ledningsdata

Scenario 3

Ledning ID	H _{int} Min mmvs	H _{int} Max mmvs	H _{ext} Min mm	H _{ext} Mean mm	H _{ext} Max mm	A Min mm ²	A Mean mm ²	A Max mm ²	C _d	g mm/sec ²
6	-38780	-22660	200	1750	6300	0	0,214	29,7	0,62	9810
152462	-26650	-17580	200	1750	6300	0	0,642	81,18	0,62	9810
153449	-26650	-15050	200	1750	6300	0	0,749	89,1	0,62	9810
70995	-15870	1190	1310	1425	1540	0	0,856	100,98	0,62	9810
71030	-15870	-11020	1310	1315	1320	0	0,01	1,98	0,62	9810
71031	-15020	-2020	200	1750	6300	0	0,107	15,84	0,62	9810
71033	-18790	-12360	200	1750	6300	0	0,535	65,34	0,62	9810
130341	-20870	-14800	200	1750	6300	0	0,214	23,76	0,62	9810
130339	-21570	-16870	200	1750	6300	0	0,107	13,86	0,62	9810
2724	-19040	-14930	200	1750	6300	0	0,107	5,94	0,62	9810
95940	-18920	-14660	200	1750	6300	0	0,107	0,6	0,62	9810
2725	-18650	-10930	200	1750	6300	0	0,428	47,52	0,62	9810
2726	-15200	-10930	200	1750	6300	0	0,214	15,84	0,62	9810

96161	-15300	-11210	200	1750	6300	0	0,107	7,92	0,62	9810
151611	-15300	-9720	200	1750	6300	0	0,107	9,9	0,62	9810
96845	-15680	-11310	200	1750	6300	0	0,107	7,92	0,62	9810
100697	-16870	-11700	200	1750	6300	0	0,107	7,92	0,62	9810
100566	-16870	-10680	200	1750	6300	0	0,107	13,86	0,62	9810
96164	-15700	-11310	200	1750	6300	0	0,107	3,96	0,62	9810
154147	-18170	-11710	200	1750	6300	0	0,107	15,84	0,62	9810
154255	-18170	-13710	200	1750	6300	0	0,107	3,96	0,62	9810
72521	-18170	-11180	200	1750	6300	0	0,321	45,54	0,62	9810
Ledning ID	H_{int} Min mmvs	H_{int} Max mmvs	H_{ext} Min mm	H_{ext} Mean mm	H_{ext} Max mm	A Min mm²	A Mean mm²	A Max mm²	C_d	g mm/sec²
79316	-15160	-8220	200	1750	6300	0	0,642	77,22	0,62	9810
72522	-17190	-8220	1160	1750	6300	0	0,642	87,12	0,62	9810
2163	-17190	-12170	200	1750	6300	0	0,107	19,8	0,62	9810
2165	-16160	-8960	200	1750	6300	0	0,535	75,24	0,62	9810
139704	-13830	4370	200	1750	6300	0	0,107	21,78	0,62	9810
133838	-13700	-9690	200	1750	6300	0	0,107	7,92	0,62	9810

93568	-13670	-1280	200	1750	6300	0	0,642	89,1	0,62	9810
100377	-14670	6900	200	1750	6300	0	0,107	17,82	0,62	9810
2166	-12950	-3530	960	1135	1310	0	0,535	69,3	0,62	9810
140436	-2830	4370	200	1750	6300	0	0,107	3,96	0,62	9810
139703	-2810	7170	200	1750	6300	0	0,535	75,24	0,62	9810
95893	-9020	-2020	200	1750	6300	0	0,214	21,78	0,62	9810
71094	-6020	5630	200	1750	6300	0	0,214	25,74	0,62	9810
95457	-5270	-980	200	1750	6300	0	0,107	3,96	0,62	9810
93568	-5270	12970	200	1750	6300	0	0,642	89,1	0,62	9810
2167	-7520	-1850	200	1750	6300	0	0,214	21,78	0,62	9810
79105	-6810	-1850	200	1750	6300	0	0,214	25,74	0,62	9810
72680	-6930	-2820	200	1750	6300	0	0,214	31,68	0,62	9810
98181	-6930	5270	200	1750	6300	0	0,856	106,92	0,62	9810
2346	-1560	6950	1240	1295	1350	0	0,107	11,88	0,62	9810
89759	-1080	3250	900	1135	1370	0	0,107	19,8	0,62	9810
89739	-1930	3250	200	1750	6300	0	0,107	3,96	0,62	9810
89727	-750	13240	900	940	980	0	0,107	15,84	0,62	9810

Resultat Scenario 3 Giardia Partikler/min

Ledning ID	MR min	MR median	MR mean	MR maks
6	88,26	29334	43008	314160
152462	180,66	77100	112980	759600
153449	208,56	83700	120360	894000
70995	37,74	49680	79200	683400
71030	1,0506	1434,6	2088	15144
71031	6,654	9960	14808	114480
71033	91,92	54216	79200	516240
130341	13,92	21018	30144	200220
130339	12,72	12768	18318	130680
2724	11,544	5151,6	7512	50766
95940	2,5974	650,4	874,8	5153,4
2725	60,36	38154	55752	389580
2726	35,472	12390	17928	126960
96161	31,902	6360	9150	60840

Ledning ID	MR min	MR median	MR mean	MR maks
72521	26,16	35928	53370	346080
79316	82,08	55734	81360	619800
72522	59,46	66120	97200	738000
2163	15,9	16176	23478	171840
2165	176,88	56682	83100	599220
139704	10,506	10200	16680	155640
133838	17,124	5770,2	8448	56940
93568	172,08	52848	78960	565080
100377	8,64	12540	18342	125340
2166	78,42	39576	58968	437160
140436	1,2312	1161	1827,6	15918
139703	74,82	20778	33672	291780
95893	12,912	11544	17094	132540
71094	3,33	7584	12306	113880

151611	5,316	7584	10812	73260
96845	12,576	6348	9180	57564
100697	9,414	6312	9156	59886
100566	10,284	11028	15936	101880
96164	9,918	3129	4540,8	28584
154147	27,156	12618	18570	131220
154255	13,368	3377,4	4894,2	30936

95457	11,028	9786	14838	105720
93568	17,58	30702	48540	442260
2167	12,654	11274	16878	120600
79105	14,196	12558	18834	148020
72680	32,976	16698	24066	177780
98181	143,82	60780	89820	594180
2346	10,302	2994	4704	56586
89759	3,57	3422,4	5529,6	40806
89739	2,0916	1100,4	1743,6	15552
89727	14,934	2362,8	3883,8	31974

Resultat Scenario 3 Campylobacter Partikler/min

Ledning				
ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
6	7,79E+02	7,70E+06	1,26E+07	1,04E+08
152462	5,48E+03	2,06E+07	3,40E+07	2,38E+08
153449	3,04E+04	2,22E+07	3,63E+07	2,96E+08
70995	5,01E+03	1,36E+07	2,38E+07	2,10E+08

Ledning				
ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
72521	4,26E+03	9,74E+06	1,59E+07	1,22E+08
79316	8,34E+03	1,56E+07	2,49E+07	1,90E+08
72522	2,20E+04	1,76E+07	29232000	2,44E+08
2163	1927,2	4316400	7008000	55938000

71030	228,9	401460	6,46E+05	4793400
71031	1854,6	2624400	4,35E+06	35004000
71033	1,11E+04	1,47E+07	2,37E+07	1,86E+08
130341	5,77E+03	5,72E+06	9,09E+06	6,89E+07
130339	4210,2	3289200	5316600	39186000
2724	948	1371000	2207400	16236000
95940	562,68	183720	260460	1681800
2725	5,58E+03	9,97E+06	16518000	1,26E+08
2726	2392,2	3238800	5266200	40488000
96161	1327,8	1696800	2719800	19812000
151611	3931,2	1973400	3186600	26712000
96845	414,06	1694400	2727600	19428000
100697	2541	1790400	2804400	21138000
100566	4219,8	2976000	4708800	39792000
96164	963,6	870000	1365600	9882000
154147	2739,6	3472200	5666400	43998000
154255	2546,4	921000	1456800	11394000

2165	1,68E+03	1,49E+07	2,43E+07	1,99E+08
139704	670,2	2839200	5002800	55956000
133838	521,7	1536000	2539800	18288000
93568	3,24E+03	1,41E+07	2,34E+07	2,19E+08
100377	7296	3387000	5410200	47460000
2166	1,60E+04	1,09E+07	1,79E+07	1,36E+08
140436	189	304140	541980	5530800
139703	5,22E+03	5,68E+06	1,02E+07	1,04E+08
95893	2046	3244200	5290800	40932000
71094	705,6	2053800	3654000	38520000
95457	413,34	2655600	4426200	38064000
93568	2,80E+03	8,24E+06	1,48E+07	1,41E+08
2167	3,00E+03	3,01E+06	5,00E+06	3,80E+07
79105	3792	3466800	5639400	48888000
72680	3,52E+03	4,51E+06	7,40E+06	6,59E+07
98181	1,32E+04	1,66E+07	2,67E+07	2,10E+08
2346	849	811200	1440600	14514000

89759	1325,4	898800	1657800	15264000
89739	478,5	298260	520080	5339400
89727	823,8	640200	1157400	10314000

Resultat Scenario 3 Norovirus Partikler/l

Ledning				
ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
6	409,9	263700	19914	1874000
152462	588	729600	54258	4558000
153449	1910	762400	57384	4844000
70995	1810	460600	37254	4004000
71030	15,43	13620	1014	92550
71031	25,7	91820	6966	653900
71033	1113	496600	37056	3202000
130341	104,4	194000	14214	1274000
130339	239,9	116600	8664	690400
2724	125,6	48230	3556,2	295100
95940	27,6	5766	410,28	28960

Ledning				
ID	MR _{min}	MR _{median}	MR _{mean}	MR _{maks}
72521	314,4	338500	25134	2147000
79316	1970	524800	38844	3266000
72522	726	606400	45556	3932000
2163	204,3	148700	11094	915600
2165	803	510000	38454	3609000
139704	188,5	96940	7980	924200
133838	56	54560	4057,2	348200
93568	1005	487300	37176	3867000
100377	253,9	113600	8598	806700
2166	588,8	369500	28128	2580000
140436	31,55	10870	869,4	105300

2725	701,5	361900	26910	2348000
2726	493,5	113200	8472	712000
96161	177,7	55990	4198,8	372300
151611	138,2	69200	5136,6	426200
96845	118,7	58910	4334,4	361600
100697	248,3	58680	4381,2	367000
100566	437,6	100300	7488	642500
96164	120	29120	2145,6	169800
154147	396	118500	8826	780500
154255	83,69	31400	2331	198600

139703	485,5	192800	16074	1875000
95893	195,1	110200	8298	801400
71094	79,7	70320	5793,6	652300
95457	79,29	16760	1289,4	122400
93568	436,8	279600	22668	2737000
2167	100,9	102900	7836	687200
79105	143	122300	9156	808100
72680	367,3	151600	11376	1188000
98181	3262	570700	42312	3699000
2346	46,47	26440	2264,4	252600
89759	23	30990	2569,8	264000
89739	31,94	10160	826,8	91230
89727	68,78	21950	1791,6	181500

Beregning av MR med Monte Carlo

Resultat fra programmet R

Programmerings pakker som ble benyttet er følgende:

```
# Simulation of drinking water pipe network#  
require(fitdistrplus)#To fit probability distribution functions#  
require(mc2d)          #To run MonteCarlo Simulations#  
require(gsl)          #To model hyper-geometric functions of first and second order#  
require(VGAM)  
require(randtoolbox)  
require(triangle)  
require(MASS)  
require(ggplot2)
```

Ledning 6 Scenario 1

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.1)(Giardia):::::::::::::::::::#  
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-7480,4740)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)  
  
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3  
MR=Q5*Cout  
  
summary(Q5)  
summary(MR)  
plot(Q5)  
  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")  
  
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.1)(Campylobacter):::::::::::::::::::#  
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-7480,4740)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
summary(MR)
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.1)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-7480,4740)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.1)(E.Coli):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-7480,4740)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,4.5,280,21)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 6 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-31810,-15610)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-31810,-15610)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.6 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,29.7,0.214)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-31810,-15610)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 152462 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.152462 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,81.18,0.642)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-26650,-17580)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5
```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning. 152462 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#

Nsim=10000

Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,81.18,0.642)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-26650,-17580)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning. 152462 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,81.18,0.642)

```



```

g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-26650,-17580)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 153449 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.153449 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.749)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-26650,-15050)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)

```

```

Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.153449 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000

Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.749)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-26650,-15050)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.153449 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000

Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.749)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-26650,-15050)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A

```

```

C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 70995 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.70995 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,100.98,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1540,1425)
Hint=runif(Nsim,-15870,1190)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.70995 Scenarie.3)(Campylobacter)::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,100.98,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1540,1425)
Hint=runif(Nsim,-15870,1190)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#:.....MR-Formel(ledning.70995 Scenarie.3)(Norovirus):.....#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,100.98,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1540,1425)
Hint=runif(Nsim,-15870,1190)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 71030 Scenario 3

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71030 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,1.98,0.01)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1320,1315)
Hint=runif(Nsim,-15870,-11020)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71030 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,1.98,0.01)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1320,1315)
Hint=runif(Nsim,-15870,-11020)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71030 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,1.98,0.01)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,1310,1320,1315)
Hint=runif(Nsim,-15870,-11020)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

Ledning 71031 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71031 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15020,-2020)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71031 Scenarie.3)(Campylobacter)::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15020,-2020)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71031 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15020,-2020)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 71033 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71033 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,65.34,0.535)

```



```

g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18790,-12360)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71033 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,65.34,0.535)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18790,-12360)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)

```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71033 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,65.34,0.535)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-18790,-12360)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 130341 Scenario 3

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130341 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,23.76,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-20870,-14800)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130341 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,23.76,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-20870,-14800)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130341 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,23.76,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-20870,-14800)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

Ledning 130339 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130339 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-21570,-16870)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130339 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-21570,-16870)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.130339 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-21570,-16870)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 95940 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95940 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,0.6,0.107)
g=9810

```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-18920,-14660)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95940 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,0.6,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-18920,-14660)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95940 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,0.6,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-18920,-14660)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 2725 Scenario 3

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2725 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,47.52,0.428)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18650,-10930)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2725 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,47.52,0.428)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18650,-10930)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2725 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,47.52,0.428)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18650,-10930)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```


Ledning 2726 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2726 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15200,-10930)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2726 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15200,-10930)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2726 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15200,-10930)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 151611 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.151611 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,9.9,0.107)
```

```
g=9810
```

```

Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15300,-9720)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.151611 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,9.9,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15300,-9720)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.151611 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,9.9,0.107)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-15300,-9720)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 96845 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.96845 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-15680,-11310)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5
```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.96845 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15680,-11310)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.96845 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)

```

```

g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15680,-11310)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 100697 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100697 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-11700)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)

```

```
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100697 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-11700)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100697 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-11700)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```

C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 100566 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100566 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-10680)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100566 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62

```



```

A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-10680)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100566 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,13.86,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16870,-10680)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

Ledning 154147 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154147 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-11710)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154147 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-11710)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154147 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-18170,-11710)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 154255 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154255 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-13710)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154255 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-13710)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.154255 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-13710)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 72521 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72521 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,45.54,0.321)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-11180)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72521 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,45.54,0.321)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runiform(Nsim,-18170,-11180)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72521 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,45.54,0.321)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-18170,-11180)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

Ledning 79316 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79316 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,77.22,0.642)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-15160,-8220)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout

```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79316 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,77.22,0.642)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15160,-8220)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79316 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,77.22,0.642)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-15160,-8220)
```



```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 72522 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72522 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,87.12,0.642)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,1160,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-17190,-8220)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72522 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,87.12,0.642)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,1160,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-17190,-8220)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72522 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,87.12,0.642)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,1160,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-17190,-8220)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 2163 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2163 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-17190,-12170)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2163 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-17190,-12170)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2163 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-17190,-12170)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 2165 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2165 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.620)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-16160,-8960)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = '')
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2165 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.62)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-16160,-8960)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2165 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.62)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-16160,-8960)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 139704 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.139704 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.107)

```

```

g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13830,4370)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.139704 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13830,4370)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)

```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.139704 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-13830,4370)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

Ledning 133838 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.133838 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-13700,-9690)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```



```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.133838 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-13700,-9690)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.133838 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```

A=rtriangle(Nsim,0,7.92,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13700,-9690)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 93568 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.93568 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.642)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13670,-1280)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#:.....MR-Formel(ledning.93568 Scenarie.3)(Campylobacter):.....#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.642)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13670,-1280)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#:.....MR-Formel(ledning.93568 Scenarie.3)(Norovirus):.....#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,89.1,0.642)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-13670,-1280)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```

C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 100377 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100377 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,17.82,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-14670,-6900)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100377 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,17.82,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-14670,-6900)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.100377 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,17.82,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-14670,-6900)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 2166 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2166 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0.69.3,0.535)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,960,1310,1135)
Hint=runif(Nsim,-12950,-3530)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2166 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0.69.3,0.535)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,960,1310,1135)
Hint=runif(Nsim,-12950,-3530)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2166 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,69.3,0.535)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,960,1310,1135)
Hint=runiform(Nsim,-12950,-3530)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 140436 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.140436 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#

```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-2830,4370)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.140436 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-2830,4370)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
```



```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.140436 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-2830,4370)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 139703 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.139703 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.535)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-2810,7170)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.139703 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.535)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-2810,7170)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::MR-Formel(ledning.139703 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,75.24,0.535)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-2810,7170)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 95893 Scenario 3

```
#::::::::::::MR-Formel(ledning.95893 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-9020,-2020)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95893 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-9020,-2020)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95893 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```

Hint=runif(Nsim,-9020,-2020)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

Ledning 71094 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71094 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0.25.74,0.0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6020,5630)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71094 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,25.74,0.0.214)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-6020,5630)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.71094 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,25.74,0.0.214)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-6020,5630)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 95457 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95457 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-5270,-980)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

```

```

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95457 Scenarie.3)(Campylobacter)::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.0.107)
g=9810

```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-5270,-980)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.95457 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-5270,-980)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
```



```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 2167 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2167 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-7520,-1850)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2167 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-7520,-1850)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2167 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,21.78,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-7520,-1850)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 79105 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79105 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,25.74,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-6810,-1850)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79105 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,25.74,0.214)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
```

```
Hint=runif(Nsim,-6810,-1850)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.79105 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,25.74,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6810,-1850)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 72680 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72680 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,31.68,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6830,-2820)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```

C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72680 Scenarie.3)(Campylobacter)::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,31.68,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runiform(Nsim,-6830,-2820)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.72680 Scenarie.3)(Norovirus)::::::::::::::::::::#

Nsim=10000

```

```

Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,31.68,0.214)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6830,-2820)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")

```

Ledning 98181 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.98181 Scenarie.3)(Giardia)::::::::::::::::::::#
```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,106.92,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6930,-5270)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.98181 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,106.92,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6930,-5270)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.98181 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,106.92,0.856)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-6930,-5270)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

Ledning 2346 Scenario 3

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2346 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,11.88,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-1560,6950)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5

Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2346 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#

```



```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,11.88,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-1560,6950)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.2346 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,11.88,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-1560,6950)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)

```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

Ledning 89759 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning. 89759 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,900,1350,1135)
```

```
Hint=runif(Nsim,-1080,3250)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning. 89759 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,900,1350,1135)
```

```
Hint=runif(Nsim,-1080,3250)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```

#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning. 89759 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#

```

```

Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,19.8,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,900,1350,1135)
Hint=runif(Nsim,-1080,3250)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)

```

```

C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3

MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")

```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89739 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-1930,3250)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3  
MR=Q5*Cout  
summary(Q5)  
summary(MR)
```

```
plot(Q5)  
Q5<-ecdf(Q)  
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89739 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000  
Cd=0.62  
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)  
g=9810  
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)  
Hint=runif(Nsim,-1930,3250)  
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A  
C2=2*g*Hext-2*g*Hint  
C3=(C2)^0.5  
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
summary(MR)

plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89739 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,3.96,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,200,6300,1750)
Hint=runif(Nsim,-1930,3250)
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = ")
```

Ledning 89727 Scenario 3

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89727 Scenarie.3)(Giardia):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,900,980,940)
```

```
Hint=runif(Nsim,-750,13240)
Cout=rtriangle(Nsim,0.260,13,2)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89727 Scenarie.3)(Campylobacter):::::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
Cd=0.62
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
g=9810
Hext=rtriangle(Nsim,900,980,940)
Hint=runif(Nsim,-750,13240)
Cout=rtriangle(Nsim,0.500,4400,160)
```

```
C1=Cd*A
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
C3=(C2)^0.5
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
summary(Q5)
summary(MR)
```

```
plot(Q5)
Q5<-ecdf(Q)
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```

```
#::::::::::::::::::MR-Formel(ledning.89727 Scenarie.3)(Norovirus):::::::::::::::::::#
```

```
Nsim=10000
```

```
Cd=0.62
```

```
A=rtriangle(Nsim,0,15.84,0.107)
```

```
g=9810
```

```
Hext=rtriangle(Nsim,900,980,940)
```

```
Hint=runif(Nsim,-750,13240)
```

```
Cout=rtriangle(Nsim,0.800,4.5,1.9)
```

```
C1=Cd*A
```

```
C2=2*g*Hext-2*g*Hint
```

```
C3=(C2)^0.5
```

```
Q5=C1*C3
```

```
MR=Q5*Cout
```

```
summary(Q5)
```

```
summary(MR)
```

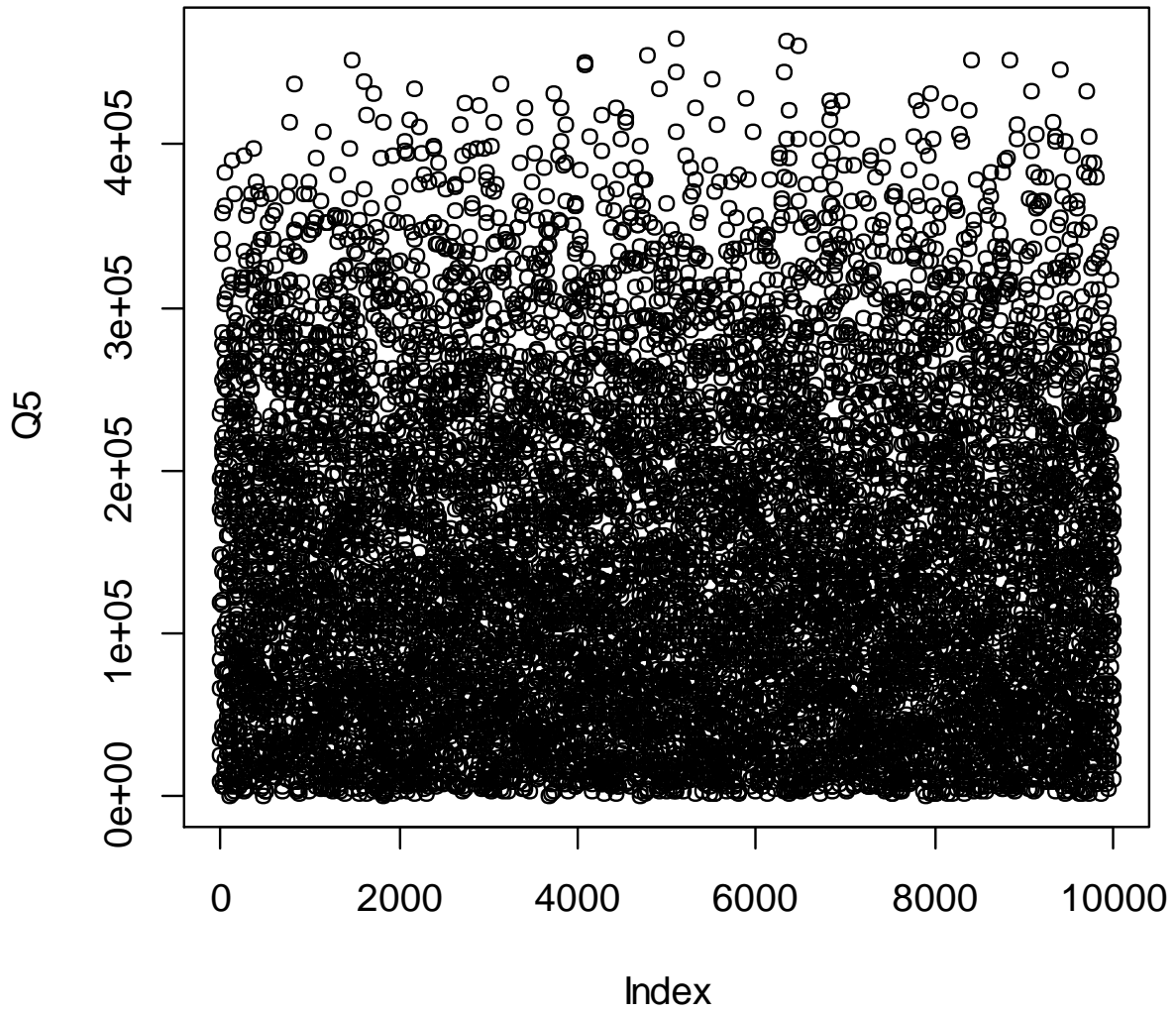
```
plot(Q5)
```

```
Q5<-ecdf(Q)
```

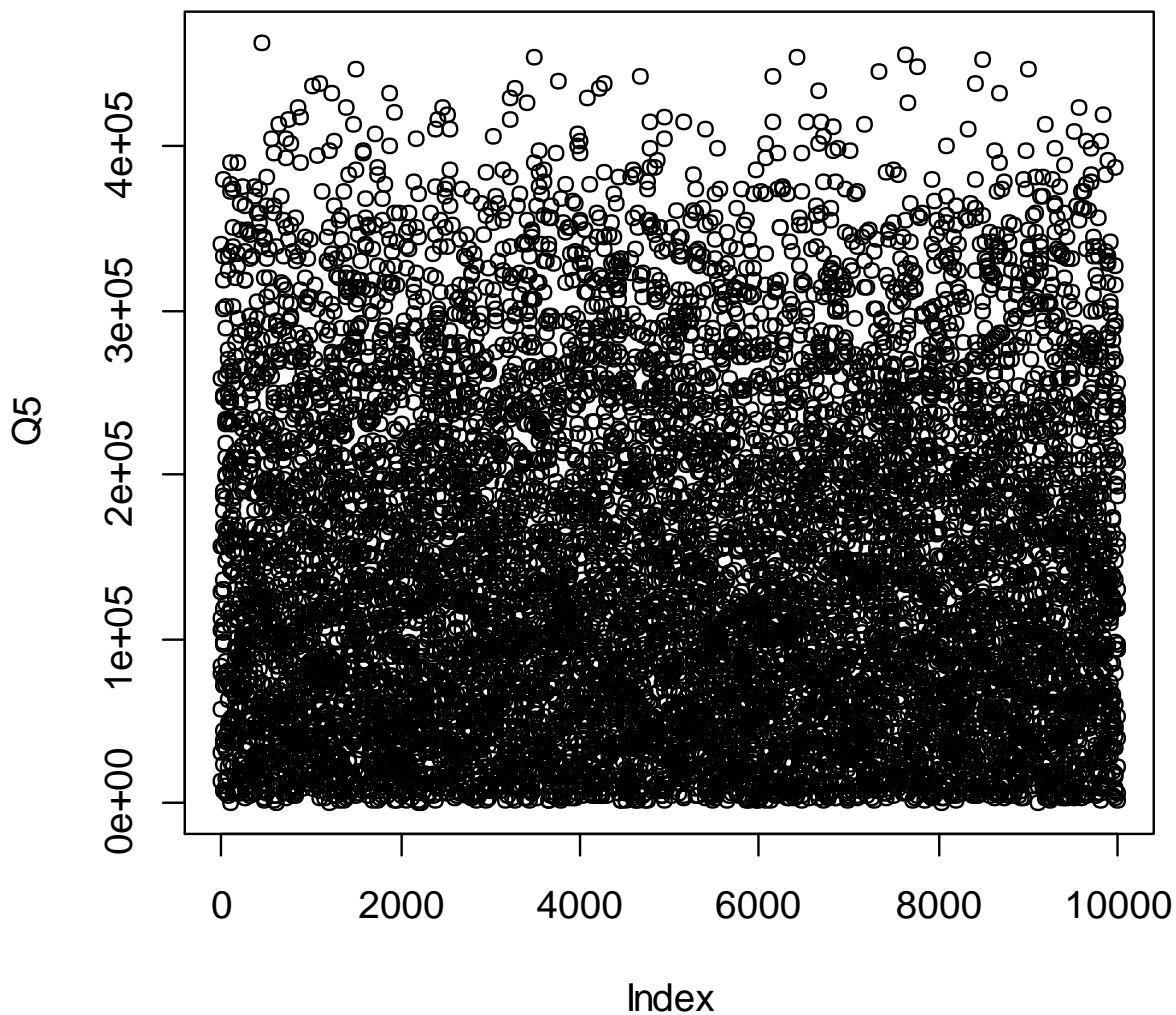
```
plot(Q5, xlab = 'mm^3/s', ylab = 'CDF', main = "")
```


Grafer fra R

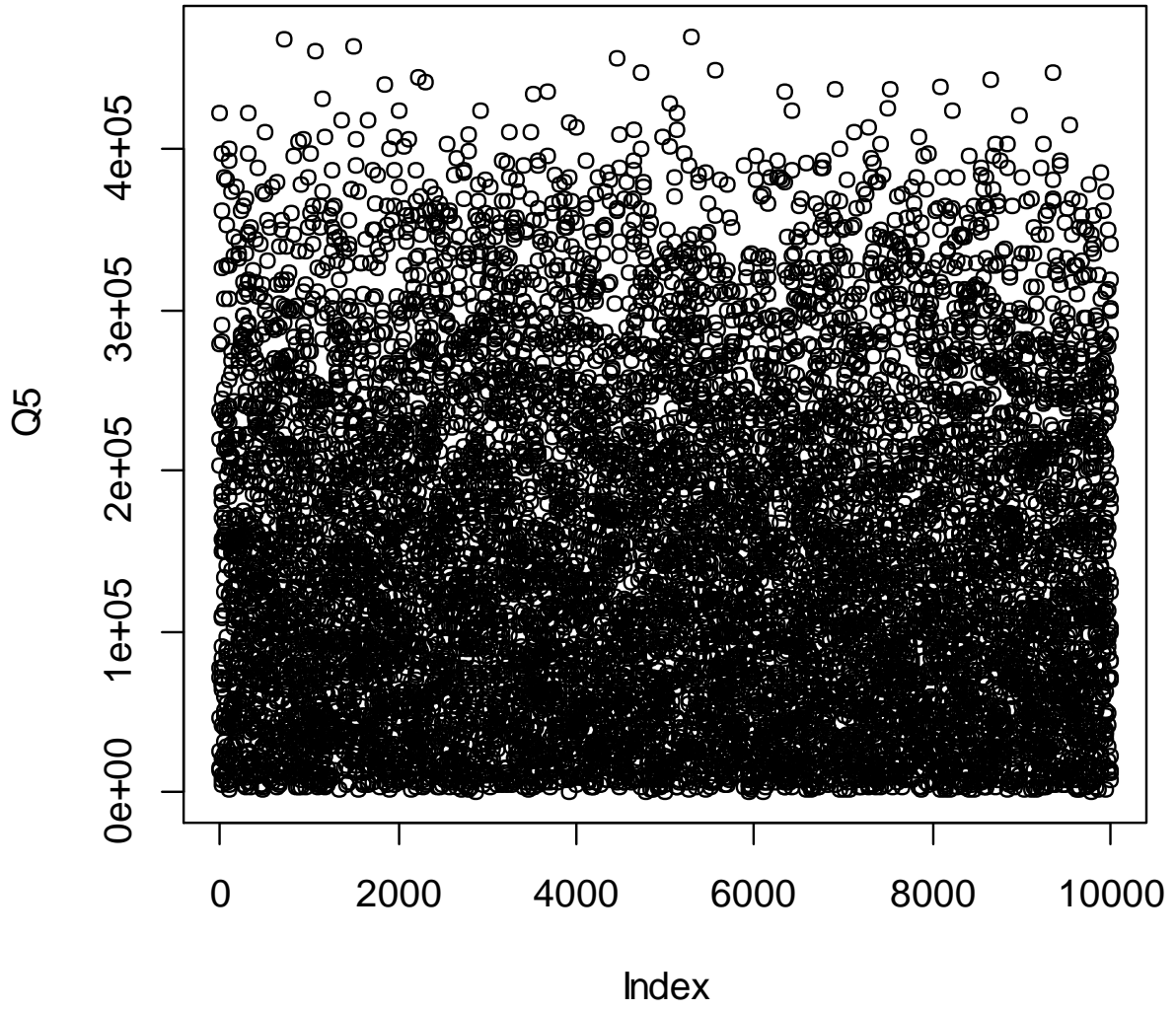
Campylobacter



Giardia

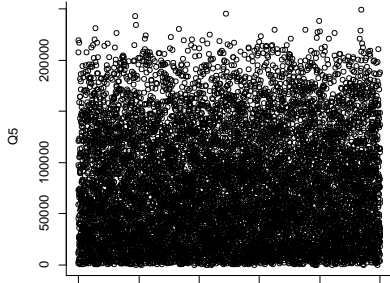


Norovirus

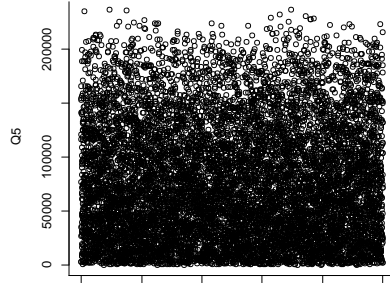


Giardia
Norovirus

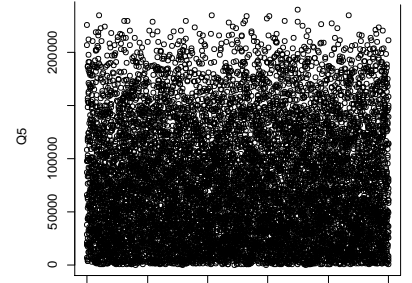
Campylobacter



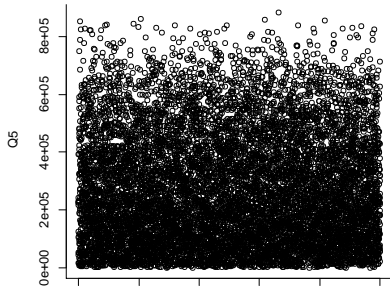
2163



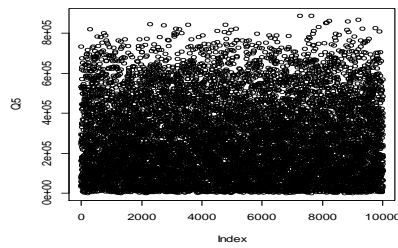
2163



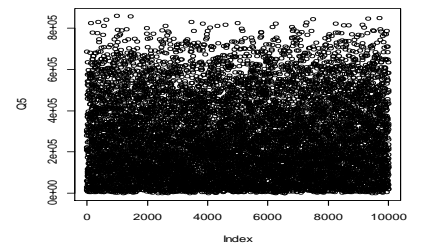
2163



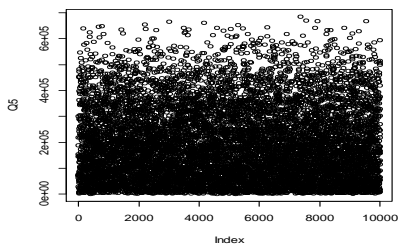
2165



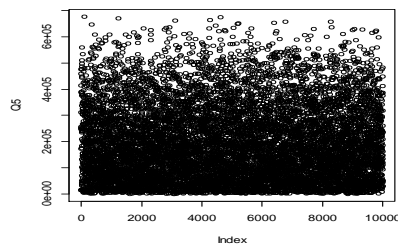
2165



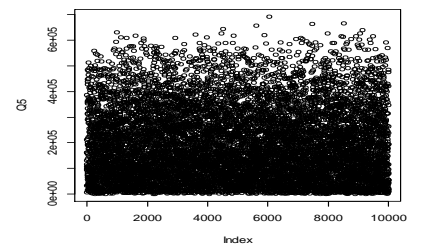
2165



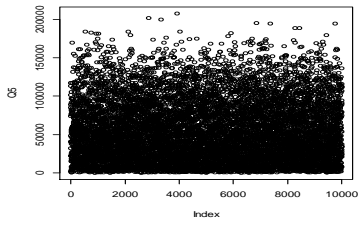
2166



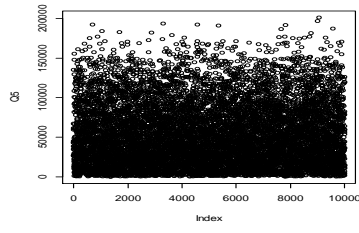
2166



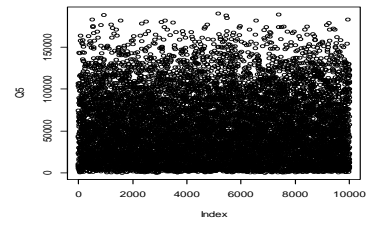
2166



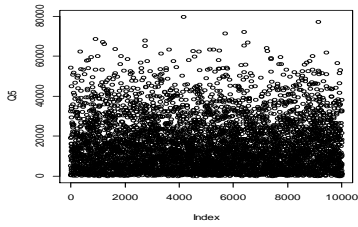
2167



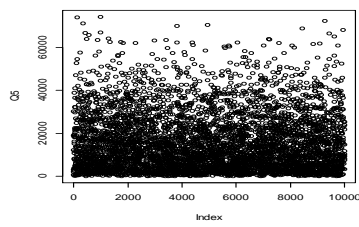
2167



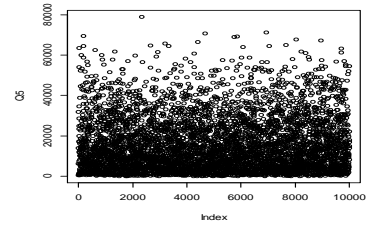
2167



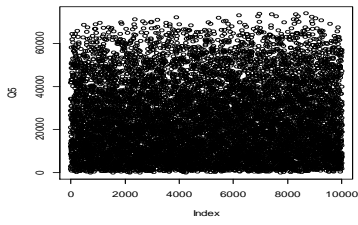
2346



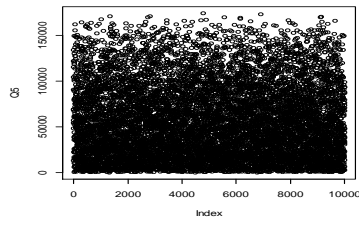
2346



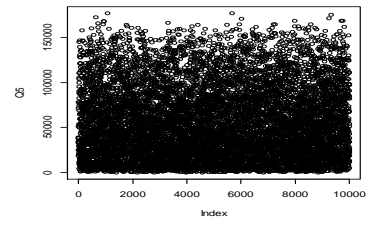
2346



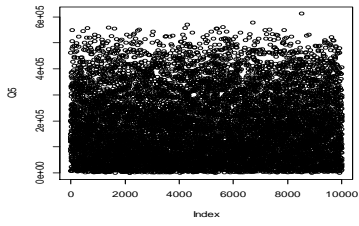
2724



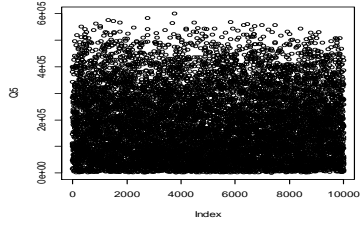
2724



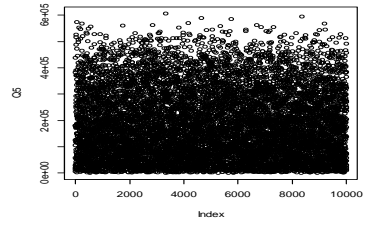
2724



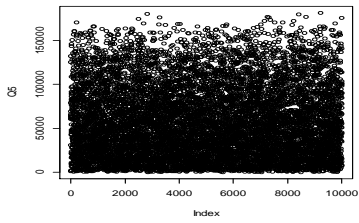
2725



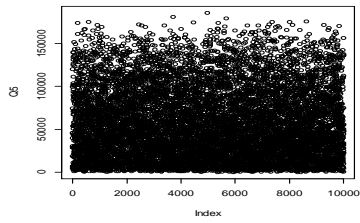
2725



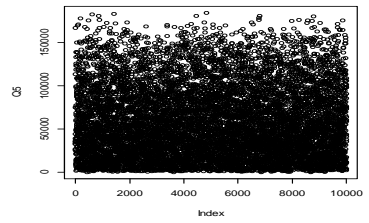
2725



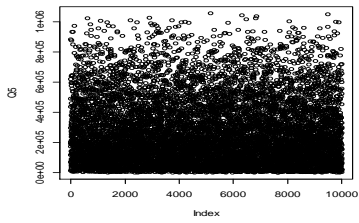
2726



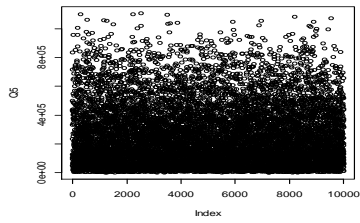
2726



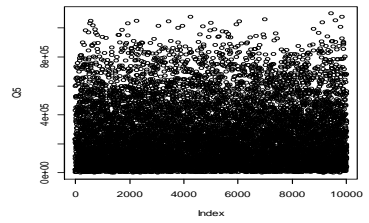
2726



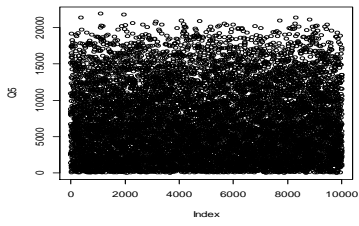
70995



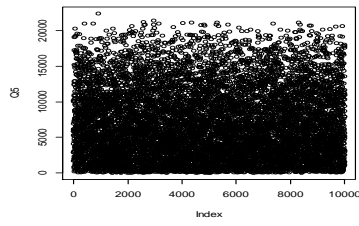
70995



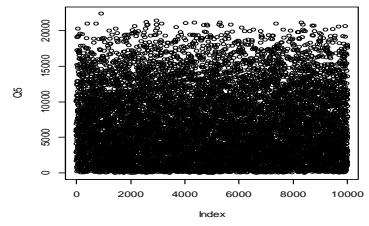
70995



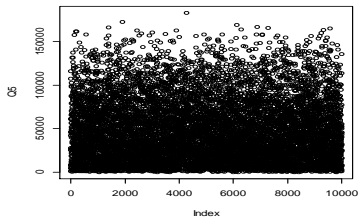
71030



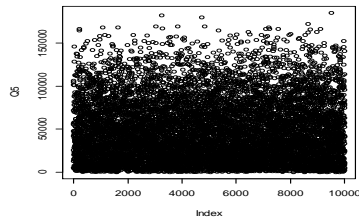
71030



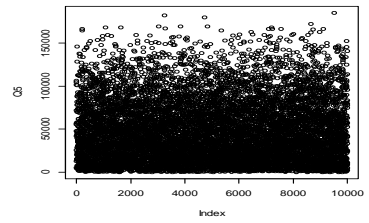
71030



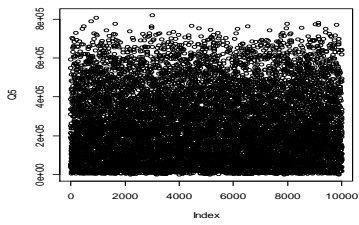
71031



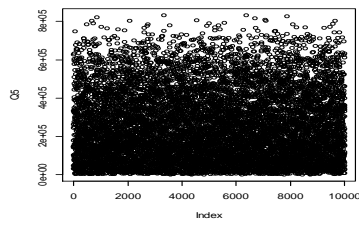
71031



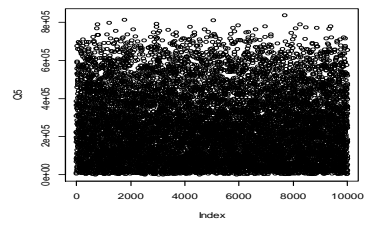
71031



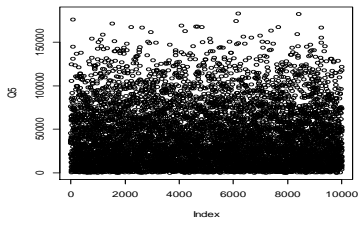
71033



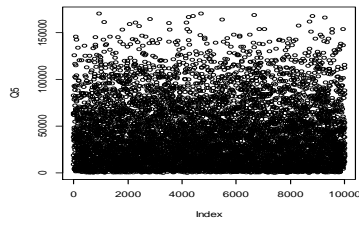
71033



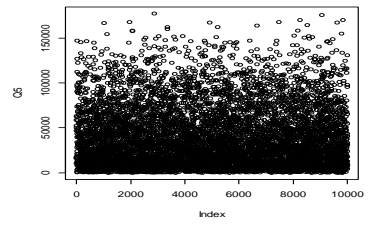
71033



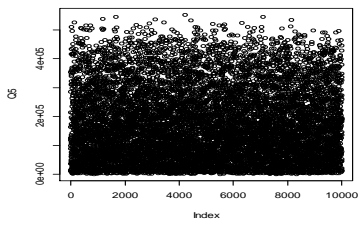
71094



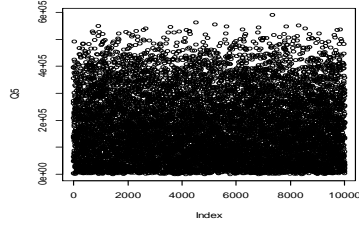
71094



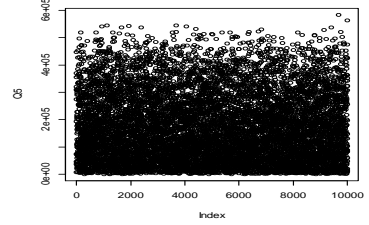
71094



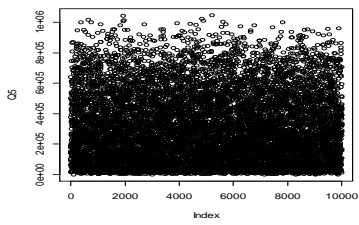
72521



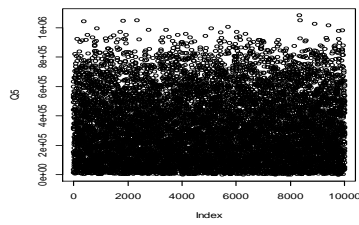
72521



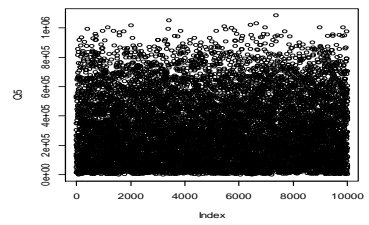
72521



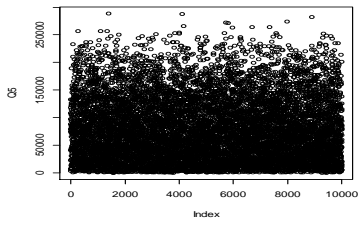
72522



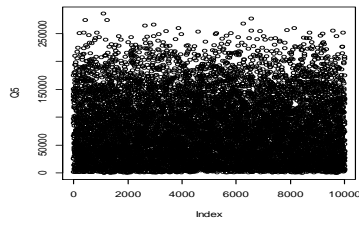
72522



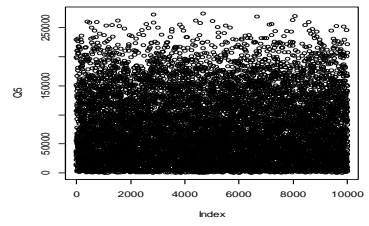
72522



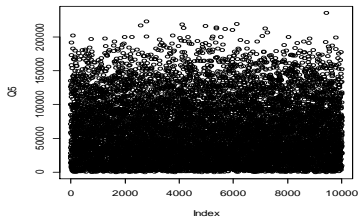
72680



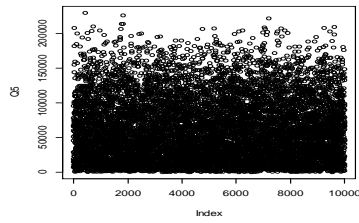
72680



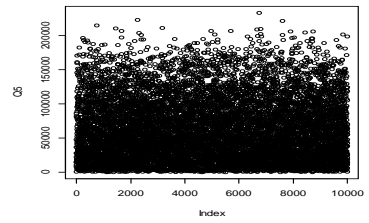
72680



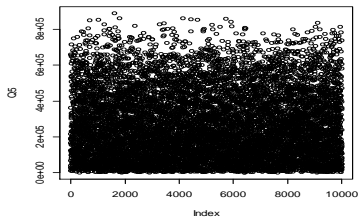
79105



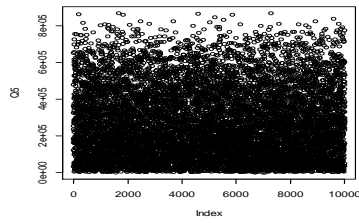
79105



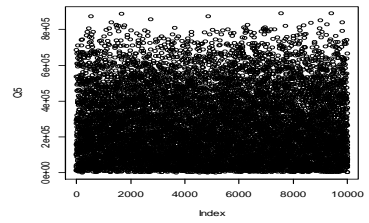
79105



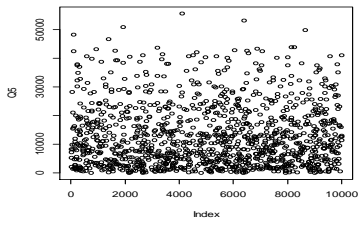
79316



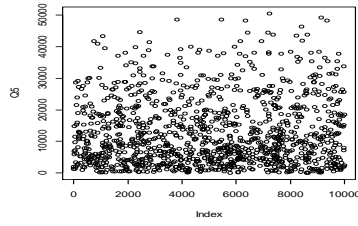
79316



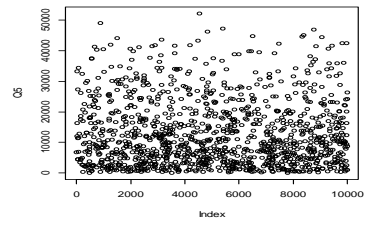
79316



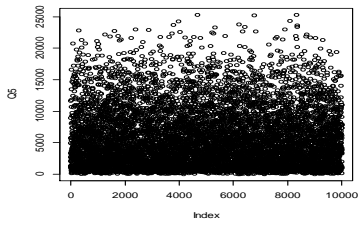
89727



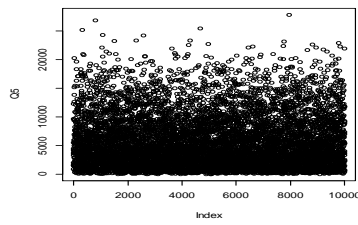
89727



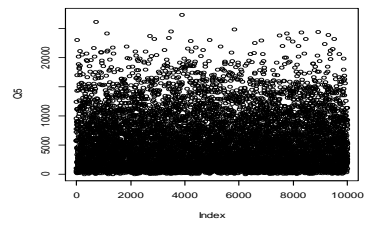
89727



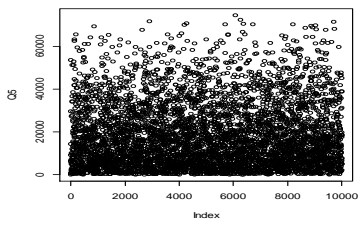
89739



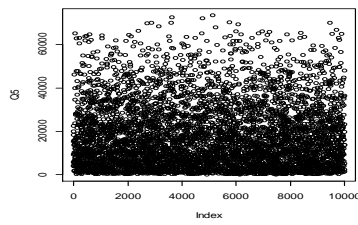
89739



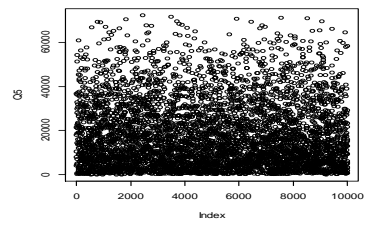
89739



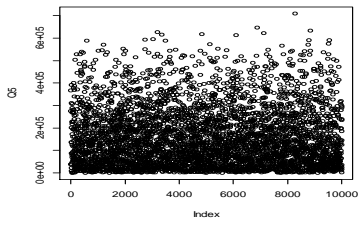
89759



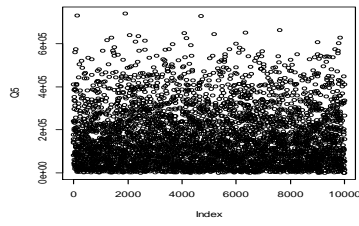
89759



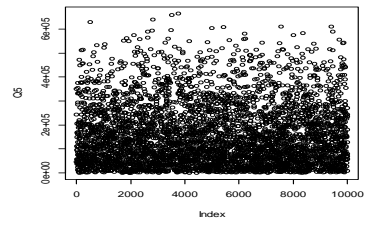
89759



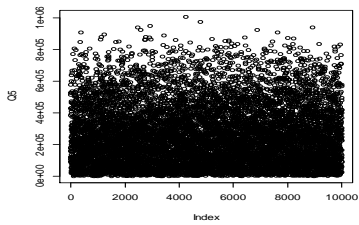
93568



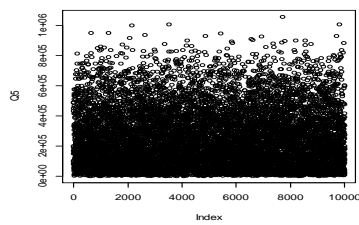
93568



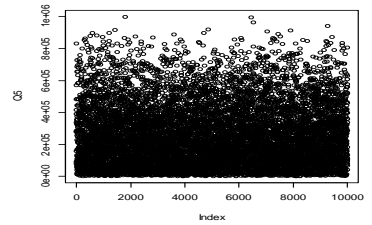
93568



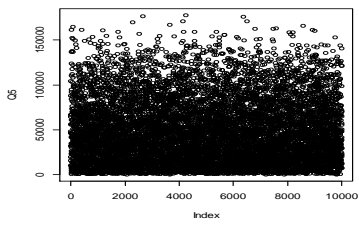
93568-



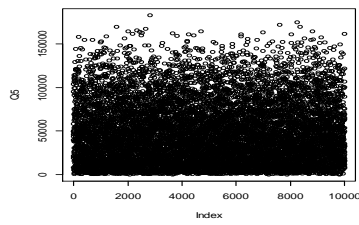
93568-



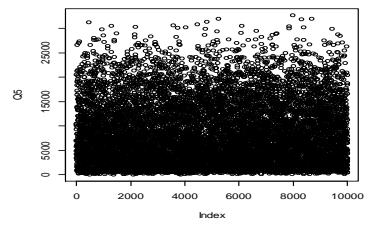
93568-



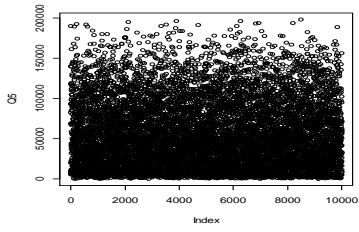
95457



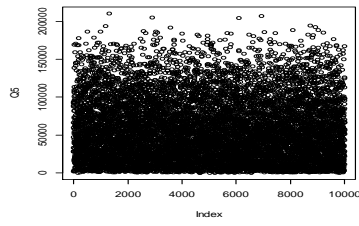
95457



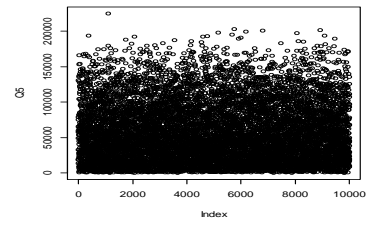
95457



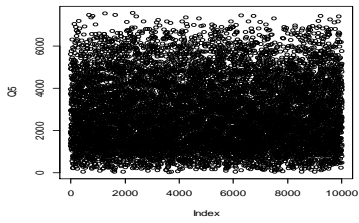
95893



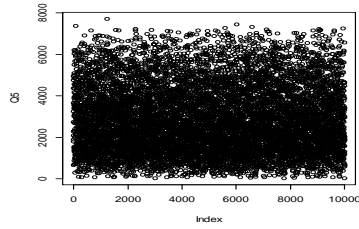
95893



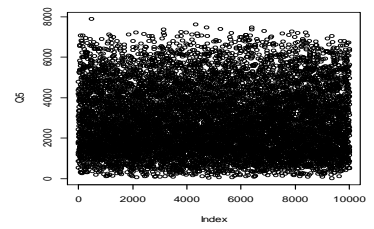
95893



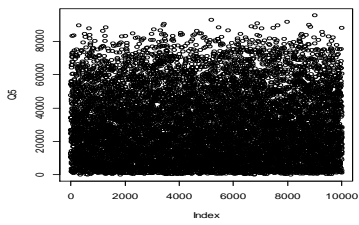
95940



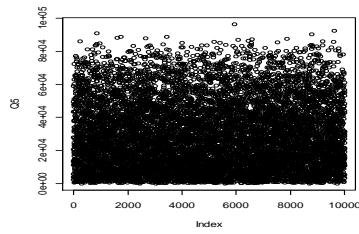
95940



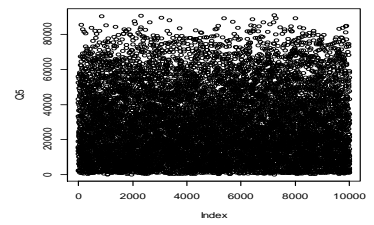
95940



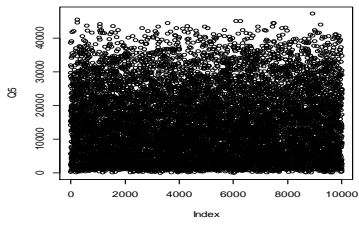
96161



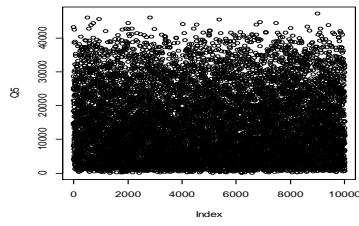
96161



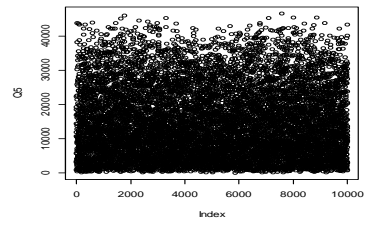
96161



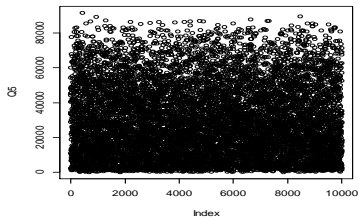
96164



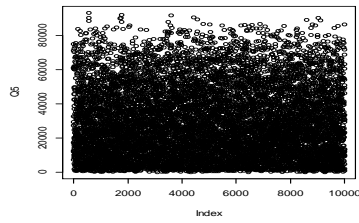
96164



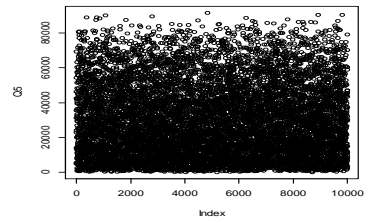
96164



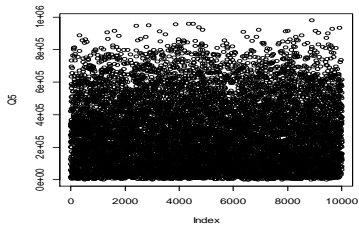
96845



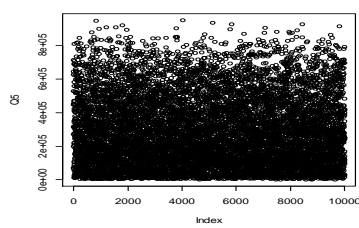
96845



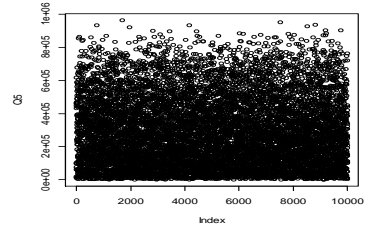
96845



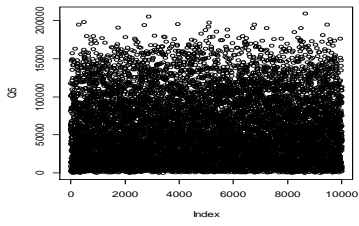
98181



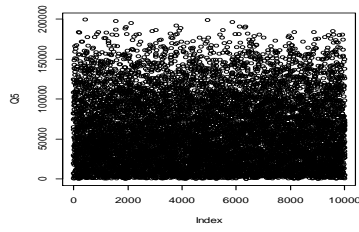
98181



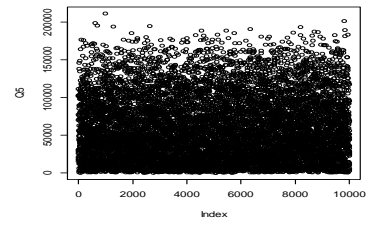
98181



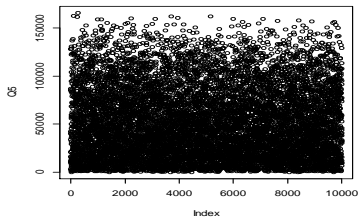
100377



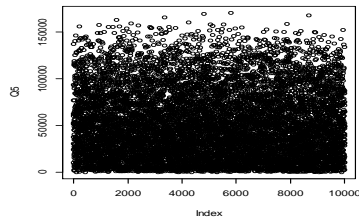
100377



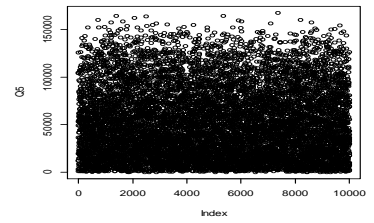
100377



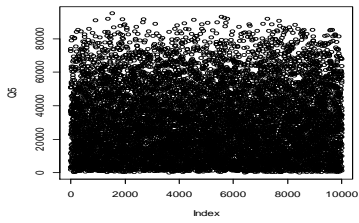
100566



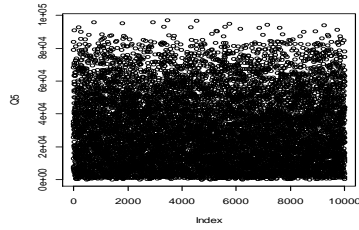
100566



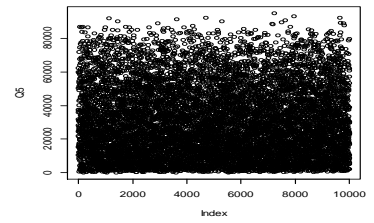
100566



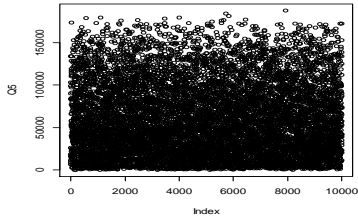
100697



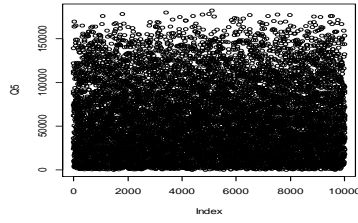
100697



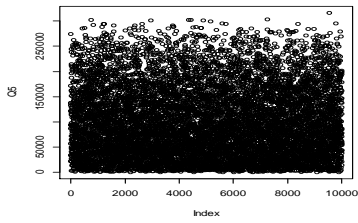
100697



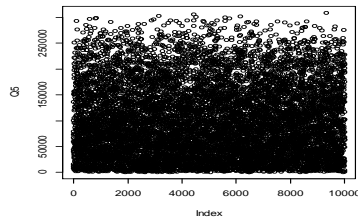
130339



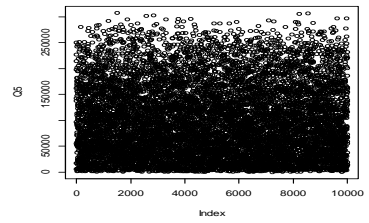
130339



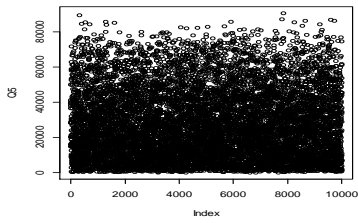
130341



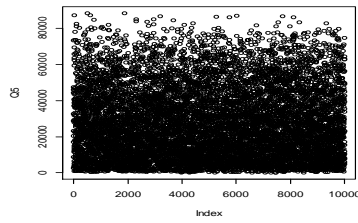
130341



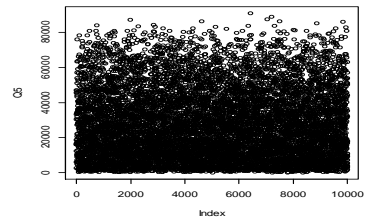
130341



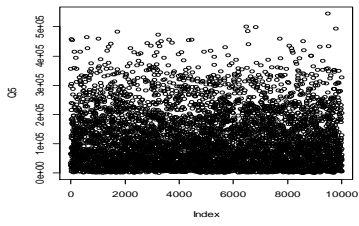
133838



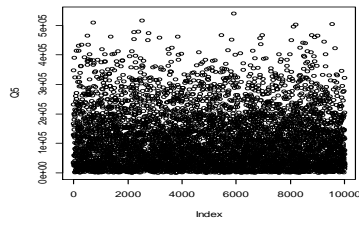
133838



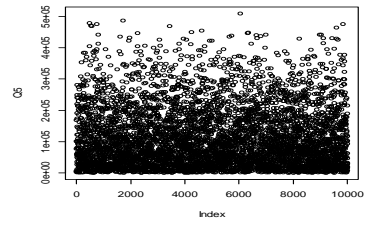
133838



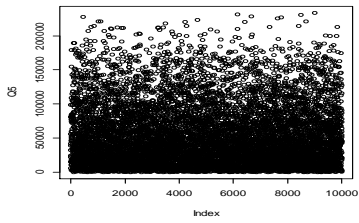
139703



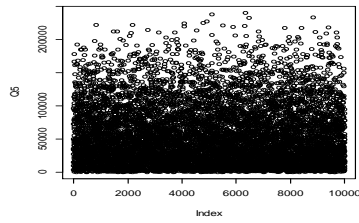
139703



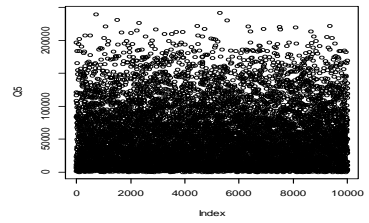
139703



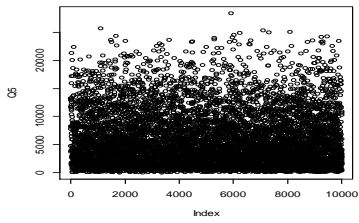
139704



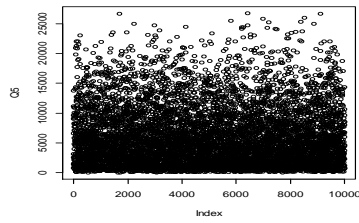
139704



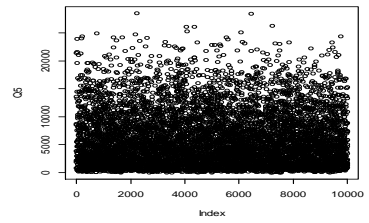
139704



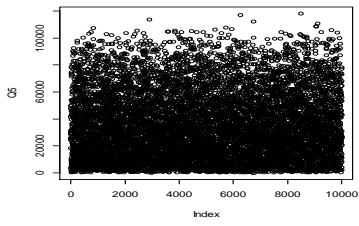
140436



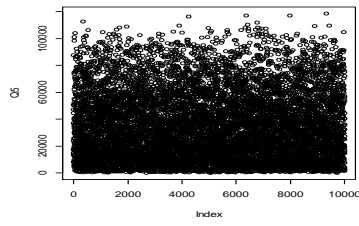
140436



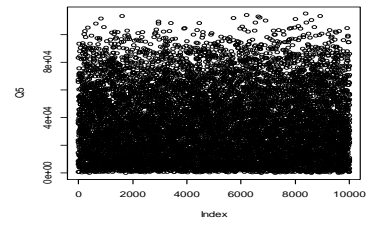
140436



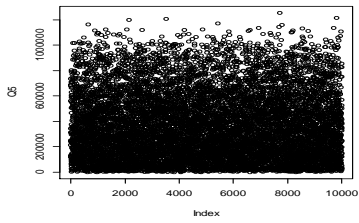
151611



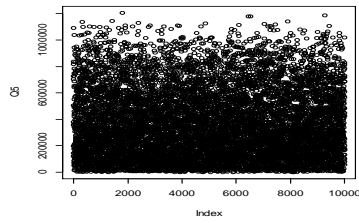
151611



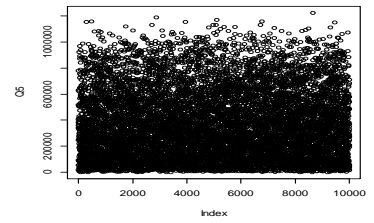
151611



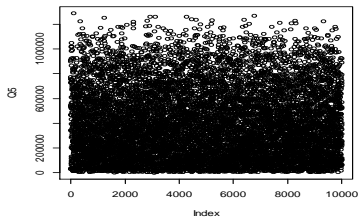
152462



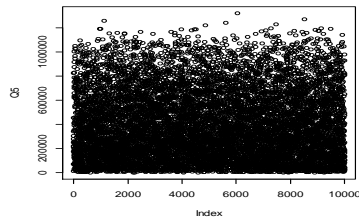
152462



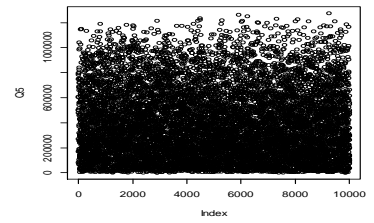
152462



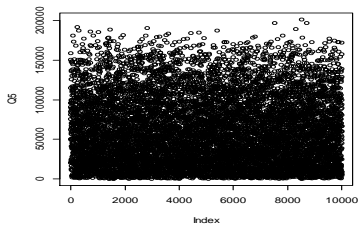
153449



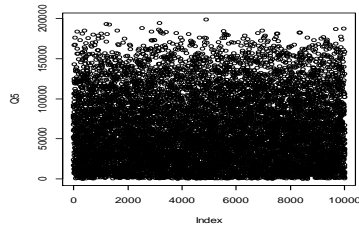
153449



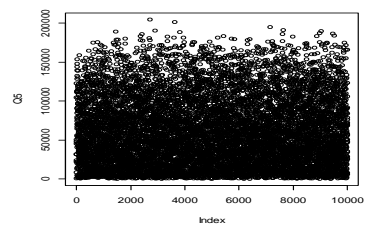
153449



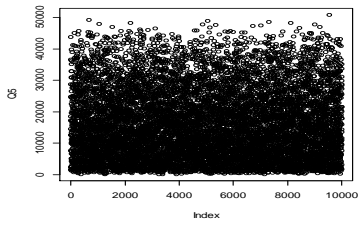
154147



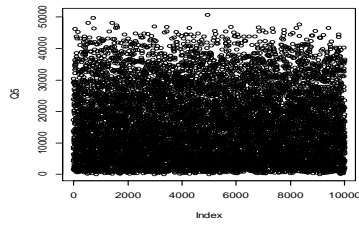
154147



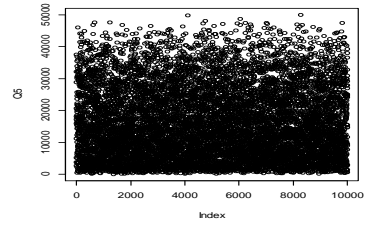
154147



154255



154255



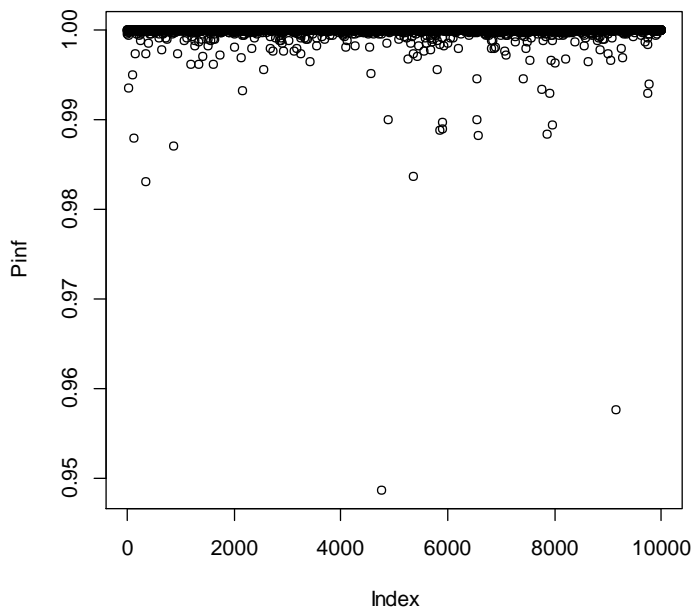
154255

Dose Respons

```
# Simulation of drinking water pipe network#  
require(fitdistrplus)#To fit probability distribution functions#  
require(mc2d)      #To run MonteCarlo Simulations#  
require(gsl)      #To model hyper-geometric functions of first and second order#  
require(VGAM)  
require(randtoolbox)  
require(triangle)  
require(MASS)  
require(ggplot2)
```

Eksempel

```
#:Amount of cold water consumed per day:#####  
Vann<-rlnorm (n=10000, meanlog=-0.299, sdlog=0.570)#Amount of water consumed per Liter#  
Conc = 1709.48 #Number of viruses per L#  
Dose =Vann*Conc  
summary(Conc)  
summary(Vann)  
  
Pinf=1-exp(-0.0199*Dose) #:::Giardia:::#  
summary(Pinf)  
plot(Pinf)
```

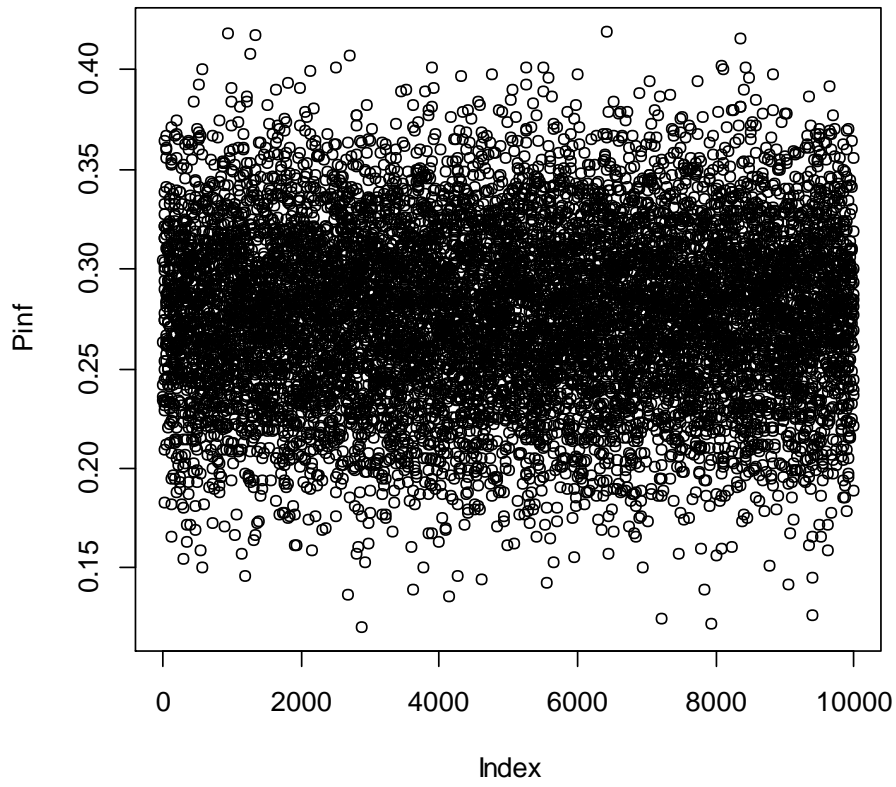


```

#::::::::::::::::::::Amount of cold water consumed per day::::::::::::::::::::#
Vann<-rlnorm (n=10000, meanlog=-0.299, sdlog=0.570)#Amount of water consumed per Liter#
Conc = 782.97 #Number of viruses per L#
summary(Conc)
summary(Vann)
Dose =Vann*Conc
a=1.1089*10^-1
N=1.696*10^4
Over = Dose*(2^(1/a)-1)

Pinf=1-(1+((Over/(N))))^(-a) #::::Norovirus::::#
summary(Pinf)
plot(Pinf)

```



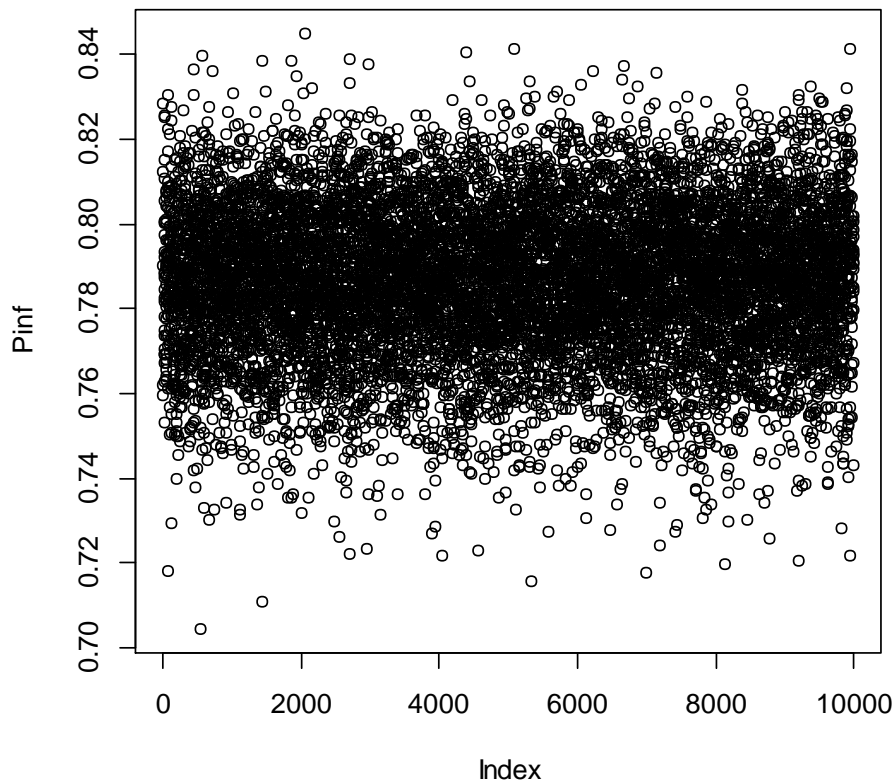
```

#::::::::::::::::::Amount of cold water consumed per day::::::::::::::::::#
Vann<-rlnorm (n=10000, meanlog=-0.299, sdlog=0.570)#Amount of water consumed per Liter#
Conc = 441811.16 #Number of viruses per L#
summary(Conc)
summary(Vann)
Dose =Vann*Conc

A=0.145
B=7.59
K=Dose/B

Pinf=1-(1+K)^(-A) #:::::Campylobacter:::::#
summary(Pinf)
plot(Pinf)

```



Vedlegg 6

Informasjon om
ledningsnett på Hessa

SID	Tema	Type	Dim	Matr	Alder	År	Len
2163	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	46,97
2165	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	190,3
2166	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	171,34
2167	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	53,17
2725	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	118,03
2726	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	39,2
48303	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	177,67
70921	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	271,74
70923	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	8,91
70928	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	77,39
70963	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	156,11
70991	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	24,09
70995	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	257,32
71030	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	6,27
71032	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	1,04
71033	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	165,18
72522	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	217,05
72524	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	AAS, Asbest-sement	53	196 4	0,66
72595	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	124,54
72599	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	139,79
72601	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	253,68
72603	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	193,14

72667	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	57	196 0	149,94
72673	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	57	196 0	35,91
72680	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	57	196 0	77,9
73628	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	136,74
73629	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	225,59
73658	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	0,38
76948	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	43	197 4	8,01
79105	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	57	196 0	62,93
79316	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	53	196 4	302,73
98181	VL Vannledning	Hovednett	200	AAS, Asbest-sement	57	196 0	268,13
139703	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	188,96
153693	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	AAS, Asbest-sement	53	196 4	13,5
55389			800	BMU, Betong trykkrør armert	39	197 8	229,22
160816	VO Varerør, OV - Stikkrenne	Hovednett	300	BMU, Betong trykkrør armert	2017		7,07
55372			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	39	197 8	247,4
55400			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	39	197 8	44,76
55653			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	39	197 8	133,23
55663			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	39	197 8	168,52
55666			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	41	197 6	130,76
55695			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	39	197 8	265,5
57721			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	41	197 6	213,3
57732			800	BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert	41	197 6	487,82
106578			200	PE SDR 11	12	200 5	54,27

151467			250	PE SDR 11	5	201 2	123,89
6464	VL Vannledning	Stikkledn.nett	32	PE, Polyet uspes	24	199 3	2,46
86015	VL Vannledning	Hovednett	280	PE, Polyet uspes	17	200 0	702,92
89004	VL Vannledning	Hovednett	280	PE, Polyet uspes	17	200 0	51,66
89759	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PE, Polyet uspes	19	199 8	47,32
94244	VL Vannledning	Fordelingsnett	50	PE, Polyet uspes	43	197 4	37,21
95965	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PE, Polyet uspes	16	200 1	157,97
98504	VL Vannledning	Hovednett	40	PE, Polyet uspes	16	200 1	5,68
98506	VL Vannledning	Hovednett	63	PE, Polyet uspes	16	200 1	5,16
100377	VL Vannledning	Hovednett	200	PE, Polyet uspes	15	200 2	41,26
130828	VL Vannledning	Hovednett	200	PE, Polyet uspes	11	200 6	91,77
131160	VL Vannledning	Hovednett	200	PE, Polyet uspes	11	200 6	8,02
131162	VL Vannledning	Stikkledn.nett	200	PE, Polyet uspes	11	200 6	10,8
135225	VL Vannledning	Stikkledn.nett	32	PE, Polyet uspes	24	199 3	46,38
138302	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PE, Polyet uspes	10	200 7	24,5
138537	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PE, Polyet uspes	10	200 7	1,71
138951	VL Vannledning	Fordelingsnett	50	PE, Polyet uspes	10	200 7	109,19
139704	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PE, Polyet uspes	10	200 7	38,84
143848	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PE, Polyet uspes	10	200 7	18,89
147547	VL Vannledning	Fellesnett	63	PE, Polyet uspes	6	201 1	3,13
152141	VL Vannledning	Hovednett	50	PE, Polyet uspes	37	198 0	44,91
152419	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PE, Polyet uspes	5	201 2	36,16
152462	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	5	201 2	207,31

152468	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PE, Polyet uspes	5	2012	4,54
153449	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	4	2013	224,43
153695	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	4	2013	8,2
154255	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PE, Polyet uspes	4	2013	5,46
157098	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	3	2014	1,92
157099	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	3	2014	145,45
157100	VL Vannledning	Fordelingsnett	180	PE, Polyet uspes	3	2014	184,87
158802	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PE, Polyet uspes	3	2014	0,77
159975	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PE, Polyet uspes	16	2001	4,73
160029	VL Vannledning	Fordelingsnett	40	PE, Polyet uspes	2	2015	3,18
20256			63	PEH, Polyet. Høy dens	24	1993	48,15
73648	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PEH, Polyet. Høy dens	53	1964	1089,11
73652	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PEH, Polyet. Høy dens	47	1970	1084,23
79723	VL Vannledning	Stikklednett	40	PEH, Polyet. Høy dens	41	1976	5,15
27863			200	PEL, Polyet. Lav dens	29	1988	129,62
149120	VL Vannledning	Stikklednett	32	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	5,34
149742	VL Vannledning	Fordelingsnett	63	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	26,48
149744	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	11,69
149929	VL Vannledning	Fellesnett	63	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	62,84
149930	VL Vannledning	Stikklednett	32	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	0,14
149932	VL Vannledning	Stikklednett	32	PEL, Polyet. Lav dens	6	2011	0,08
152463	VL Vannledning	Stikklednett	40	PEL, Polyet. Lav dens	5	2012	0,34
152828	VL Vannledning	Stikklednett	63	PEL, Polyet. Lav dens	5	2012	7,79

152831	VL Vannledning	Stikkledn.nett	40	PEL, Polyet. Lav dens	5	2012	7,59
152832	VL Vannledning	Stikkledn.nett	40	PEL, Polyet. Lav dens	5	2012	0,27
154916	VL Vannledning	Stikkledn.nett	40	PEL, Polyet. Lav dens	4	2013	36,6
155052	VL Vannledning	Stikkledn.nett	40	PEL, Polyet. Lav dens	4	2013	0,17
158803	VL Vannledning	Fordelingsnett	50	PEL, Polyet. Lav dens	3	2014	1,46
159619	VL Vannledning	Hovednett	40	PEL, Polyet. Lav dens	11	2006	8,41
160039	VLU Utspyer/spyleledning	Stikkledn.nett	50	PEL, Polyet. Lav dens	2	2015	4,53
153733	VL Vannledning	Fordelingsnett	250	PPP, Polypropylen	4	2013	3,49
154147	VL Vannledning	Fordelingsnett	250	PPP, Polypropylen	4	2013	40,8
141316			315	PVC SDR 21	8	2009	253,2
142185			315	PVC SDR 21	8	2009	178,2
883			600	PVC, Polyvinylklorid	30	1987	217,82
27832			110	PVC, Polyvinylklorid	22	1995	118,11
82283			110	PVC, Polyvinylklorid	20	1997	331,43
82509			160	PVC, Polyvinylklorid	20	1997	82,45
82525			160	PVC, Polyvinylklorid	20	1997	436,69
82656			160	PVC, Polyvinylklorid	20	1997	96,44
89708	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	19	1998	238,88
89726	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	19	1998	120,68
89727	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	19	1998	35,84
98524	VL Vannledning	Hovednett	200	PVC, Polyvinylklorid	15	2002	74,85
100788	VL Vannledning	Hovednett	160	PVC, Polyvinylklorid	15	2002	95,56

117953	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	16	2001	6,23
131149	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	11	2006	3,43
139905	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	9	2008	16,6
139921	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	9	2008	4,65
143270	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	8	2009	287,39
143271	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	5	2012	239,75
143736	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	7	2010	10,22
146594	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	6	2011	221,53
147556	VL Vannledning	Hovednett	110	PVC, Polyvinylklorid	7	2010	4,25
150014	VL Vannledning	Fordelingsnett	160	PVC, Polyvinylklorid	6	2011	71,61
152466	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	5	2012	1,49
152965	VL Vannledning	Fordelingsnett	110	PVC, Polyvinylklorid	5	2012	3,59
4138			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	42,97
4139			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	50,18
4191			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	58,26
5152			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	136,26
5490			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	164,23
5492			300	SJG, Støpejern grått	87	1930	96,76
5642			300	SJG, Støpejern grått	97	1920	7,69
5856			300	SJG, Støpejern grått	38	1979	81,42
6278	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	57	1960	61,22
6279	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	47	1970	104,64
6280	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	47	1970	158,88

6281	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	47	1970	4,49
6282	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	97,25
6283	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	55,27
6284	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	24,3
6285	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	37,06
6286	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	30,37
6287	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	49,77
6288	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	54,72
6289	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	71,65
6291	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	1952	23,71
6292	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	1952	17,25
6293	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	1952	7,62
6294			150	SJG, Støpejern grått	65	1952	154,87
6294	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	1952	154,85
6295			150	SJG, Støpejern grått	65	1952	10,68
6296			150	SJG, Støpejern grått	43	1974	13,91
6298	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	57	1960	115,2
6318	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	48	1969	29,46
6319	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	48	1969	118,42
6434	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJG, Støpejern grått	57	1960	2,73
6436	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	47	1970	0,4
6443	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	1952	1,47
6524	VL Vannledning	Hovednett	150	SJG, Støpejern grått	48	1969	1,37

9553			300	SJG, Støpejern grått	87	193 0	9,61
12405			300	SJG, Støpejern grått	87	193 0	571,87
12410			300	SJG, Støpejern grått	87	193 0	22,17
20233	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	47	197 0	4,18
20254	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	48	196 9	79,2
20299	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	128,6
20300			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	11,69
20306	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	100,05
20308			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	29,45
20309			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	28,6
20311			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	120,71
20320			150	SJG, Støpejern grått	2017		39,25
20327			150	SJG, Støpejern grått	69	194 8	36,74
20341			150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	102,35
20343	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	49	196 8	0,58
20345			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	52,75
20347	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	49	196 8	42,62
20350			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	39,64
20352			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	39,07
20355			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	13,77
20356			150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	3,41
20358			150	SJG, Støpejern grått	2017		63,4
20359	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	0,5
20360	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	50	196 7	38,82

20365			150	SJG, Støpejern grått	2017		28,43
20366			150	SJG, Støpejern grått	50	196 7	62,19
20366	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	50	196 7	301,86
20368	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	153,89
20386	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJG, Støpejern grått	62	195 5	5,71
20387	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	0,96
20388	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	1,06
21210	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJG, Støpejern grått	33	198 4	105,95
21225	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	65	195 2	50,85
21244	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	49	196 8	41,34
22269			150	SJG, Støpejern grått	55	196 2	11,02
22270			150	SJG, Støpejern grått	55	196 2	85,09
23347			150	SJG, Støpejern grått	65	195 2	67,85
23352	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	57	196 0	25,07
23365	VL Vannledning	Hovednett	150	SJG, Støpejern grått	48	196 9	16,5
23374			150	SJG, Støpejern grått	55	196 2	71,79
23391			150	SJG, Støpejern grått	27	199 0	103,64
23394			150	SJG, Støpejern grått	27	199 0	44,63
23399			150	SJG, Støpejern grått	54	196 3	41,09
23402			150	SJG, Støpejern grått	54	196 3	56,4
23404			150	SJG, Støpejern grått	54	196 3	52,32
23414			150	SJG, Støpejern grått	59	195 8	36,18
23416			150	SJG, Støpejern grått	59	195 8	34,35

23431			100	SJG, Støpejern grått	20	199 7	30,64
23476			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	45,53
23479			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	42,61
23481			200	SJG, Støpejern grått	56	196 1	141,61
23523			150	SJG, Støpejern grått	56	196 1	22,17
23524			150	SJG, Støpejern grått	59	195 8	143,23
23527			200	SJG, Støpejern grått	56	196 1	41,2
23561			150	SJG, Støpejern grått	56	196 1	18,22
23562			150	SJG, Støpejern grått	56	196 1	55,64
23565			150	SJG, Støpejern grått	24	199 3	31,96
24418			200	SJG, Støpejern grått	56	196 1	115,46
24431			150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	3,68
24440			200	SJG, Støpejern grått	56	196 1	91,81
24446			200	SJG, Støpejern grått	56	196 1	35,07
24464			100	SJG, Støpejern grått	20	199 7	28,44
24480			150	SJG, Støpejern grått	59	195 8	5,35
24847			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	42,3
24850			100	SJG, Støpejern grått	72	194 5	18,39
24854			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	37,88
24857			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	26,06
24866			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	111,75
24874			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	213,01
24886			150	SJG, Støpejern grått	59	195 8	281,05

26859			200	SJG, Støpejern grått	67	195 0	25,42
27801			200	SJG, Støpejern grått	67	195 0	104,32
27856			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	49,58
27859			150	SJG, Støpejern grått	72	194 5	178,8
27860			200	SJG, Støpejern grått	67	195 0	27,07
27871			300	SJG, Støpejern grått	67	195 0	53,1
27872			300	SJG, Støpejern grått	2017		19,67
56171			350	SJG, Støpejern grått	67	195 0	531,62
71163			300	SJG, Støpejern grått	38	197 9	166,15
71254	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	195 5	0,84
72453	VL Vannledning	Hovednett	150	SJG, Støpejern grått	48	196 9	1,74
74545	VL Vannledning	Hovednett	250	SJG, Støpejern grått	57	196 0	18,95
74546	VL Vannledning	Hovednett	250	SJG, Støpejern grått	57	196 0	21,66
74547	VL Vannledning	Hovednett	250	SJG, Støpejern grått	57	196 0	22,21
74550	VL Vannledning	Hovednett	250	SJG, Støpejern grått	57	196 0	179,44
76425			400	SJG, Støpejern grått	36	198 1	210,23
76436			400	SJG, Støpejern grått	36	198 1	236,37
76949	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	43	197 4	17,03
76951	VL Vannledning	Hovednett	200	SJG, Støpejern grått	43	197 4	19,08
77006			400	SJG, Støpejern grått	36	198 1	17,77
95887			300	SJG, Støpejern grått	2017		102,73
95890			300	SJG, Støpejern grått	55	196 2	16,67
95932			450	SJG, Støpejern grått	2017		1,45
108934			400	SJG, Støpejern grått	36	198 1	7,34

139484	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJG, Støpejern grått	50	1967	0,96
152925	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJG, Støpejern grått	62	1955	0,4
158863	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJG, Støpejern grått	49	1968	1,59
866			600	SJK, Støpejern duktilt	30	1987	71,16
871			600	SJK, Støpejern duktilt	30	1987	45,99
875			600	SJK, Støpejern duktilt	30	1987	31,93
2189	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	58,21
2190	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	72,46
2202	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	2,55
2203	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	115,88
2205	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	8,85
2206	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	64,66
2207	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	69,6
2208	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	1,17
2209	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	17,56
2216	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	66,54
2251	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	73,17
2253	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	54,03
2254	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	45,73
2257	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	140,83
2325	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	47,67
2327	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	287,79
2331	VL Vannledning	Hovednett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	2,22

2346	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	27,89
2353	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	1,57
2355	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	34	1983	5,41
2360	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	2,93
2364	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	20,41
2365	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	28,58
5396			600	SJK, Støpejern duktilt	47	1970	86,84
5696			450	SJK, Støpejern duktilt	49	1968	89,93
5855			300	SJK, Støpejern duktilt	38	1979	102,35
6155			300	SJK, Støpejern duktilt	38	1979	569,35
6185			450	SJK, Støpejern duktilt	49	1968	66,75
6190			450	SJK, Støpejern duktilt	49	1968	221,08
13679			400	SJK, Støpejern duktilt	36	1981	1,4
13750			400	SJK, Støpejern duktilt	97	1920	29,79
14044			400	SJK, Støpejern duktilt	36	1981	30,29
14045			400	SJK, Støpejern duktilt	36	1981	21,3
14084			400	SJK, Støpejern duktilt	35	1982	127,64
14086			400	SJK, Støpejern duktilt	35	1982	177,83
14527			400	SJK, Støpejern duktilt	36	1981	448,55
14530			400	SJK, Støpejern duktilt	36	1981	40,77
20328			150	SJK, Støpejern duktilt	1	2016	30,42
20329			150	SJK, Støpejern duktilt	1	2016	4,14
20331			150	SJK, Støpejern duktilt	1	2016	3,6

20333			150	SJK, Støpejern duktilt	1	201 6	33,01
21218	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	4,78
21220	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	66,93
21222	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	91,1
21230			150	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	203
21230	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	202,1
21233	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	33	198 4	76,02
23382			150	SJK, Støpejern duktilt	27	199 0	3,98
23387			150	SJK, Støpejern duktilt	27	199 0	95,66
23429			150	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	3,76
24422			150	SJK, Støpejern duktilt	1	201 6	58,44
24425			150	SJK, Støpejern duktilt	1	201 6	9,3
24428			150	SJK, Støpejern duktilt	1	201 6	53,75
24834			200	SJK, Støpejern duktilt	1	201 6	124,69
28377			400	SJK, Støpejern duktilt	30	198 7	64,74
41048			400	SJK, Støpejern duktilt	30	198 7	54,64
43078			400	SJK, Støpejern duktilt	30	198 7	554,24
55373			600	SJK, Støpejern duktilt	41	197 6	44,92
55519			400	SJK, Støpejern duktilt	41	197 6	24,65
56032			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	162,45
56163			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	54,05
58241			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	7,88
58242			600	SJK, Støpejern duktilt	30	198 7	144,54

58274			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	249,69
58309			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	25,63
58315			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	12,1
58321			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	116,27
59410			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	110,25
59414			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	52,32
59415			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	136,32
59416			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	23,42
59417			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	93,75
59420			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	78,79
59430			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	200,76
59695			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	152,95
59696			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	40,93
59697			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	125,93
59725			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	348,28
59754			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	137,38
61026			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	96,7
61028			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	215,85
61044			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	159,04
61047			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	99,41
61120			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	331,75
61975			600	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	18,27
61976			600	SJK, Støpejern duktilt	57	196 0	148,59

62102			600	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	365,1
63656			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	191,81
63660			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	327,6
63758			600	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	528,08
65027			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	482,79
65028			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	34,48
65071			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	587,34
65084			450	SJK, Støpejern duktilt	50	196 7	74,62
70919	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	22	199 5	0,22
70920	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	22	199 5	4,94
70931	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	22	199 5	4,61
70935	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	198 0	42,24
70938	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	33,5
70973	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	157,95
71012	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	28,12
71013	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	51,96
71016	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	70,06
71031	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	38,27
71041	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	42,48
71043	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	47	197 0	1,32
71063	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	220,85
71065	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	22,48
71085	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	197 4	93,37

71086	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	69,58
71094	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	107,61
71095	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	3,04
71096	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	51,8
71115	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	44	1973	0,27
71118	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	44	1973	0,41
71189			300	SJK, Støpejern duktilt	21	1996	4,09
74488			400	SJK, Støpejern duktilt	29	1988	30,74
76236			300	SJK, Støpejern duktilt	19	1998	2,92
76923			400	SJK, Støpejern duktilt	31	1986	218,23
77257			400	SJK, Støpejern duktilt	35	1982	7,3
78639			450	SJK, Støpejern duktilt	48	1969	28,72
78640			400	SJK, Støpejern duktilt	18	1999	10,97
78641			400	SJK, Støpejern duktilt	19	1998	12,27
79717	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	133,74
81260	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	18	1999	61,44
82762			150	SJK, Støpejern duktilt	27	1990	185,35
82795			100	SJK, Støpejern duktilt	20	1997	27,73
84026	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	17	2000	54
85130			300	SJK, Støpejern duktilt	20	1997	31,37
85477			300	SJK, Støpejern duktilt	20	1997	95,24
85492			300	SJK, Støpejern duktilt	20	1997	174,12
85658			300	SJK, Støpejern duktilt	20	1997	20,59

85768			250	SJK, Støpejern duktilt	11	200 6	19,45
85769			300	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	42,29
86117			300	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	41,03
87541	VL Vannledning	Overføringsnett	300	SJK, Støpejern duktilt	17	200 0	5,16
87542	VL Vannledning	Hovednett	250	SJK, Støpejern duktilt	17	200 0	87,89
88275	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	17	200 0	2,86
88276	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	17	200 0	2,74
88297			400	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	233,27
88308	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	17	200 0	10,95
89739	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	19	199 8	4,18
89834			450	SJK, Støpejern duktilt	48	196 9	10,44
90781	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	21,92
90914	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	4,78
91393	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	116,72
93216	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	3,89
93220	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	1,47
93231	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	1,74
93479	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	7,44
93568	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	200 1	321,4
94654	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	0,67
94655	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	9,57
94659	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	0,58
94661	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	20	199 7	6,15

95457	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	10,89
95860			400	SJK, Støpejern duktilt	29	1988	1,28
95925			400	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	52,74
96161	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	15,61
96164	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	2,74
96773			300	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	12,28
96776			400	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	2,24
96777			300	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	3,55
96845	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	16,46
97983	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	87,11
99576	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	0,57
99615	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	1,99
99616	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	0,94
99617	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	1,01
100362	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	7,67
100365	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	6,71
100373	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	2,93
100566	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	33,14
100697	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	17,68
101166	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	0,53
101167	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	1,17
101304	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	15	2002	2,13
117951	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	2,88

117957	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	6,72
129282	VL Vannledning	Hovednett	250	SJK, Støpejern duktilt	17	2000	3,06
129283	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	12	2005	167,08
129313	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	12	2005	90,74
129317	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	12	2005	1,42
129321	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	12	2005	3,43
130317			250	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	58,58
130339	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	36,25
130340	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	2,48
130341	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	60,17
131601			150	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	52,22
131856			150	SJK, Støpejern duktilt	11	2006	19,55
132704			150	SJK, Støpejern duktilt	8	2009	29,93
133293	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	95,29
133294	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	123,56
133295	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	41	1976	5,07
133838	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	16,15
134196	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	2,67
134709	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	10	2007	116,75
135226	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	10	2007	3,47
137117	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	10	2007	4,26
138080	VL Vannledning	Hovednett	200	SJK, Støpejern duktilt	10	2007	13,06
138878	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	70,09

139705	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	10	2007	34,11
139906	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	88,96
140436	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	9	2008	10,37
140921			150	SJK, Støpejern duktilt	8	2009	36,34
141631	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	0,74
148789	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	6	2011	88,26
149391	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	6	2011	2,83
149392	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	6	2011	2,69
151611	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	21,88
151613	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	5	2012	3,82
152076	VL Vannledning	Hovednett	100	SJK, Støpejern duktilt	16	2001	7,72
152467	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	37	1980	149,85
152473	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	6,32
157430			450	SJK, Støpejern duktilt	49	1968	333,96
157780	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	3	2014	0,3
158302	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	3	2014	118,73
158460	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	3	2014	6
158461	VL Vannledning	Fordelingsnett	150	SJK, Støpejern duktilt	43	1974	91,11
160547	VL Vannledning	Fordelingsnett	100	SJK, Støpejern duktilt	12	2005	0,77
161912	VL Vannledning	Hovednett	150	SJK, Støpejern duktilt	1	2016	105,82
							39502,77
Materiale:			Lengde(m):		Prosent:		

AAS, Asbest-sement		4164,31		10,54 %		
BMU, Betong trykkrør armert		236,29		0,60 %		
BTR, Betong trykkrør dobbeltarmert		1691,29		4,28 %		
PE, Polyet. Usepes		2454,96		6,21 %		
PEH, Polyet. Høy dens		2226,64		5,64 %		
PEL, Polyet. Lav dens		303,35		0,77 %		
PPP, Polypropylen		44,29		0,11 %		
PVC, Polyvinylklorid		3150,89		7,98 %		
SJG, Støpejern grått		8631,78		21,85 %		
SJK, Støpejern duktilt		16598,97		42,02 %		

Antall beboere på Hessa

ID	KADRANR	Antallp	AAR
103	240953255	1	2017
2231	240958248	1	2017
2245	240958265	1	2017
2250	240958269	1	2017
2259	240958278	1	2017
2261	240958280	1	2017
2267	240958286	1	2017
2268	240979334	1	2017
2270	344153262	1	2017
5900	240965115	1	2017
5913	240965127	1	2017
5919	240965133	1	2017
5921	240965135	1	2017
5929	240965143	1	2017
5937	240965151	1	2017
5959	240965172	1	2017
5963	240965175	1	2017
5967	240965179	1	2017
5974	240965186	1	2017
5978	240965190	1	2017
5990	240965202	1	2017
6004	240965216	1	2017
6012	240965224	1	2017

ID	KADRANR	Antallp	AAR
6450	240965776	3	2017
6451	240965777	3	2017
6453	240965779	3	2017
6457	240965783	3	2017
6460	240965786	3	2017
6471	240965794	3	2017
6477	240965800	3	2017
6641	240966063	3	2017
6642	240966064	3	2017
6651	240966074	3	2017
6654	240966077	3	2017
6662	240966084	3	2017
7595	240968689	3	2017
7596	240968690	3	2017
7604	240967155	3	2017
7605	240976720	3	2017
7606	240976719	3	2017
7633	240967164	3	2017
7634	240967165	3	2017
7639	240967179	3	2017
7647	240967187	3	2017
9688	471848851	3	2017
9689	466799190	3	2017

6023	240965235	1	2017
6110	240965565	1	2017
6301	240965650	1	2017
6306	240965655	1	2017
6376	240965700	1	2017
6383	240965707	1	2017
6384	240965708	1	2017
6400	240965724	1	2017
6437	240965762	1	2017
6438	240965763	1	2017
6440	240965765	1	2017
6446	240965771	1	2017
6452	240965778	1	2017
6467	240985680	1	2017
6468	240965792	1	2017
6470	390188199	1	2017
6474	240965797	1	2017
6644	240966067	1	2017
6649	240966072	1	2017
6655	240966078	1	2017
7592	240967150	1	2017
7602	240967153	1	2017
7611	240967158	1	2017
7613	240967159	1	2017
7614	374344415	1	2017
7615	374344414	1	2017
7617	371635575	1	2017

9692	457395561	3	2017
9695	544093814	3	2017
9696	515181856	3	2017
9699	447630625	3	2017
9711	240968301	3	2017
9713	240968303	3	2017
9716	240968306	3	2017
9720	240968560	3	2017
9721	240968561	3	2017
9723	240968563	3	2017
9734	240968570	3	2017
9737	240968573	3	2017
9755	240968594	3	2017
9756	240968595	3	2017
9760	240968599	3	2017
9767	240968606	3	2017
9768	240968607	3	2017
9771	240968610	3	2017
9776	240968616	3	2017
9783	240968624	3	2017
9790	240968631	3	2017
9813	240968641	3	2017
9819	240968649	3	2017
9833	448673603	3	2017
10152	240969786	3	2017
10153	240969787	3	2017
10155	240969788	3	2017

7618	240981187	1	2017
7621	240981182	1	2017
7628	240974751	1	2017
7629	240974750	1	2017
7636	240967170	1	2017
7638	240967177	1	2017
7644	240967184	1	2017
9682	240968295	1	2017
9686	461398514	1	2017
9687	461398511	1	2017
9690	466799189	1	2017
9693	534127778	1	2017
9704	447650471	1	2017
9706	240968298	1	2017
9715	240968305	1	2017
9733	240974901	1	2017
9742	240968578	1	2017
9748	240968587	1	2017
9785	481176952	1	2017
9787	240968627	1	2017
9801	240973672	1	2017
9802	240973673	1	2017
9803	240973674	1	2017
9806	240973677	1	2017
9807	240973678	1	2017
9808	240973679	1	2017
9809	240973681	1	2017

10175	240969802	3	2017
10179	240973666	3	2017
10183	240969833	3	2017
10185	240969806	3	2017
10190	240969811	3	2017
10194	240969815	3	2017
10197	240969818	3	2017
10200	240969821	3	2017
10203	240969823	3	2017
10213	240969843	3	2017
10214	240969844	3	2017
10216	240969845	3	2017
10217	240969846	3	2017
10219	240969864	3	2017
10237	240969884	3	2017
12387	240979439	3	2017
12393	456280569	3	2017
12401	362001911	3	2017
12402	362001912	3	2017
12411	327094447	3	2017
12417	327114945	3	2017
12418	327114946	3	2017
12422	384217412	3	2017
12425	384217415	3	2017
12428	384217418	3	2017
12430	384234450	3	2017
12433	384234453	3	2017

9837	448673605	1	2017
10174	240969801	1	2017
10178	240969831	1	2017
10196	240969817	1	2017
10201	240969834	1	2017
10221	240969866	1	2017
10228	240969870	1	2017
10229	240969880	1	2017
10233	240969882	1	2017
12392	361989606	1	2017
12407	361989601	1	2017
12414	327114940	1	2017
12443	368823351	1	2017
12447	368823354	1	2017
12449	452490838	1	2017
12450	452490837	1	2017
12451	452490835	1	2017
12456	433295149	1	2017
12458	433295151	1	2017
12460	433295153	1	2017
12464	424394717	1	2017
12466	424396999	1	2017
12467	424397000	1	2017
12472	424394709	1	2017
12473	424394710	1	2017
12484	453522770	1	2017
12612	240985622	1	2017

12434	384234454	3	2017
12441	524606578	3	2017
12442	368823350	3	2017
12452	452490836	3	2017
12461	433295154	3	2017
12614	418092849	3	2017
12880	471687955	3	2017
12886	447765881	3	2017
12894	477198400	3	2017
12897	479614010	3	2017
2224	240958239	4	2017
2237	240958255	4	2017
2240	240958259	4	2017
2251	240958270	4	2017
2260	240958279	4	2017
2262	240958281	4	2017
2265	240958284	4	2017
2269	240979333	4	2017
2274	240958290	4	2017
5894	240965109	4	2017
5901	240965116	4	2017
5903	240965118	4	2017
5907	240965122	4	2017
5909	240969783	4	2017
5914	240965128	4	2017
5920	240965134	4	2017
5932	240965146	4	2017

12613	240985623	1	2017
12883	450359672	1	2017
12890	525411158	1	2017
2225	240958241	2	2017
2228	240958245	2	2017
2232	240958249	2	2017
2236	240958254	2	2017
2239	240958258	2	2017
2241	240958260	2	2017
2242	240958261	2	2017
2247	240958267	2	2017
2252	240958271	2	2017
2253	240958272	2	2017
2254	240958273	2	2017
2257	240958276	2	2017
2258	240958277	2	2017
2263	240958282	2	2017
5895	240965110	2	2017
5896	240965111	2	2017
5897	240965112	2	2017
5898	240965113	2	2017
5899	240965114	2	2017
5902	240965117	2	2017
5904	240965119	2	2017
5905	240965120	2	2017
5911	240965125	2	2017
5912	240965126	2	2017

5934	240965148	4	2017
5935	240965149	4	2017
5940	240965154	4	2017
5950	240965164	4	2017
5952	240965166	4	2017
5954	240965168	4	2017
5955	240965169	4	2017
5957	240965171	4	2017
5960	240969174	4	2017
5964	240965176	4	2017
5965	240965177	4	2017
5969	240965181	4	2017
5976	240965188	4	2017
5977	240965189	4	2017
5983	240965195	4	2017
6001	240965213	4	2017
6007	240965219	4	2017
6013	240965225	4	2017
6017	240965229	4	2017
6022	240965234	4	2017
6026	240965238	4	2017
6027	240965239	4	2017
6028	240965240	4	2017
6029	240965241	4	2017
6112	240965567	4	2017
6119	240974267	4	2017
6121	240965575	4	2017

5916	240965130	2	2017
5923	240965137	2	2017
5924	240965138	2	2017
5925	240965139	2	2017
5926	240965140	2	2017
5927	240965141	2	2017
5928	240965142	2	2017
5931	240965145	2	2017
5938	240965152	2	2017
5941	240965155	2	2017
5943	240965157	2	2017
5946	240965160	2	2017
5947	240965161	2	2017
5948	240965162	2	2017
5949	240965163	2	2017
5956	240965170	2	2017
5961	240965173	2	2017
5962	240965174	2	2017
5966	240965178	2	2017
5968	240965180	2	2017
5970	240965182	2	2017
5971	240965183	2	2017
5973	240965185	2	2017
5975	240965187	2	2017
5979	240965191	2	2017
5980	240965192	2	2017
5981	240965193	2	2017

6123	240965577	4	2017
6127	240965581	4	2017
6131	240965585	4	2017
6132	240965586	4	2017
6302	240965651	4	2017
6303	240965652	4	2017
6307	240965656	4	2017
6308	475761939	4	2017
6310	240976745	4	2017
6315	240974336	4	2017
6316	240974318	4	2017
6319	240974347	4	2017
6322	240976826	4	2017
6377	240965701	4	2017
6388	240965712	4	2017
6391	240965715	4	2017
6392	240965716	4	2017
6406	240983119	4	2017
6410	240965733	4	2017
6445	240965770	4	2017
6449	240965775	4	2017
6455	240965781	4	2017
6458	240979384	4	2017
6462	240965788	4	2017
6463	240965789	4	2017
6469	240965793	4	2017
6475	240965798	4	2017

5985	240965197	2	2017
5986	240965198	2	2017
5987	240965199	2	2017
5988	240965200	2	2017
5989	240965201	2	2017
5993	240965205	2	2017
5996	240965208	2	2017
5997	240965209	2	2017
5998	240965210	2	2017
5999	240965211	2	2017
6003	240965215	2	2017
6005	240965217	2	2017
6006	240965218	2	2017
6008	240965220	2	2017
6010	240965222	2	2017
6014	240965226	2	2017
6016	240965228	2	2017
6018	240965230	2	2017
6021	240965233	2	2017
6024	240965236	2	2017
6113	240965568	2	2017
6117	240965572	2	2017
6120	240965574	2	2017
6122	240965576	2	2017
6125	240965579	2	2017
6126	240965580	2	2017
6248	240968804	2	2017

6476	240965799	4	2017
6637	240966059	4	2017
6650	240966073	4	2017
6658	240966081	4	2017
6659	240979338	4	2017
6660	240966082	4	2017
7600	240968693	4	2017
7609	240967157	4	2017
7620	240981185	4	2017
7622	240981183	4	2017
7626	396601541	4	2017
7631	240967162	4	2017
7637	240967171	4	2017
7640	240967180	4	2017
7641	240967181	4	2017
9677	240968290	4	2017
9680	240968293	4	2017
9685	240971769	4	2017
9694	534127777	4	2017
9698	447630624	4	2017
9700	447630626	4	2017
9701	447630628	4	2017
9702	509087939	4	2017
9703	447650470	4	2017
9708	240968300	4	2017
9710	240985631	4	2017
9717	240968307	4	2017

6304	240965653	2	2017
6309	240965657	2	2017
6312	240965659	2	2017
6314	240965661	2	2017
6375	240965699	2	2017
6378	240965702	2	2017
6382	240965706	2	2017
6394	240965718	2	2017
6395	240965719	2	2017
6397	240965721	2	2017
6402	240965726	2	2017
6403	240965727	2	2017
6407	240965730	2	2017
6411	240965734	2	2017
6412	240965735	2	2017
6413	240965736	2	2017
6436	240965761	2	2017
6439	240965764	2	2017
6441	240965766	2	2017
6448	240965774	2	2017
6454	240965780	2	2017
6456	240965782	2	2017
6459	240965784	2	2017
6464	240965790	2	2017
6465	240965791	2	2017
6472	240965795	2	2017
6636	240965808	2	2017

9727	240974280	4	2017
9729	240968566	4	2017
9731	240968568	4	2017
9738	240968574	4	2017
9743	240968579	4	2017
9745	240968581	4	2017
9749	240968588	4	2017
9758	240968597	4	2017
9761	240968600	4	2017
9763	240968602	4	2017
9769	240968608	4	2017
9773	240968612	4	2017
9779	240968619	4	2017
9792	240968633	4	2017
9800	240968640	4	2017
9815	240968643	4	2017
9817	240968645	4	2017
9820	240968650	4	2017
9821	240975508	4	2017
9823	448673599	4	2017
9827	448673601	4	2017
9828	240981954	4	2017
9829	240981953	4	2017
9830	448673602	4	2017
9832	240980018	4	2017
9835	448673604	4	2017
9836	240981166	4	2017

6639	240966061	2	2017
6640	240966062	2	2017
6643	240966066	2	2017
6645	240966068	2	2017
6647	240966070	2	2017
6648	240966071	2	2017
6652	240966075	2	2017
6653	240966076	2	2017
6657	240966080	2	2017
6661	240966083	2	2017
7593	573098146	2	2017
7597	240968691	2	2017
7599	240968692	2	2017
7601	240968694	2	2017
7607	240967156	2	2017
7608	240974753	2	2017
7612	374344416	2	2017
7616	374344413	2	2017
7619	240981184	2	2017
7623	240981180	2	2017
7624	240981181	2	2017
7627	240974752	2	2017
7630	240974749	2	2017
7642	240967182	2	2017
7643	240967183	2	2017
7645	240967185	2	2017
7646	240967186	2	2017

9838	448673606	4	2017
9839	448673607	4	2017
9840	465738559	4	2017
10162	240969828	4	2017
10163	240969792	4	2017
10164	240969793	4	2017
10168	240969796	4	2017
10177	240969803	4	2017
10181	240969832	4	2017
10182	240969804	4	2017
10184	240969805	4	2017
10186	240969807	4	2017
10188	240969809	4	2017
10189	240969810	4	2017
10191	240969812	4	2017
10192	240969813	4	2017
10193	240969814	4	2017
10198	240969819	4	2017
10206	240969836	4	2017
10208	240969838	4	2017
10209	240969839	4	2017
10227	240979392	4	2017
10236	240969874	4	2017
10239	240969885	4	2017
10244	240969888	4	2017
10245	240974214	4	2017
10248	240979228	4	2017

7648	240967188	2	2017
9678	240968291	2	2017
9679	240968292	2	2017
9681	240968294	2	2017
9683	240968296	2	2017
9705	240968297	2	2017
9707	240972517	2	2017
9709	240985630	2	2017
9714	240968304	2	2017
9718	240968308	2	2017
9719	240968559	2	2017
9722	240968562	2	2017
9724	240974282	2	2017
9725	240968564	2	2017
9730	240968567	2	2017
9732	240968569	2	2017
9736	240968572	2	2017
9739	240968575	2	2017
9740	240968576	2	2017
9744	240968580	2	2017
9747	240968583	2	2017
9750	240968590	2	2017
9759	240968598	2	2017
9762	240968601	2	2017
9765	240968604	2	2017
9766	240968605	2	2017
9772	240968611	2	2017

12386	240979438	4	2017
12388	240979440	4	2017
12389	240979441	4	2017
12390	361989605	4	2017
12391	518012249	4	2017
12394	240985589	4	2017
12398	409630511	4	2017
12399	362001909	4	2017
12400	362001910	4	2017
12403	362001913	4	2017
12406	430550845	4	2017
12410	361989604	4	2017
12413	327114939	4	2017
12415	327114941	4	2017
12416	327114943	4	2017
12420	327114948	4	2017
12423	384217413	4	2017
12432	384234452	4	2017
12435	384234455	4	2017
12436	384234456	4	2017
12438	480818189	4	2017
12440	477316550	4	2017
12446	368823353	4	2017
12448	444137140	4	2017
12474	424394711	4	2017
12475	390827729	4	2017
12477	390827731	4	2017

9774	240968613	2	2017
9781	240968623	2	2017
9788	240968628	2	2017
9789	240968630	2	2017
9791	240968632	2	2017
9793	240968634	2	2017
9795	240968636	2	2017
9798	240968638	2	2017
9804	240973675	2	2017
9805	240973676	2	2017
9810	240973683	2	2017
9814	240968642	2	2017
9816	240968644	2	2017
9818	240968647	2	2017
9822	240975509	2	2017
9825	448673600	2	2017
10157	516988547	2	2017
10166	240969829	2	2017
10167	240969795	2	2017
10170	240975568	2	2017
10171	240969798	2	2017
10187	240969808	2	2017
10199	240969820	2	2017
10202	240969822	2	2017
10204	240969824	2	2017
10210	240969840	2	2017
10211	240969841	2	2017

12479	548418522	4	2017
12481	390827735	4	2017
12483	453522769	4	2017
12485	486577630	4	2017
12486	504142309	4	2017
12611	240982490	4	2017
12620	240984342	4	2017
12621	240984343	4	2017
12624	240984341	4	2017
12881	447765879	4	2017
12891	447765886	4	2017
12895	477930819	4	2017
2227	240958243	5	2017
2230	240958247	5	2017
2233	240958250	5	2017
2243	240958262	5	2017
2246	240958266	5	2017
2248	240958268	5	2017
2249	240976253	5	2017
2271	240958287	5	2017
2273	240958289	5	2017
5906	240965121	5	2017
5908	240965123	5	2017
5910	240965124	5	2017
5918	240965132	5	2017
5939	240965153	5	2017
5942	240965156	5	2017

10212	240969842	2	2017
10218	240969847	2	2017
10220	240969865	2	2017
10222	240969867	2	2017
10223	240969878	2	2017
10224	240969868	2	2017
10225	240969879	2	2017
10230	240969871	2	2017
10231	240969881	2	2017
10232	240969872	2	2017
10238	240969875	2	2017
10242	240969877	2	2017
10246	240969889	2	2017
10247	240969890	2	2017
10249	240982385	2	2017
12383	240980616	2	2017
12384	240980617	2	2017
12385	240980618	2	2017
12395	361989607	2	2017
12396	361989608	2	2017
12404	362001914	2	2017
12405	361989600	2	2017
12408	361989602	2	2017
12409	361989603	2	2017
12412	327094448	2	2017
12419	327114947	2	2017
12421	384217411	2	2017

5944	240965158	5	2017
5945	240965159	5	2017
5995	240965207	5	2017
6011	240965223	5	2017
6020	240965232	5	2017
6111	240965566	5	2017
6115	240965570	5	2017
6116	240965571	5	2017
6128	240965582	5	2017
6385	240965709	5	2017
6393	240965717	5	2017
6409	240965732	5	2017
6447	240965772	5	2017
6635	240965807	5	2017
6638	240966060	5	2017
6646	240966069	5	2017
6656	240966079	5	2017
7603	240967154	5	2017
7610	240974754	5	2017
7635	240967167	5	2017
9684	240971319	5	2017
9691	562707829	5	2017
9712	240968302	5	2017
9726	240974281	5	2017
9728	240968565	5	2017
9735	240968571	5	2017
9746	240968582	5	2017

12426	384217416	2	2017
12427	384217417	2	2017
12429	384234449	2	2017
12431	384234451	2	2017
12439	480818190	2	2017
12453	452490833	2	2017
12454	452490830	2	2017
12455	452490831	2	2017
12457	433295150	2	2017
12459	433295152	2	2017
12462	433295155	2	2017
12463	433295156	2	2017
12465	424394718	2	2017
12468	424394713	2	2017
12469	424394714	2	2017
12470	424394715	2	2017
12471	424394716	2	2017
12476	390827730	2	2017
12482	390827738	2	2017
12615	418092852	2	2017
12622	240982486	2	2017
12623	240984340	2	2017
12625	240984338	2	2017
12626	240984339	2	2017
12879	450359671	2	2017
12882	447765880	2	2017
12884	525411152	2	2017

9757	240968596	5	2017
9770	240968609	5	2017
9775	240968614	5	2017
9782	481176949	5	2017
9786	240968626	5	2017
9796	240968637	5	2017
9799	240968639	5	2017
9811	240973060	5	2017
9824	240981137	5	2017
9831	240982359	5	2017
9834	240981167	5	2017
10154	240974320	5	2017
10156	240969789	5	2017
10158	240969826	5	2017
10159	240969790	5	2017
10161	240969791	5	2017
10169	240969797	5	2017
10172	240969799	5	2017
10176	240969830	5	2017
10180	240973665	5	2017
10195	240969816	5	2017
10205	240969835	5	2017
10215	457133359	5	2017
10226	240969869	5	2017
10235	240969883	5	2017
10240	240969876	5	2017
10241	240969886	5	2017

12885	447765883	2	2017
12887	471687949	2	2017
12889	471687952	2	2017
12892	447765887	2	2017
12896	482223409	2	2017
2226	240958242	3	2017
2234	240958252	3	2017
2238	240958256	3	2017
2244	240958263	3	2017
2255	240958274	3	2017
2256	240958275	3	2017
2264	240958283	3	2017
5915	240965129	3	2017
5917	240965131	3	2017
5930	240965144	3	2017
5933	240965147	3	2017
5936	240965150	3	2017
5951	240965165	3	2017
5953	240965167	3	2017
5958	240969173	3	2017
5972	240965184	3	2017
5982	240965194	3	2017
5991	240965203	3	2017
5994	240965206	3	2017
6000	240965212	3	2017
6002	240965214	3	2017
6015	240965227	3	2017

10243	240969887	5	2017
12397	409630510	5	2017
12424	384217414	5	2017
12437	448889809	5	2017
12444	498525852	5	2017
12478	390827732	5	2017
12616	240983023	5	2017
12617	240982488	5	2017
12619	240982487	5	2017
12888	471687956	5	2017
2229	240958246	6	2017
2235	240958253	6	2017
5922	240965136	6	2017
5984	240965196	6	2017
5992	240965204	6	2017
6009	240965221	6	2017
6124	240965578	6	2017
6321	240974348	6	2017
6323	240974356	6	2017
6389	240965713	6	2017
6473	240965796	6	2017
9764	240968603	6	2017
9778	240968618	6	2017
9780	240968622	6	2017
9784	240968625	6	2017
9812	240973048	6	2017
10165	240969794	6	2017

6025	240965237	3	2017
6114	240965569	3	2017
6118	240965573	3	2017
6129	240965583	3	2017
6130	240965584	3	2017
6249	240965649	3	2017
6305	240965654	3	2017
6313	240965660	3	2017
6317	240975481	3	2017
6318	240975482	3	2017
6320	240974845	3	2017
6374	240965698	3	2017
6379	240965703	3	2017
6380	240965704	3	2017
6381	240965705	3	2017
6387	240965711	3	2017
6390	240965714	3	2017
6396	240965720	3	2017
6398	240965722	3	2017
6399	240965723	3	2017
6401	240965725	3	2017
6404	240965728	3	2017
6405	240965729	3	2017
6408	240965731	3	2017
6442	240965767	3	2017
6444	240965769	3	2017
	Total	741	

10173	240969800	6	2017
10207	240969837	6	2017
12445	368823352	6	2017
12618	240983057	6	2017
12893	447765888	6	2017
6019	240965231	7	2017
6311	240965658	7	2017
6386	240965710	7	2017
6461	240965787	7	2017
6466	240985679	7	2017
7594	240967151	7	2017
9697	447630623	7	2017
9741	240968577	7	2017
9794	240968635	7	2017
9797	240974338	7	2017
10160	240969827	7	2017
10234	240969873	7	2017
12480	390827733	7	2017
2266	240958285	8	2017
2272	240958288	8	2017
6443	240965768	8	2017
7632	240967163	9	2017
9777	240968617	9	2017
7598	240967152	10	2017
9826	240981161	10	2017
7625	429710531	40	2017
	Total	1745	

Vedlegg 7

Møtereferat

Møte Vasstranda behandlingsanlegg			
02.02.2017		11:00	Vasstranda
Møte innkalt av:	Gruppe		
Møtetype			
Møteleder	Gruppe		
Protokollfører	Even Kipperberg		
Tidtager			
Deltakere	Vidar Slinning, Even Kipperberg, Henrik Schnell og Anders Hemmingbye		
Prøvetaking med analyse			
[Avsatt tid]	[Foredragsholder]		
Diskusjon	I forbindelse med oppgaven er det nødvendig å fastslå konsentrasjonen av restklor i ledningsnett. Vi har derfor behov for prøvetakinger og analyser på utvalgte steder.		
Konklusjoner	Kommunen vil foreta prøvetaking med analyser av drikkevannet hver mandag i en lengre periode om nødvendig. Prøvene skal tas på disse stedene: Vannbehandlingsanlegget, høydebasseng Aksla, Skarbøvik og Hessa.		
Gjøremål		Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Datainnsamling			
[Avsatt tid]	[Foredragsholder]		
Diskusjon	I forbindelse med oppgaven trenger vi informasjon om prosesser, tilsetninger, vannkvalitet.		
Konklusjoner	Fikk en befaring gjennom anlegget der all informasjon vi trengte ble gått gjennom og forklart.		
Gjøremål		Ansvarlig person	Tidsfristdatoer

Møte med kommunen			
08.02.2017		08:00	Rådhuset
Møte innkalt av:	Bjørn Skulstad		
Møtetype			
Møteleder	Gruppe		
Protokollfører	Even Kipperberg		
Tidtager			
Deltakere	Bjørn Skulstad, Even Kipperberg, Henrik Schnell og Anders Hemminbye		
Rutiner			
Diskusjon	Ved vedlikehold av vannledninger ble det etterspurt om hvilke rutiner de hadde.		
Konklusjoner	Torgeir Sunde vil ettersende rutineene Ålesund kommune har. Det ble også diskutert i hvilken grad kommunen etterfølger rutineene.		
Gjøremål		Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Datainnsamling			
Diskusjon	Det ble diskutert hvor de nødvendige dataene kan hentes.		
Konklusjoner	Steven Jørgensen må kontaktes for å få tilgang på nødvendig data. Det vi trenger er: Driftsforstyrrelser fra Gemini Melding, ledningsnett med egenskaper i Hessa, antall abonnenter i Hessa, kartdata om ledningsnett fra høydebasseng Aksla til Hessa.		
Gjøremål		Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Kontakte Steven Jørgensen		Anders Hemmingbye	

Møte		
26.01.2017	13:30	NTNU i Ålesund
Møte innkalt av:	Razak Seidu	
Møtetype		
Møteleder	Razak Seidu	
Protokollfører	Even Kipperberg	
Tidtager		
Deltakere	Razak Seidu, Bjørn Skulstad, Even Kipperberg, Henrik W. Schnell, Anders Hemmingbye og Andreas Longva	
Ramme for oppgaven		
Diskusjon	Det ble diskutert hva oppgaven skulle ta for seg. Rammene, hensikten og målet.	
Konklusjoner	Oppgaven skal ta for seg ledningsnettets innvirkning på kvaliteten til drikkevannet. Området oppgaven skal ta utgangspunkt i er Hessa-området. Kommunen godkjenner oppgaven slik den ble lagt fram i forprosjektrapporten.	
Gjøremål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Videre gjøremål er kartlegging av prosjektområde, kontakt med vannverket for prøver. Opprettholder jevnlig kontakt med Razak	Gruppe	

Vedlegg 8

Beregninger og analyse

Inaktiveringskoeffisient (α)

Patogen	Konsentrasjon klor (mg/L)	Kontaktid (min)	Inaktivering N/N _o %
Norovirus	1.0	0.07	99.99
Campylobacter	0.1	5	99-99.9
Giardia	1.5	10	99.9

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\alpha C^n t$$

Gir:

$$\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{C^n t}$$

Velger å bruke n=1.

Norovirus

$$\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{C^n t} = -\frac{\ln(0.9999)}{1.0 \times 0.07} = 0.00142$$

Campylobacter

$$\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{C^n t} = -\frac{\ln\left(\frac{0.99 + 0.999}{2}\right)}{0.1 \times 5} = 0.01103$$

Giardia

$$\alpha = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{C^n t} = -\frac{\ln(0.999)}{1.5 \times 10} = 0.000066$$

Beregning av tiden (t) fra behandlingsanlegg til Hessa

Dimensjon	300	400	450	600	800
	Lengde	Lengde	Lengde	Lengde	Lengde
	112,04	6,23	1,69	70,47	247,38
	125,1	6,73	2,62	46,27	229,2
	19,03	60,32	191,76	3,26	44,75
	97,35	15,41	402,13	175,97	265,43
	128,84	192,88	517,16	74,33	133,21
	104,83	2,22	587,22	12,08	168,5
	77,13	2,7		116,25	130,73
	20,84	162,81		200,74	487,72
	198,23	219,87		23,42	213,26
	62,42	12,61		93,73	14,01
	106,77	40,31		78,78	
	80,14	210,72		86,83	
	32,71	46,26		52,31	
	174,66	73,88		136,3	
	126,43	140,68		110,23	
	38,5	2,24		137,36	
	132,61			152,92	
	72,16			40,93	
	181,33			125,94	
	109,47			348,21	
	20,46			331,68	
	585,6			99,4	
	16,3			158,84	
	115,93			215,82	
	347,28			96,69	

115,63	365,06
60,57	148,56
3,67	18,28
0,51	527,99
26,76	0,87
72,04	378,2
0,86	6,48
1,09	256,11
66,15	130,14
276,4	41,36

6,01

	Total meter		Tid (min) høy		Tid (min) lav	
300	3715,85		109,3853344 Minutt		76,76163816 Minutt	
400	1195,87		62,58386333 Minutt		43,91850058 Minutt	
450	1702,58		112,7693222 Minutt		79,13636645 Minutt	
600	4861,81		572,4781275 Minutt		401,7390368 Minutt	
800	1934,19		404,89044 Minutt		284,1336421 Minutt	
Total lengde	13410,3	Total tid	1262,107087 Minutt		885,6891841 Minutt	
			21,03511812 Timer		14,7614864 Timer	Snitt 17,89830226 Timer
Qhøy	0,057 m3/s					
Qlav	0,04 m3/s					

Doble ledninger fra behandlingsanlegget til Hessa, antar at tiden doubles. Får:

2147,796272 min

Klorreaksjonskoeffisient (K)

Klorkonsentrasjon vannbehandlingsanlegg

Dato	Kl	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Gjennomsnitt
25.04.2017	10:00	0.175	0.134	0.145	0.196	0.1625
25.04.2017	11:00	0.170	0.114	0.095	0.081	0.115
25.04.2017	12:00	0.072	0.115	0.171	0.176	0.1335
25.04.2017	13:00	0.361	0.306	0.147	0.220	0.2585
25.04.2017	14:00	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
25.04.2017	14:30	0.506	0.197	0.056	0.292	0.26275
25.04.2017	15:00	0.256	0.137	0.127	0.203	0.18075

Beregner gjennomsnittlig restklorkonsentrasjon ut av vannbehandlingsanlegget:

$$C_o = \frac{\sum C_n}{n} = \frac{0.1625 + 0.115 + 0.1335 + 0.2585 + 0.04 + 0.26275 + 0.18075}{7} = 0.1647 \text{ mg/L}$$

Klorkonsentrasjon Hessa

Dato	Kl	Restklor
03.04.2017	10:50	<0.05
03.04.2017	12:20	0.088
03.04.2017	13:25	<0.05
03.04.2017	14:15	<0.05
03.04.2017	15:15	<0.05
03.04.2017	17:30	0.080

Antar gjennomsnittlig klorkonsentrasjon på Hessa:

$$C = 0.054 \text{ mg/L}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\alpha C^n t$$

Gjøres om og får:

$$K = -\frac{\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{t} = -\frac{\ln\left(\frac{0.054}{0.1647}\right)}{2147.79} = 0.00053 \text{ /min}$$

Log-reduksjon

$$Log_{red} = LogC_{in} - LogC_{out}$$

Scenario 1

1 time

Mikroorganisme	C _{in}	C _{out}	Log _{red}
Norovirus	796.11	775.44	0.01142487943
Campylobacter	499372.13	407074.16	0.0887507653
Giardia	1710.62	1708.53	0.00053093639

2 timer

Mikroorganisme	C _{in}	C _{out}	Log _{red}
Norovirus	796.11	775.66	0.01130168326
Campylobacter	499372.13	403621.34	0.09245018078
Giardia	1710.62	1708.63	0.00050551794

Scenario 2

Strek 1

Mikroorganisme	C _{in}	C _{out}	Log _{red}
Norovirus	5437.0	123.08	1.64517
Campylobacter	457812.0	10131.12	1.6550
Giardia	5723.0	129.97	1.6437

Strek 2

Mikroorganisme	C _{in}	C _{out}	Log _{red}
Norovirus	5437	5126.66	0.0255
Campylobacter	457812	290013.03	0.1982
Giardia	5723	5707.39	0.0011

Strek 3

Mikroorganisme	C _{in}	C _{out}	Log _{red}
----------------	-----------------	------------------	--------------------

Norovirus	5437	5019.65	0.0346
Campylobacter	457812	246186.3	0.2694
Giardia	5723	5701.79	0.0016

Strek 4

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	5437	5043.33	0.0326
Campylobacter	457812	255350.84	0.2535
Giardia	5723	5703.04	0.015

Scenario 3 Node 207

30 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	486.21	452.65	0.0289
Campylobacter	311986.38	184492.64	0.2281
Giardia	1037.39	1029.57	0.0032

60 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	486.21	455.04	0.0266
Campylobacter	311986.38	185465.36	0.2258
Giardia	1037.39	1035	0.0010

180 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	486.21	436.72	0.0266
Campylobacter	311986.38	180439.28	0.2378
Giardia	1037.39	991.43	0.0196

Scenario 3 Node 255

30 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	1375.5	1323.16	0.0168
Campylobacter	844316.06	624642.63	0.1308
Giardia	2849.76	2844.62	0.0007

60 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	1375.5	1286.05	0.0292
Campylobacter	844316.06	500807.88	0.2268
Giardia	2849.76	218953.58	0.0013

180 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	1375.5	195.02	0.8483
Campylobacter	844316.06	73320.38	1.06
Giardia	2849.76	432.94	0.8183

Scenario 3 Node 259

30 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	14.19	13.15	0.0330
Campylobacter	8923.47	4941.66	0.2566
Giardia	30.2	30.09	0.0015

60 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	14.19	13.15	0.0330
Campylobacter	8923.47	4941.66	0.2566
Giardia	30.2	30.09	0.0015

180 min

Mikroorganisme	C_{in}	C_{out}	Log_{red}
Norovirus	14.19	13.15	0.0330
Campylobacter	8923.47	4941.66	0.2566
Giardia	30.2	30.09	0.0015

Analysér antall eksponerte

Scenario 1 1 time

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	39	12:00-13:00	
13:00-14:00	30	13:00-14:00	
14:00-15:00	30	14:00-15:00	
15:00-16:00	30	15:00-16:00	
16:00-17:00	25	16:00-17:00	
17:00-18:00	25	17:00-18:00	
18:00-19:00	17	18:00-19:00	
19:00-20:00	17	19:00-20:00	
20:00-21:00	15	20:00-21:00	
21:00-22:00	15	21:00-22:00	
22:00-23:00	12	22:00-23:00	
23:00-0:00	12	23:00-0:00	
0:00-01:00	11	0:00-01:00	
01:00-02:00	11	01:00-02:00	
02:00-03:00	11	02:00-03:00	
03:00-04:00		03:00-04:00	
04:00-05:00		04:00-05:00	
05:00-06:00		05:00-06:00	
06:00-07:00		06:00-07:00	
07:00-08:00		07:00-08:00	
08:00-09:00		08:00-09:00	
09:00-10:00		09:00-10:00	
10:00-11:00		10:00-11:00	

11:00-12:00

11:00-12:00

Total	87
--------------	-----------

Scenario 1 2 timer

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	39	12:00-13:00	
13:00-14:00	39	13:00-14:00	
14:00-15:00	30	14:00-15:00	
15:00-16:00	30	15:00-16:00	
16:00-17:00	25	16:00-17:00	
17:00-18:00	25	17:00-18:00	
18:00-19:00	42	18:00-19:00	
19:00-20:00	17	19:00-20:00	
20:00-21:00	17	20:00-21:00	
21:00-22:00	17	21:00-22:00	
22:00-23:00	15	22:00-23:00	
23:00-0:00	12	23:00-0:00	
0:00-01:00	11	0:00-01:00	
01:00-02:00	11	01:00-02:00	
02:00-03:00	11	02:00-03:00	
03:00-04:00	11	03:00-04:00	
04:00-05:00		04:00-05:00	
05:00-06:00		05:00-06:00	
06:00-07:00		06:00-07:00	
07:00-08:00		07:00-08:00	
08:00-09:00		08:00-09:00	
09:00-10:00		09:00-10:00	
10:00-11:00		10:00-11:00	
11:00-12:00		11:00-12:00	

Total	87
--------------	-----------

Scenario 2 Strekk 1

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	15	12:00-13:00	56
13:00-14:00	66	13:00-14:00	56
14:00-15:00	66	14:00-15:00	56
15:00-16:00	124	15:00-16:00	56
16:00-17:00	66	16:00-17:00	56
17:00-18:00	66	17:00-18:00	30
18:00-19:00	66	18:00-19:00	20
19:00-20:00	90	19:00-20:00	Hessa IL
20:00-21:00	106	20:00-21:00	Hessa IL
21:00-22:00	80	21:00-22:00	Hessa IL
22:00-23:00	60	22:00-23:00	Hessa IL
23:00-0:00	60	23:00-0:00	Hessa IL
0:00-01:00	62	0:00-01:00	Hessa IL
01:00-02:00	30	01:00-02:00	Hessa IL
02:00-03:00	35	02:00-03:00	0
03:00-04:00	35	03:00-04:00	0
04:00-05:00	35	04:00-05:00	0
05:00-06:00	37	05:00-06:00	0
06:00-07:00	37	06:00-07:00	0
07:00-08:00	37	07:00-08:00	0
08:00-09:00	37	08:00-09:00	0
09:00-10:00	37	09:00-10:00	0
10:00-11:00	56	10:00-11:00	0
11:00-12:00	56	11:00-12:00	0

Total	307
--------------	-----

Scenario 2 Strekk 2

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	2	12:00-13:00	20
13:00-14:00	6	13:00-14:00	31
14:00-15:00	12	14:00-15:00	31
15:00-16:00	423	15:00-16:00	31
16:00-17:00	423	16:00-17:00	31
17:00-18:00	33	17:00-18:00	31
18:00-19:00	33	18:00-19:00	31
19:00-20:00	33	19:00-20:00	31
20:00-21:00	33	20:00-21:00	31
21:00-22:00	33	21:00-22:00	31
22:00-23:00	33	22:00-23:00	31
23:00-0:00	44	23:00-0:00	31
0:00-01:00	30	0:00-01:00	31
01:00-02:00	50	01:00-02:00	31
02:00-03:00	59	02:00-03:00	31
03:00-04:00	59	03:00-04:00	31
04:00-05:00	59	04:00-05:00	31
05:00-06:00	59	05:00-06:00	31
06:00-07:00	40	06:00-07:00	31
07:00-08:00	45	07:00-08:00	31
08:00-09:00	30	08:00-09:00	31
09:00-10:00	20	09:00-10:00	31
10:00-11:00	20	10:00-11:00	31
11:00-12:00	20	11:00-12:00	31

Total	413
--------------	------------

Scenario 2 Strekk 3

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	79	12:00-13:00	200
13:00-14:00	102	13:00-14:00	200
14:00-15:00	66	14:00-15:00	150
15:00-16:00	79	15:00-16:00	125
16:00-17:00	79	16:00-17:00	140
17:00-18:00	50	17:00-18:00	140
18:00-19:00	39	18:00-19:00	140
19:00-20:00	39	19:00-20:00	120
20:00-21:00	39	20:00-21:00	120
21:00-22:00	83	21:00-22:00	120
22:00-23:00	115	22:00-23:00	120
23:00-0:00	94	23:00-0:00	120
0:00-01:00	155	0:00-01:00	120
01:00-02:00	220	01:00-02:00	120
02:00-03:00	200	02:00-03:00	120
03:00-04:00	220	03:00-04:00	120
04:00-05:00	270	04:00-05:00	120
05:00-06:00	270	05:00-06:00	120
06:00-07:00	270	06:00-07:00	120
07:00-08:00	267	07:00-08:00	120
08:00-09:00	242	08:00-09:00	80
09:00-10:00	230	09:00-10:00	22
10:00-11:00	200	10:00-11:00	22
11:00-12:00	207	11:00-12:00	22

Total	898
--------------	------------

Scenario 2 Strekk 4

Døgn 1		Døgn 2	
KI	Antall PE	KI	Antall PE
12:00-13:00	26	12:00-13:00	51
13:00-14:00	36	13:00-14:00	51
14:00-15:00	36	14:00-15:00	51
15:00-16:00	15	15:00-16:00	51
16:00-17:00	32	16:00-17:00	51
17:00-18:00	35	17:00-18:00	51
18:00-19:00	35	18:00-19:00	51
19:00-20:00	35	19:00-20:00	51
20:00-21:00	65	20:00-21:00	51
21:00-22:00	61	21:00-22:00	51
22:00-23:00	61	22:00-23:00	51
23:00-0:00	61	23:00-0:00	51
0:00-01:00	61	0:00-01:00	51
01:00-02:00	61	01:00-02:00	51
02:00-03:00	61	02:00-03:00	51
03:00-04:00	61	03:00-04:00	0
04:00-05:00	61	04:00-05:00	0
05:00-06:00	61	05:00-06:00	0
06:00-07:00	65	06:00-07:00	0
07:00-08:00	65	07:00-08:00	0
08:00-09:00	50	08:00-09:00	0
09:00-10:00	65	09:00-10:00	0
10:00-11:00	51	10:00-11:00	0
11:00-12:00	51	11:00-12:00	0

Total	192
--------------	------------

Scenario 3 Node 207**30min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	69	05:00-06:00	131
10:00-11:00	46	06:00-07:00	131
11:00-12:00	46	07:00-08:00	144
12:00-13:00	61	08:00-09:00	144
13:00-14:00	83	09:00-10:00	114
14:00-15:00	135	10:00-11:00	114
15:00-16:00	128	11:00-12:00	114
16:00-17:00	134	12:00-13:00	114
17:00-18:00	164	13:00-14:00	114
18:00-19:00	173	14:00-15:00	114
19:00-20:00	214	15:00-16:00	114
20:00-21:00	216	16:00-17:00	114
21:00-22:00	199	17:00-18:00	114
22:00-23:00	199	18:00-19:00	123
23:00-0:00	162	19:00-20:00	104
0:00-01:00	162	20:00-21:00	55
01:00-02:00	153	21:00-22:00	55
02:00-03:00	153	22:00-23:00	55
03:00-04:00	153	23:00-0:00	55
04:00-05:00	131		

Total 715

Scenario 3 Node 207**60min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	69	05:00-06:00	131
10:00-11:00	46	06:00-07:00	131
11:00-12:00	64	07:00-08:00	144
12:00-13:00	79	08:00-09:00	144
13:00-14:00	83	09:00-10:00	114
14:00-15:00	129	10:00-11:00	114
15:00-16:00	174	11:00-12:00	114
16:00-17:00	169	12:00-13:00	114
17:00-18:00	229	13:00-14:00	114
18:00-19:00	229	14:00-15:00	114
19:00-20:00	242	15:00-16:00	114
20:00-21:00	236	16:00-17:00	114
21:00-22:00	236	17:00-18:00	114
22:00-23:00	236	18:00-19:00	123
23:00-0:00	182	19:00-20:00	104
0:00-01:00	153	20:00-21:00	55
01:00-02:00	187	21:00-22:00	55
02:00-03:00	153	22:00-23:00	55
03:00-04:00	153	23:00-0:00	55
04:00-05:00	131		
		<hr/> Total	715 <hr/> <hr/>

Scenario 3 Node 207**180min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	69	05:00-06:00	165
10:00-11:00	115	06:00-07:00	165
11:00-12:00	133	07:00-08:00	144
12:00-13:00	125	08:00-09:00	144
13:00-14:00	162	09:00-10:00	144
14:00-15:00	196	10:00-11:00	114
15:00-16:00	188	11:00-12:00	114
16:00-17:00	190	12:00-13:00	117
17:00-18:00	229	13:00-14:00	117
18:00-19:00	229	14:00-15:00	118
19:00-20:00	262	15:00-16:00	120
20:00-21:00	236	16:00-17:00	122
21:00-22:00	214	17:00-18:00	122
22:00-23:00	214	18:00-19:00	123
23:00-0:00	202	19:00-20:00	104
0:00-01:00	195	20:00-21:00	104
01:00-02:00	195	21:00-22:00	55
02:00-03:00	153	22:00-23:00	55
03:00-04:00	153	23:00-0:00	55
04:00-05:00	165		
		<hr/> Total	715 <hr/> <hr/>

Scenario 3 Node 255**30min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	436	05:00-06:00	11
10:00-11:00	50	06:00-07:00	11
11:00-12:00	50	07:00-08:00	11
12:00-13:00	39	08:00-09:00	11
13:00-14:00	39	09:00-10:00	11
14:00-15:00	39	10:00-11:00	11
15:00-16:00	39	11:00-12:00	11
16:00-17:00	39	12:00-13:00	11
17:00-18:00	25	13:00-14:00	11
18:00-19:00	42	14:00-15:00	11
19:00-20:00	42	15:00-16:00	11
20:00-21:00	17	16:00-17:00	10
21:00-22:00	17	17:00-18:00	10
22:00-23:00	17	18:00-19:00	10
23:00-0:00	17	19:00-20:00	10
0:00-01:00	11	20:00-21:00	10
01:00-02:00	11	21:00-22:00	10
02:00-03:00	11	22:00-23:00	10
03:00-04:00	11	23:00-0:00	10
04:00-05:00	11		

Total 373

Scenario 3 Node 255**60min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	436	05:00-06:00	11
10:00-11:00	50	06:00-07:00	11
11:00-12:00	75	07:00-08:00	11
12:00-13:00	64	08:00-09:00	11
13:00-14:00	42	09:00-10:00	11
14:00-15:00	42	10:00-11:00	11
15:00-16:00	42	11:00-12:00	11
16:00-17:00	42	12:00-13:00	11
17:00-18:00	53	13:00-14:00	11
18:00-19:00	28	14:00-15:00	11
19:00-20:00	28	15:00-16:00	11
20:00-21:00	11	16:00-17:00	11
21:00-22:00	11	17:00-18:00	11
22:00-23:00	11	18:00-19:00	11
23:00-0:00	11	19:00-20:00	11
0:00-01:00	11	20:00-21:00	11
01:00-02:00	11	21:00-22:00	20
02:00-03:00	11	22:00-23:00	20
03:00-04:00	11	23:00-0:00	20
04:00-05:00	11		

Total 383

Scenario 3 Node 255**180min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	436	05:00-06:00	96
10:00-11:00	539	06:00-07:00	96
11:00-12:00	623	07:00-08:00	100
12:00-13:00	644	08:00-09:00	96
13:00-14:00	228	09:00-10:00	96
14:00-15:00	255	10:00-11:00	96
15:00-16:00	370	11:00-12:00	66
16:00-17:00	363	12:00-13:00	66
17:00-18:00	349	13:00-14:00	51
18:00-19:00	310	14:00-15:00	50
19:00-20:00	301	15:00-16:00	49
20:00-21:00	188	16:00-17:00	49
21:00-22:00	167	17:00-18:00	45
22:00-23:00	150	18:00-19:00	40
23:00-0:00	150	19:00-20:00	20+Hessa IL
0:00-01:00	150	20:00-21:00	20+Hessa IL
01:00-02:00	140	21:00-22:00	20+Hessa IL
02:00-03:00	120	22:00-23:00	20+Hessa IL
03:00-04:00	120	23:00-0:00	20+Hessa IL
04:00-05:00	100		

Total 1047

Scenario 3 Node 259**30min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	641	05:00-06:00	123
10:00-11:00	761	06:00-07:00	129
11:00-12:00	749	07:00-08:00	129
12:00-13:00	229	08:00-09:00	80
13:00-14:00	167	09:00-10:00	75
14:00-15:00	232	10:00-11:00	72
15:00-16:00	201	11:00-12:00	118
16:00-17:00	412	12:00-13:00	115
17:00-18:00	295	13:00-14:00	100
18:00-19:00	275	14:00-15:00	90
19:00-20:00	263	15:00-16:00	70
20:00-21:00	270	16:00-17:00	40
21:00-22:00	233	17:00-18:00	50
22:00-23:00	156	18:00-19:00	50
23:00-0:00	132	19:00-20:00	50
0:00-01:00	107	20:00-21:00	50
01:00-02:00	91	21:00-22:00	50
02:00-03:00	88	22:00-23:00	50
03:00-04:00	110	23:00-0:00	50
04:00-05:00	109		
		Total	2196

Scenario 3 Node 259**60min**

KI	Antall PE	KI	Antall PE
09:00-10:00	641	05:00-06:00	130
10:00-11:00	821	06:00-07:00	136
11:00-12:00	856	07:00-08:00	129
12:00-13:00	460	08:00-09:00	100
13:00-14:00	475	09:00-10:00	118
14:00-15:00	315	10:00-11:00	118
15:00-16:00	330	11:00-12:00	118
16:00-17:00	395	12:00-13:00	118
17:00-18:00	316	13:00-14:00	100
18:00-19:00	320	14:00-15:00	100
19:00-20:00	325	15:00-16:00	88
20:00-21:00	309	16:00-17:00	80
21:00-22:00	320	17:00-18:00	80
22:00-23:00	300	18:00-19:00	70
23:00-0:00	282	19:00-20:00	65
0:00-01:00	191	20:00-21:00	70
01:00-02:00	195	21:00-22:00	70
02:00-03:00	180	22:00-23:00	45
03:00-04:00	200	23:00-0:00	50
04:00-05:00	157		

Total 2196

Scenario 3 Node 259**180min****KI Antall PE**

09:00-10:00	641	05:00-06:00	150
10:00-11:00	775	06:00-07:00	151
11:00-12:00	967	07:00-08:00	213
12:00-13:00	1136	08:00-09:00	207
13:00-14:00	520	09:00-10:00	190
14:00-15:00	393	10:00-11:00	160
15:00-16:00	471	11:00-12:00	139
16:00-17:00	500	12:00-13:00	149
17:00-18:00	520	13:00-14:00	149
18:00-19:00	477	14:00-15:00	156
19:00-20:00	306	15:00-16:00	110
20:00-21:00	311	16:00-17:00	112
21:00-22:00	368	17:00-18:00	114
22:00-23:00	361	18:00-19:00	112
23:00-0:00	301	19:00-20:00	112
0:00-01:00	283	20:00-21:00	110+Hessa IL
01:00-02:00	300	21:00-22:00	110+Hessa IL
02:00-03:00	318	22:00-23:00	110+Hessa IL
03:00-04:00	296	23:00-0:00	138+Hessa IL
04:00-05:00	252		

Total 2196
