

Andrianantenaina Herinjandry
Rasamizafimanantsoa,
Tobias Brandal Røvik,
Sivert Olai Olsen Vorren

Effektene av å innføre vakuumentnologi i fire boligblokker

10002, 10031, 10041

Bacheloroppgave i Vann- og miljøteknikk

Veileder: Razak Seidu

Mai 2021

Andrianantenaina Herinjandry
Rasamizafimanantsoa,
Tobias Brandal Røvik,
Sivert Olai Olsen Vorren

Effektene av å innføre vakuumteknologi i fire boligblokker

10002, 10031, 10041

Bacheloroppgave i Vann- og miljøteknikk
Veileder: Razak Seidu
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

TITTEL:

Effektene av å innføre vakuumentnologi i fire boligblokker

KANDIDATNUMMER(E):

10002

10031

10041

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
20.05.2021	IB303312	Bacheloroppgave	
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Vann- og miljøteknikk	83/82		

VEILEDER(E):

Razak Seidu

SAMMENDRAG:

Hensikten med bacheloroppgaven er å undersøke hvordan innføringen av vakuuntoaletter fra Jets vil påvirke fire boligblokker i Ålesund. Boligblokkene ble modellert med hjelp av plantegninger, hvor tre scenarier ble vurdert.

Vurderingene ble gjennomført på grunnlag av beregninger om vannforbruket, energiforbruket, og relaterte kostnader ved installasjon av vakuuntoalettene.

Grunnet klimaendringer og økning i befolkningsvekst og vannforbruk, vil det være nedgang i ferskvannsressursene rundt om i verden. Vannbesparende tiltak må derfor vurderes, slik at man er mer rustet for fremtidige utfordringer.

Resultatene viser relativt høye investeringskostnader ved innføring av vakuumsystem, fordi det krever flere komponenter. Likevel vil innføringen medføre flere miljø- og økonomiske fordeler. Vannforbruket knyttet til toalettforbruket kan reduseres med 83 %, ettersom vakuuntoalettene bruker 1/6 av vannmengden til et tradisjonelt vannklosett. I et sentralisert avløpssystem påvirker vannforbruket energiforbruket, hvor mindre bruk av vann reduserer avløpsmengden som må transporteres og renses. Det reduserte vann- og energiforbruket medfører en økonomisk gevinst innenfor årlige vann- og avløpskostnader for boligblokkene.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

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 §§14 og 15.	<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 høgskolens studieforskrift §31	<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 HiM 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: 20.05.2021

FORORD

Denne oppgaven er et avsluttende arbeid for en treårig bachelorgrad i Vann- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven er skrevet av tre studenter ved NTNU i Ålesund, og er utarbeidet ved Institutt for Havromsoperasjoner og Byggteknikk.

Med dette ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder: Razak Seidu. Han har vært en dyktig og hjelpelig veileder som alltid stiller opp med godt humør, og har gitt oss mange verdifulle anbefalinger.

Fra bedriften Jets Vacuum AS vil vi takke Øyvind Tørlen, Bjarte Hauge og Thomas Pedersen. De har bistått med veiledning og teknisk informasjon om produkter knyttet til installasjonen av vakuumsystemet ved boligblokkene.

Videre vil vi takke studentsamskipnaden i Ålesund. De har gitt oss nyttig informasjon, som har gjort det mulig å visualisere og gjennomføre oppgaven.

Arbeidet med oppgaven har vært spennende, utfordrende, og overkommelig takket være godt samarbeid gjennom hele perioden. Vi vil derfor ta denne anledningen å takke hverandre for et hyggelig samspill og miljø i gruppen.

Ålesund, 20.05.2021

Andrianantenaina

Andrianantenaina Herinjandry
Rasamizafimanantsoa

Tobias Brandal Røvik

Tobias Brandal Røvik

Sivert Vorren

Sivert Olai Olsen Vorren

INNHold

SAMMENDRAG	VIII
ABSTRACT	IX
TERMINOLOGI	X
1 INNLEDNING	1
1.1 TEMA OG BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA	1
1.2 OPPDRAGSGIVER	2
1.3 STUDIENS HENSIKT OG PROBLEMSTILLING	3
1.4 AVGRENSNINGER OG OMFANG	3
1.5 VIDERE OPPBYGGING AV OPPGAVEN.....	4
2 TEORETISK GRUNNLAG	5
2.1 SENTRALISERT AVLØPSSYSTEM	5
2.1.1 <i>Vannklosett</i>	6
2.1.2 <i>Ledningsnettet</i>	6
2.1.3 <i>Energibruk ved sentralisert avløpssystem</i>	7
2.2 DESENTRALISERT AVLØPSSYSTEM	8
2.2.1 <i>Avløpshåndtering</i>	9
2.3 SIRKULÆRØKONOMI	9
2.3.1 <i>Gjenbruk av ressurser</i>	10
2.3.2 <i>Biogass og biorest</i>	10
2.4 VAKUUMTEKNOLOGI	11
2.4.1 <i>Vakuumtoalett</i>	11
2.4.2 <i>Ledningsnettet</i>	12
2.4.3 <i>Vakuumpumpe</i>	13
2.5 VANN OG AVLØPSAVGIFTER	14
2.6 EKSISTERENDE PROSJEKTER MED VAKUUMSYSTEM.....	15
3 MATERIALER OG METODE	16
3.1 DATA.....	16
3.1.1 <i>Vann og avløpskostnader</i>	16
3.1.2 <i>Tekniske løsninger for boligblokkene</i>	18
3.1.3 <i>Jets vakuumteknologi</i>	22
3.1.4 <i>Vannforbruk</i>	26
3.1.5 <i>Energiforbruk</i>	27
3.2 VURDERING AV SCENARIER	29
3.2.1 <i>Scenario 1</i>	29
3.2.2 <i>Scenario 2</i>	29
3.2.3 <i>Scenario 3</i>	29
3.3 BEREGNINGER	30
3.3.1 <i>Vannforbruk</i>	30
3.3.2 <i>Kostnadsberegning</i>	31
3.3.3 <i>Nedbetalingstid</i>	34
3.3.4 <i>Energi</i>	35
3.3.5 <i>Oppsamlingstank</i>	37
3.4 MODELLERING AV ANLEGGET	38
3.4.1 <i>Kartlegging av området</i>	38
3.4.2 <i>Revit</i>	40
3.4.3 <i>Blender</i>	42
4 RESULTATER	47
4.1 VANNFORBRUK	47
4.1.1 <i>Vannklosett</i>	47
4.1.2 <i>Vakuumtoalett</i>	47
4.1.3 <i>Grafisk sammenligning av vannforbruket</i>	48
4.1.4 <i>Vannbesparing</i>	48
4.2 KOSTNADSBEREGNING	49

4.2.1	<i>Forbruksgebyr for scenario 1</i>	49
4.2.2	<i>Forbruksgebyr for scenario 2</i>	50
4.2.3	<i>Forbruksgebyr for scenario 3</i>	50
4.2.4	<i>Sammenligning av vann- og avløpskostnadene</i>	51
4.2.5	<i>Prisestimat for eksisterende toalettsystem</i>	54
4.2.6	<i>Installasjon av vakuumenteknologi</i>	55
4.2.7	<i>Grafisk sammenligning av installasjonskostnader</i>	58
4.3	NEDBETALINGSTID BASERT PÅ FORBRUKSSEMBYR OG INSTALLASJONSKOSTNAD	59
4.4	ENERGIBEREGNING	60
4.4.1	<i>Scenario 1</i>	60
4.4.2	<i>Scenario 2</i>	61
4.4.3	<i>Grafisk sammenligning av energiforbruket</i>	62
4.4.4	<i>Pumpeforbruk</i>	63
4.4.5	<i>Energibesparing i et sentralisert avløpssystem</i>	63
4.5	OPPSAMLINGSTANKER	64
4.5.1	<i>For svartvann</i>	64
4.6	OPPSUMMERING AV SCENARIENE	66
4.6.1	<i>Scenario 1: Sentralisert avløpssystem med vannklosett</i>	66
4.6.2	<i>Scenario 2: Sentralisert avløpssystem med av vakuumenteknologi</i>	67
4.6.3	<i>Scenario 3: Delvis desentralisert avløpssystem med vakuuntoalett og svartvannstank</i>	68
5	DRØFTING	70
5.1	VANNFORBRUK	70
5.2	KOSTNADER	71
5.2.1	<i>Vann og avløp</i>	71
5.2.2	<i>Investeringer</i>	72
5.3	SIRKULÆRØKONOMI	75
5.4	ENERGIVURDERING FOR SCENARIENE	76
5.5	HYGIENISKE FORDELER MED VAKUUMSYSTEM	76
5.6	VURDERINGER FOR GRÅVANNET	77
6	KONKLUSJON	78
7	REFERANSER	80
	VEDLEGG	83

FIGURLISTE

Figur 1: Venstre: Veggmontert toalett (Bademiljø, 2021). Høyre: Forskjellige typer utforming av toalettskåler. Figur av SouthHamsian (SouthHamsian, 2018).....	6
Figur 2: Eksempel på vakuumavløpssystem. Figur fra Jets Piping Guide (Jets Vacuum AS, 2018a) .	11
Figur 3: Vakuumtoalett tilkoblet en Vacuumator pumpe. Figur fra Jets (Jets Vacuum AS, 2018b) ...	12
Figur 4: Venstre: Redigert illustrasjon av en vakuumpumpe (Jets 15MB 230V). Høyre: Eksempler på vakuumpumper inkl. kapasitet. Bilder fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019a).....	13
Figur 5: Plantegninger av 1-roms og 2-roms leilighetene i boligblokkene. Redigert tegning fra Sit.....	19
Figur 6: Sanitærskjema over boligblokkene. Plan over blokk 1 er ikke angitt. Redigert tegning fra Sit.	19
Figur 7: Forenklet oversikt over ledningstrase rundt boligblokkene. Figur er laget basert på informasjon tilsendt fra Sit og kartgrunnlag fra Norgeskart.	20
Figur 8: Oppsett av Jets vakuumsystem. Figur fra Jets (Jets Vacuum AS, 2018a).....	22
Figur 9: Jets™ Ecomotive™ A02: teknisk data og prosess (Jets Vacuum AS, 2016a).....	25
Figur 10: Vakuumenhet VUS201. 3D-modell fra Jets, visualisert i Blender.	28
Figur 11: Oversikt over boligblokken nr. 1. Laget i Keynote.	38
Figur 12: Oversikt over boligblokken nr. 2. Laget i Keynote.	39
Figur 13: Oversikt over boligblokken nr. 3. Laget i Keynote.	39
Figur 14: Oversikt over boligblokken nr. 4. Laget i Keynote.	39
Figur 15: Plantegning av 1-roms leiligheter i Revit.	40
Figur 16: Plantegning av 2-roms leiligheter i Revit.	40
Figur 17: Forenklet skisse av røropplegg med vannklosett. Tegnet i Revit.....	41
Figur 18: Forenklet skisse av røropplegg med vakuumtoalett. Tegning i Revit.....	41
Figur 19: Visuell sammenligning mellom vannforbruket ved nedskyll fra vakuumtoalett og vannklosett. Redigert illustrasjon av Freepik Storyset (Storyset, 2021).....	48

TABELLISTE

Tabell 1: Abonnementsgebyr og forbruksgebyr.	17
Tabell 2: Eksisterende rørlengder i boligblokkene. Estimert fra Revit-modell.	21
Tabell 3: Produktliste med tilhørende priser.	21
Tabell 4: Rørlengder på vakuumsrørene. Estimert med hjelp av Revit.	23
Tabell 5: Prisliste over produkter som blir brukt i installasjon av vakuumsystemet.	24
Tabell 6: Vannforbruket ved boligblokkene.	26
Tabell 7: Forbruksgebyr ved vannklosett.	49
Tabell 8: Forbruksgebyr ved vakuumtoalett.	50
Tabell 9: Forbruksgebyr ved vakuumtoalett med oppsamlingstank.	50
Tabell 10: Forskjellen på forbruksgebyr ved scenarioene.	53
Tabell 11: Kostnader for vannklosett og toalettsete.	54
Tabell 12: Rørlengder 100mm.	54
Tabell 13: Antall rørlengder på 3000mm.	54
Tabell 14: Kostnad for rør med diameter 100mm.	55
Tabell 15: Totalsum for eksisterende toalettsystem.	55
Tabell 16: Totalkostnad for vakuumtoalett pakke.	55
Tabell 17: Rørlengder til vakuumsystemet.	56
Tabell 18: Antall rørlengder med vakuumsystem.	56
Tabell 19: Kostnader for vakuumsrørene.	56
Tabell 20: Pumpemodell som blir installert i de ulike boligblokkene.	57
Tabell 21: Totalkostnadene for vakuumpumpene.	57
Tabell 22: Totalsum for vakuumsystemet.	57
Tabell 23: Årlig svartvannmengde per boligblokk.	64
Tabell 24: Antall årlige tømninger av oppsamlingstanken.	65

SAMMENDRAG

Hensikten med bacheloroppgaven er å undersøke hvordan innføringen av vakuumtoaletter fra Jets vil påvirke fire boligblokker i Ålesund. Boligblokkene ble modellert med hjelp av plantegninger, hvor tre scenarier ble vurdert. Vurderingene ble gjennomført på grunnlag av beregninger om vannforbruket, energiforbruket, og relaterte kostnader ved installasjon av vakuumtoalettene.

Grunnet klimaendringer og økning i befolkningsvekst og vannforbruk, vil det være nedgang i ferskvannsressursene rundt om i verden. Vannbesparende tiltak må derfor vurderes, slik at man er mer rustet for fremtidige utfordringer.

Resultatene viser relativt høye investeringskostnader ved innføring av vakuumsystem, fordi det krever flere komponenter. Likevel vil innføringen medføre flere miljø- og økonomiske fordeler. Vannforbruket knyttet til toalettforbruket kan reduseres med 83 %, ettersom vakuumtoalettene bruker 1/6 av vannmengden til et tradisjonelt vannklosett. I et sentralisert avløpssystem påvirker vannforbruket energiforbruket, hvor mindre bruk av vann reduserer avløpsmengden som må transporteres og renses. Det reduserte vann- og energiforbruket medfører en økonomisk gevinst innenfor årlige vann- og avløpskostnader for boligblokkene.

ABSTRACT

This bachelor thesis investigates how the introduction of vacuum toilets from Jets will affect four apartment buildings in Ålesund, Norway. Floor plans were used to model the buildings and three scenarios were considered. The assessments were carried out on the basis of calculations of water consumption, energy consumption, and related costs for the installation of the vacuum toilets.

Due to climate change and an increase in population growth and water consumption, there is expected to be a decline in freshwater resources throughout the world. Water-saving measures must therefore be considered, in order to be more equipped for future challenges.

The results show relatively high investment costs when introducing a vacuum system because it requires additional components. Nevertheless, the introduction will bring several environmental and economic benefits. The water consumption related to toilet usage can be reduced by 83%, as vacuum toilets use 1/6 of the amount of water compared to traditional toilets. In a centralized sewage system, water consumption affects energy usage, where less use of water reduces the amount of sewage that must be transported and treated. The reduced water and energy consumption entails an economic gain within the annual water and sewerage costs for the apartment blocks.

TERMINOLOGI

Begreper

Bærekraft	Et begrep som omhandler hvordan man kan imøtekomme dagens behov uten å ødelegge muligheten for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov (FN, U.A).
Gråvann	Avløpsvann fra husholdning, herunder brukt vann fra kjøkken, bad og vaskerom. Gråvann inkluderer ikke vann ifra toalett (Ødgaard, 2014).
Koagulant	Et kjemikalie som benyttes ved kjemisk felling av avløpsvann (Vann, 2021).
Overvann	Vann som ikke infiltrerer, men renner på overflaten. Eksempelvis regnvann og smeltevann (Ødgaard, 2014).
Spillvann	Sanitært avløpsvann fra husholdninger eller næringsvirksomheter (Ødgaard, 2014).
Svartvann	Avløpsvann som stammer fra toalett (Ødgaard, 2014).
Skjærspenning	Vannets slepekraft på rørveggene (Ødgaard, 2014).
Vakuumsystem	Et avløpssystem hvor luft blir brukt som transportmiddel. Dette blir brukt som transport av klosettavløp (Norsk Vann, U.A).
Vakuumtoalett	Et type toalett som bruker mindre vann ved nedskylling, da det bruker vakuumsug for å transportere avløpet (Stauffer, U.A).
Vannklosett	En type toalett som består av en klosettskål og en spyleinnretning. Vann blir brukt til å føre avløpet ut i ledningsnett (SNL, 2005).

Forkortelser

CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksid
GWh	Gigawatttime
kr	Norsk krone, NOK
kWh	Kilowatttime
m ³	Kubikkmeter
mm	Millimeter
N/m ²	Newton per kvadratmeter
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylklorid
VT	Vakuumtoalett
WC	Vannklosett
W	Watt
Wh	Watttime

1 INNLEDNING

Under dette kapitlet beskrives tema, bakgrunn for valg av tema, oppdragsgiver, hensikten med studiet, problemstilling, avgrensninger og omfanget med oppgaven.

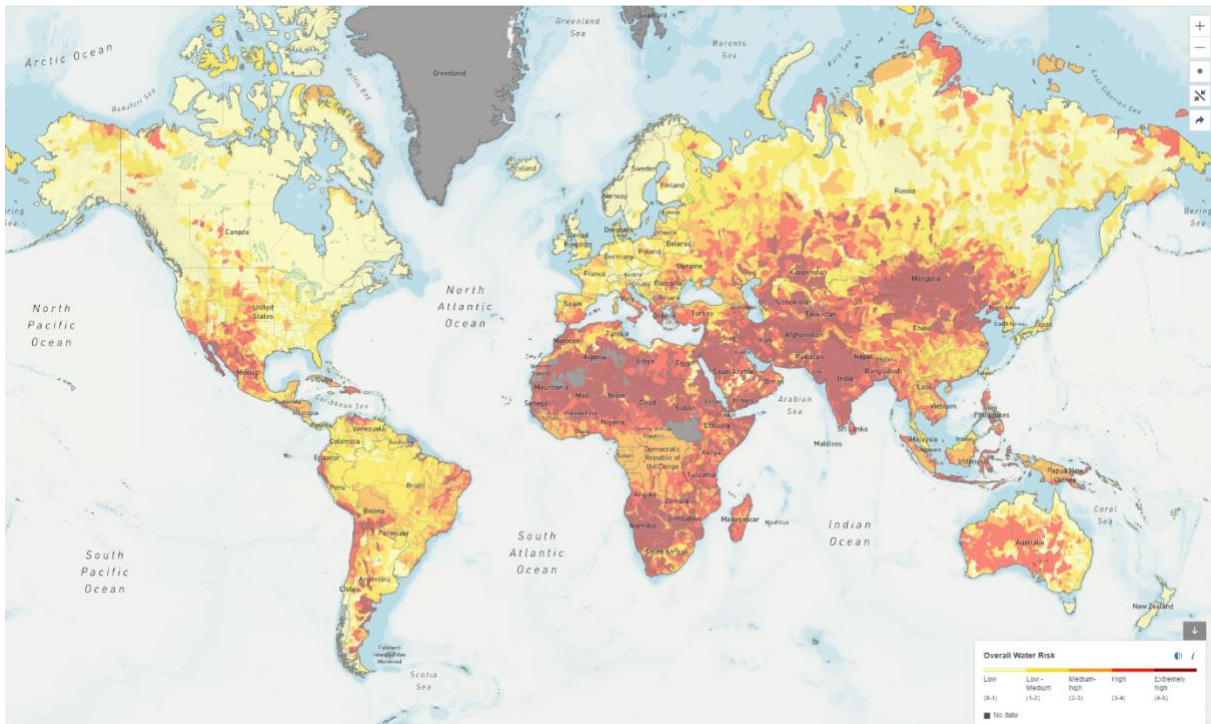
1.1 Tema og bakgrunn for valg av tema

Bærekraftsmål nummer 6 handler om å sikre rent vann og gode sanitærforhold for alle. I dagens samfunn er det store variasjoner på tilgangen ulike land og mennesker har på rent drikkevann og gode sanitærforhold. De største utfordringene er manglende infrastruktur og økonomi (FN-sambandet, 2021).

Det er forventet ferskvannsmangler flere steder rundt om i verden grunnet økning i befolkningsvekst og i vannforbruket. Det er også nedgang i ferskvannsressurser som er fornybare på grunn av klimaendringer. Dette er spesielt rettet mot byer med økt befolkning og industrivekst. Noe som medfører at vannbesparende tiltak må settes i verk (Schuetze og Santiago-Fandiño, 2013).

I 2015 hadde 71 % av befolkningen i verden tilgang på rent drikkevann, det vil si at 844 millioner mennesker hadde manglende tilgang på rent drikkevann. Samme året ble det sett at 39% av befolkningen i verden hadde tilgang på gode sanitærforhold, noe som tilsier at hele 2,3 milliarder mennesker hadde mangelfull tilgang til grunnleggende sanitærforhold. Det er forventet at andel mennesker som har mangelfull tilgang på rent drikkevann vil stige, fordi ca. 70% av verdensvåtmarker har forsvunnet i løpet av den siste hundre års perioden (United Nations Development Programme, 2021).

Risikoen ulike land i verden har for å få mangelfull tilgang på vann kommer frem av Bilde 1 og viser ulike lands vurdering fra lav til ekstremt høy risiko for vannmangel (Aqueduct, 2021).



Bilde 1: Risikoen for mangel på vann rundt om i verden, fra lav (gul) til ekstremt høy (mørkerød). Bildet er hentet fra Water risk atlas (Aqueduct, 2021).

Både nasjonalt og internasjonalt finnes det et økende fokus på viktigheten av å spare vann i hjemmet. Her sier forskning at dette blant annet omhandler at man har fokus på å skru av kranen mellom bruk, installere vannbesparende toalettssystem og innstallering av vannmålere (Gilg og Barr, 2006).

Man kan redusere vannforbruket ved å installere vannbesparende toaletter, dette kan være alt fra toaletter som har et lavt spylevolum til vannfritt/tørre toaletter. Ved å installere vannbesparende toaletter kan man redusere vannforbruket med 40–90% i forhold til bruken av vanlige vannklosett (Schuetze og Santiago-Fandiño, 2013).

1.2 Oppdragsgiver

Bacheloroppgaven er skrevet i samarbeid med bedriften Jets, et internasjonalt selskap som kommer under navnet Jets Vacuum AS. De har hovedkontor i Hareid kommune på Sunnmøre.

Jets er et selskap som utvikler, produserer og selger vakuumsystemer, vakuums-toaletter og renseanlegg. Produktene de leverer er både til landbaserte og maritime næringer. Deres visjon er å skape miljøeffektiv og bærekraftig teknologi.

1.3 Studiens hensikt og problemstilling

Hensikten med bacheloroppgaven er å undersøke hvordan innføringen av vakuumtoalett fra Jets vil påvirke fire boligblokker i Ålesund. Vurderingene vil baseres på vannforbruk, energiforbruk og relaterte kostnader. Dette gjøres ved å:

- Hente inn faglitteratur og data om dagens situasjon, vakuumtoaletter og området som skal undersøkes.
- Utføre 3D-plantegninger av boligene ved dagens situasjon, og ved et bytte til Jets vakuumtoalett system.
- Vurdere vannforbruket før og etter et bytte av toalettene.
- Vurdere energiforbruket før og etter innføring av vakuumsystem.
- Vurdere fordelene og ulempene av vannklosett og vakuumtoalett.
- Vurdere kostnader som oppstår ved bruk av vakuumtoalett.
- Vurdere ulike scenarier ut ifra avløpssystem og avløpshåndtering.

Følgende problemstilling har blitt valgt for oppgaven:

«Hvordan vil innføringen av Jets vakuumsystem påvirke vannforbruket, energiforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund?»

1.4 Avgrensninger og omfang

Oppgaven avgrenses til fire boligblokker som til sammen består av 71 leiligheter, hvorav seks av de er 2-roms leiligheter og de ytterliggere 65 er 1-roms leiligheter. Leilighetene har badrom med toalett, dusj og vask, samt kjøkken med vask. Fokuset i oppgaven blir rettet mot å bytte ut toalettene i alle de 71 leilighetene med Jets vakuumtoaletter.

Oppgaven kommer til å omhandle påvirkningen et skifte til vakuumtoaletter vil ha på vannforbruket, energiforbruket og kostnader man har ved et slik bytte. Oppgaven blir begrenset til utbygging av toalettene, og kommer ikke til å omhandle de andre sanitærproduktene som finnes i leilighetene.

1.5 Videre oppbygging av oppgaven.

Etter denne innledningen, vil det i kapittel to bli presentert teori som er relevant for å besvare problemstilling, og som vil bli brukt videre i diskusjonen. Kapittel tre omhandler materialer og metode, i tillegg til data som er benyttet i oppgaven. Kapittel fire omhandler oppgavens resultatdel. Resultat og faglitteratur vil bli diskutert i kapittel fem: drøfting. Oppgaven rundes av med kapittel seks: konklusjon.

Helt til slutt ligger det vedlegg av forprosjektrapporten, tid og planlegging, målsetninger, dokumentasjon fra Jets, dokumentasjon fra Sit, prisliste over Poloplast rør og rørdeler 2021, data fra Revit, og dokumenter tilknyttet til 3D-modellene.

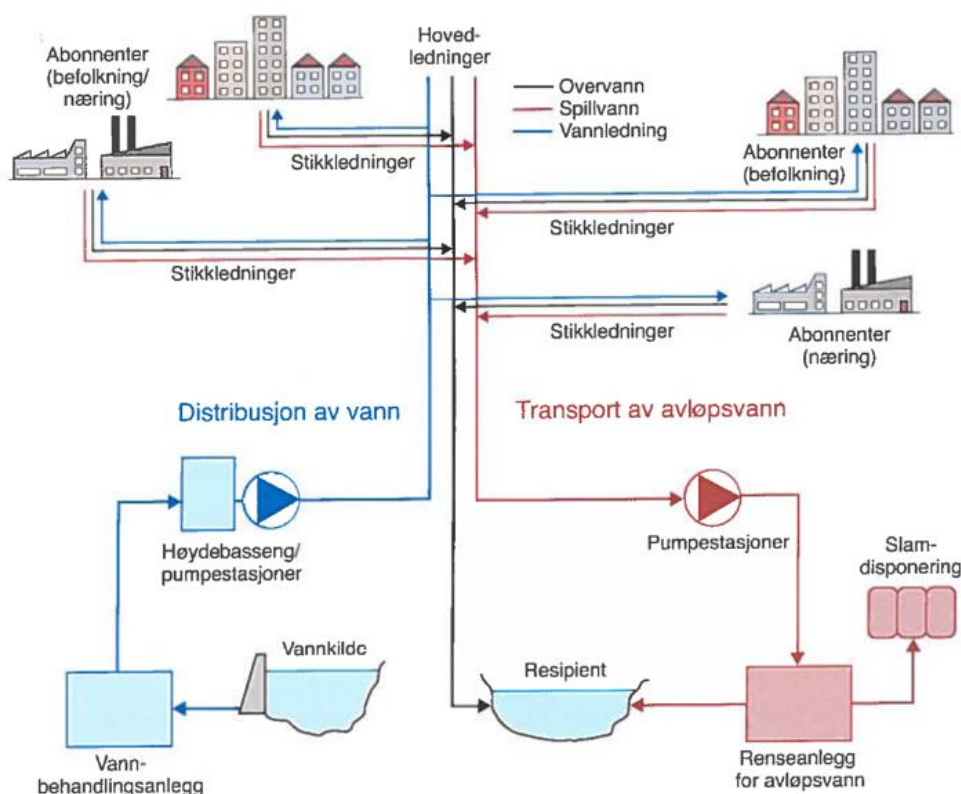
2 TEORETISK GRUNNLAG

Teoridelen inneholder informasjon som er relevant for å kunne forstå og besvare den valgte problemstillingen. Dette baseres på litteraturstudie fra fagbøker og forskningsartikler, hovedsakelig hentet fra søkemotoren Google Scholar og Oria (NTNU Universitetsbiblioteket). Fagdatabasen Scopus ble også brukt for å finne lignende prosjekter og oppgaver. Sentrale søkeord for oppgaven: *sanitation, water closet, vacuum toilet, wastewater management* og *conventional sewage system*.

2.1 Sentralisert avløpssystem

Behovet for etableringen av avløpssystemer økte etter innføringen av moderne vannverk. Det brukte vannet fikk fellesbetegnelsen avløpssvann, som er vann fra husholdninger, næringsliv og annen virksomhet (Ødgaard, 2014).

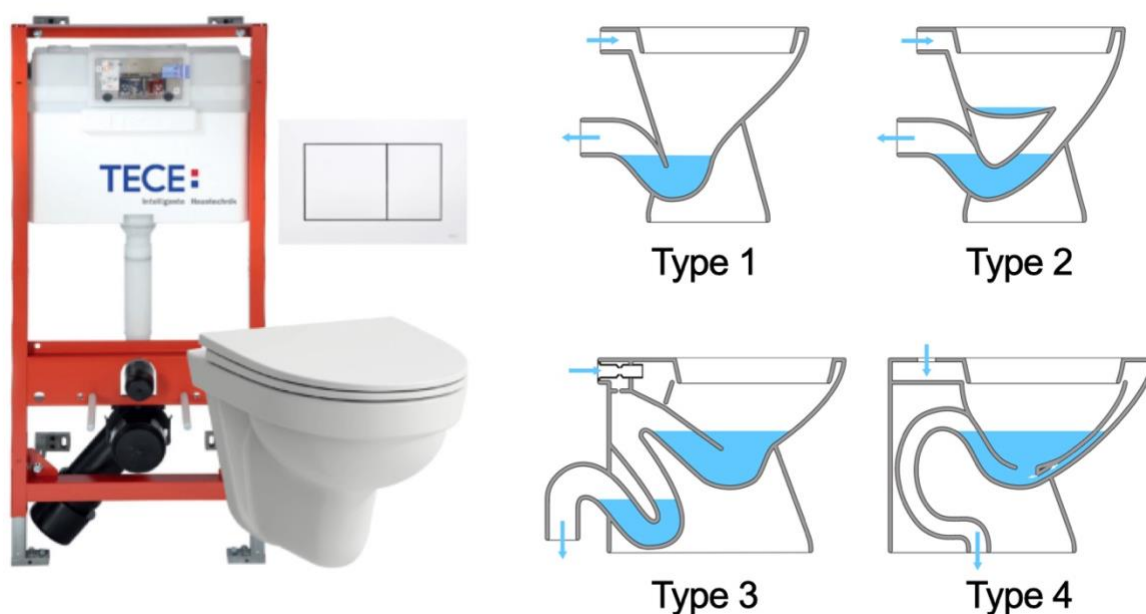
Et sentralisert avløpssystem er illustrert i rødt i Bilde 2. Det kan deles inn i tre ledd: avløpskilden, avløpsnett og renseanlegget. Avløpsnett samler opp og transporterer avløpssvannet til et renseanlegg gjennom ledninger og/eller tunneller. Rørsystemet er avhengig av tyngdekraften, i tillegg til vann, for å føre avløpssvannet fra kilden til hovedavløpsledningen (Ødgaard, 2014).



Bilde 2: Et sentralisert avløpssystem. Bildet er fra boka *Vann- og avløpsteknikk* (Ødgaard, 2014).

2.1.1 Vannklosett

Vannklosett er den mest utbredte toaettløsningen i Norge og består av en klosettskål, et toalettsete og en spyleinnretning for å føre bort avløpsvannet (Figur 1). Avløpsvannet kategoriseres i svartvann og gråvann, der svartvann kommer fra toalett ved nedskyll og gråvann fra dusj og vask. Svartvann utgjør i overkant 30% av den totale vann- og avløpsmengden i husholdningen, og inneholder 50% av det organiske materialet i avløpsvannet (Ødgaard, 2014). Vannklosetter bruker i gjennomsnitt 5–9 L vann ved hvert nedskyll (Gao *et al.*, 2019).



Figur 1: Venstre: Veggmontert toalett (Bademiljø, 2021). Høyre: Forskjellige typer utforming av toalettskåler. Figur av SouthHamsian (SouthHamsian, 2018).

2.1.2 Ledningsnett

Ledningsnett fører avløpsvann fra avløpskildene og videre til renseanlegg for behandling. Dette ledningsnett består av en enkel avløpsledning som går fra for eksempel bolighus, næringseiendom eller institusjon, til avløpsnett som fører det videre til hovedavløpssystemet.

Dagens ledningsnett tar imot mange typer vann, men det varierer fra kommune til kommune hvilke belastninger ledningsnett skal kunne tåle. Variasjonene kommer av at kommunene kan bestå av ulike sammensetninger av spredt bebyggelse, tett bebyggelse eller industriområde. Dette gir forskjellige mengder og typer avløpsvann. Det finnes to overordnede krav til ledningsnett:

- Ledningsnett må ha tilstrekkelig kapasitet.
- Ledningene må være selvrensende.

For at partikler ikke skal sedimentere på bunnen av ledningsnett, som kan føre til redusert vannføring og blokkering, er det viktig med selvrensing i avløpsrørene. Selvrensing oppnås når skjærspenningen i rørveggene er større enn en bestemt verdi i minst 2–3 timer per døgn. Det er anbefalt at minimumsverdien for skjærspenninger er 2–4 N/m² (Ødgaard, 2014).

Avløpsledningene i hus, som er tilkoblet et sentralisert avløpssystem, har en gjennomsnittlig diameter på 110 mm. På grunn av nødvendigheten av gravitasjonsfall, får man derfor en rekke begrensninger ved legging av rørsystemet (Jets Vacuum AS, 2019b).

Utfordringer i ledningsnett

Ålesund kommune forvalter over 500 kilometer med avløpsledninger og det er mye overløpsdrift i kommunen. Overløpet skal kunne hindre overbelastning av ledningsnett og renseanlegget når kapasiteten overskrides; dette kan selv skje ved små nedbørsmengder. Overløp oppstår også i situasjoner der avløpet pumpes fra en pumpestasjon med høyere kapasitet enn den neste (Norconsult, 2019).

Fremmedvann blir også sett på som en stor utfordring i avløpsnett. Det defineres som uønsket vann i spillvannsledningene og kan komme i form av innlekking fra grunnvann, regnvann eller lekkasje fra vannledninger. Dette øker volumet til avløpsvannet, som fører til mer energiforbruk til pumping av vannet. Energikostnadene til pumpestasjonene vil dermed øke sammen med volumet til avløpsvannet (Karstensen, 2016).

Fornyng av ledningsnett er en av de største utfordringene dagens sentraliserte system står overfor. I Norge er det i snitt ca. 30% lekkasje i kommunal vannleveranse. Basert på gjennomsnittstall fra 2017 til 2019, ble 0,68% av kommunal vannledningsnett fornyet på landsbasis (SSB, 2020a). Innenfor spillvannsnett, ble 0,61% fornyet (SSB, 2020b). Ledningsnett har dermed et stort vedlikeholdsbehov, og kan derfor føre til store driftsulemper i fremtiden (Ødgaard, 2014).

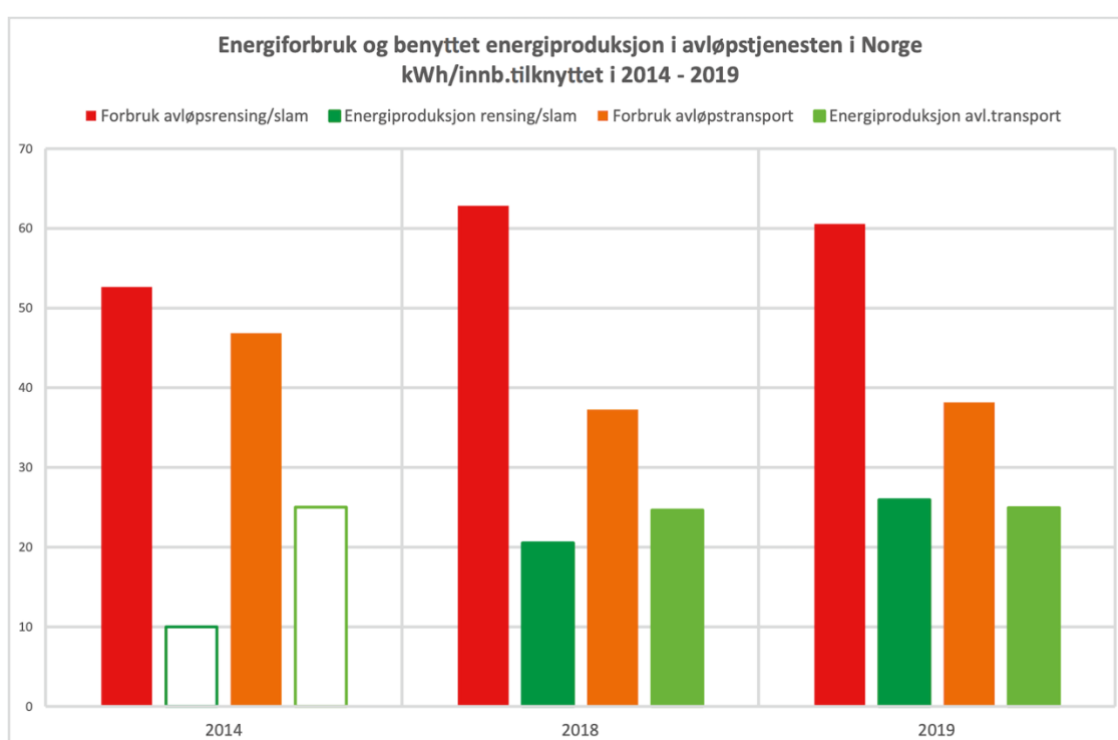
2.1.3 Energibruk ved sentralisert avløpssystem

I 2014 kjøpte norske kommuner inn energi for over 4 milliarder kroner, og vann- og avløpstjenestene stod for 11 % av det kommunale energiforbruket. Forbruket varierte fra 50 til 1000 kilowatt per person per år (Vann, 2006). Nyere tall fra 2019 viser at det totale energiforbruket innenfor vann- og avløpssektoren har gått ned med omtrent 5% fra 2014 til 2019. Forbruket i Norge var på 767 GWh i 2019, og omtrent 58% av energiforbruket i vann- og avløpssektoren gikk til avløp (Vann, 2019).

Ved sentralisert avløpssystem brukes det energi til å transportere og rense avløpsvannet, og det varierer etter topografi og rensekrav. Siden 2014 har energiforbruket på rensenanleggene økt med 19%, mens forbruket på avløpstransport har redusert med 20% (Vann, 2019).

I Ålesund kommune kreves det en rekke pumpestasjoner med tilhørende overløp, da mye av bosettingen i kommunen er langs kystlinjen. I 2019 var det registrert 99 pumpestasjoner i drift (Norconsult, 2019).

Graf 1 illustrerer hvordan energiforbruket i avløpstjenesten har forandret seg på landsbasis fra 2014 til 2019.



Graf 1: Energiforbruket i avløpstjenesten på landsbasis. Graf fra bedreVANN (bedreVANN, 2019).

2.2 Desentralisert avløpssystem

I et desentralisert avløpssystem blir avløpsvannet behandlet lokalt. Det vil si at oppsamlingen, behandlingen og slutt disponeringen av avløpsvannet foregår på stedet eller i nærheten av avløpskilden. Ledningsnett i et desentralisert avløpssystem er derfor korte, og går fra huset og noen meter til anlegget der avløpsvannet blir behandlet (Ødgaard, 2014).

2.2.1 Avløpshåndtering

Avløpshåndteringen i et desentralisert system er basert på private anlegg som blir plassert på eiendommen. Da mesteparten av forurensingene kommer fra toalettavløpet, kan det være en fordel med kilde separering av avløpet. Det vil si at man skiller mellom vannkvalitetene, og separerer svartvannet fra gråvannet. En slik separasjon reduserer resipientbelastningen og gir også muligheter for gjenbruk av næringssalter (Ødgaard, 2014).

Man kan skille mellom naturbaserte, prefabrikkerte og kombinasjonsanlegg. Valg av renseløsning vil være avhengig av grunnforhold, renseseffekt, plassbehov og behov for driftstilsyn.

Naturbaserte anlegg kan være infiltrasjon i stedlige løsmasser, konstruerte sandfiltre eller konstruerte våtmarker. Slike anlegg krever store areal og forbehandling, ofte i form av en slamavskiller. Anleggets renseseffekt vil være avhengig av dets utforming og belastning, samt kornsammensetningen i jordmediet.

Prefabrikkerte anlegg er minirensesanlegg med kjemisk, biologisk, eller biologisk og kjemisk rensing. Dette er kompakte anlegg som tar lite plass, men krever også forbehandling. Kvaliteten på avløpsvannets som kommer ut vil være avhengig av oppholdstiden i anlegget.

Kombinasjon av naturbasert og prefabrikkerte anlegg er også en mulighet, såkalt kombinasjonsanlegg. Et eksempel på dette er et minirensesanlegg etterfulgt av et infiltrasjonsanlegg (Ødgaard, 2014).

2.3 Sirkulærøkonomi

Sirkulærøkonomi omhandler at man i størst mulig grad skal få et produkt til å vare så lenge som mulig, ved at ressurser skal utnyttes flere ganger. Dette er for at minst mulig av gjenværende ressurser skal gå tapt. Produkt kan repareres, oppgraderes, brukes om igjen, og avfallet kan material gjenvinnes og brukes som råvarer i ny produksjon.

På grunn av et økt press på verdens naturressurser, må ressurser brukes mer effektivt. Dette vil føre til reduserte klimagassutslipp, forurensningsbelastning og tap av naturressurser (Miljødirektoratet, U.A).

Behandling av avløpsvannet kan minimere utslipp og mengde avfall, for å sikre god helse. Behandlingen av avløpsvannet innebærer implementering av gode renseteknikker og behandling av avløpsvannet. Rensing av avløpsvannet gjøres for å

kvitte seg med organiske og smittebærende stoff, slik at næringsstoff kan utvinnes. Bærekraft og miljø skal sikres ved å gjenvinne ressurser fra avløpsvannet (Sintef, U.A).

2.3.1 Gjenbruk av ressurser

Avløpsvann blir sett på som et avfall som må renses før utslipp, for å ikke forurense naturen. Men avløpsvannet fra husholdningen inneholder ressurser som kan gjenbrukes. Eksempel på ressurser fra avløpsvannet er:

- Stoffer i vannet: Vannet inneholder en rekke næringsstoffer som blant annet nitrogen og fosfor, karbon og gjenvinnbare metaller.
- Vannet i seg selv kan, etter rensing, gjenbrukes til urbane parklandskap, irrigasjon, prosessvann til industri og forsyningsvann til befolkningen.
- Varmen i vannet kan gjenvinnes til energi (Ødgaard, 2014).

Mesteparten av vannet som brukes i dag går til industrien og da spesielt innen landbruk. Den viktigste av vannets gjenbruksmuligheter er derfor vannet i seg selv. For å kunne gjenbruke vannet, krever det omfattende rensesprosesser. Her blir ofte biologisk/kjemisk rensing brukt etterfulgt av filtrering og desinfeksjon.

Både svartvann og gråvann kan samles opp, og de tre overnevnte resursene kan utvinnes og brukes opp igjen. Av avløpsvannet kommer 90% av næringsstoffene fra svartvann. Ved bruk av toalettløsninger med lavt vannforbruk blir næringsstoffer tilgjengelig i mer konsentrert form (Ødgaard, 2014).

2.3.2 Biogass og biorest

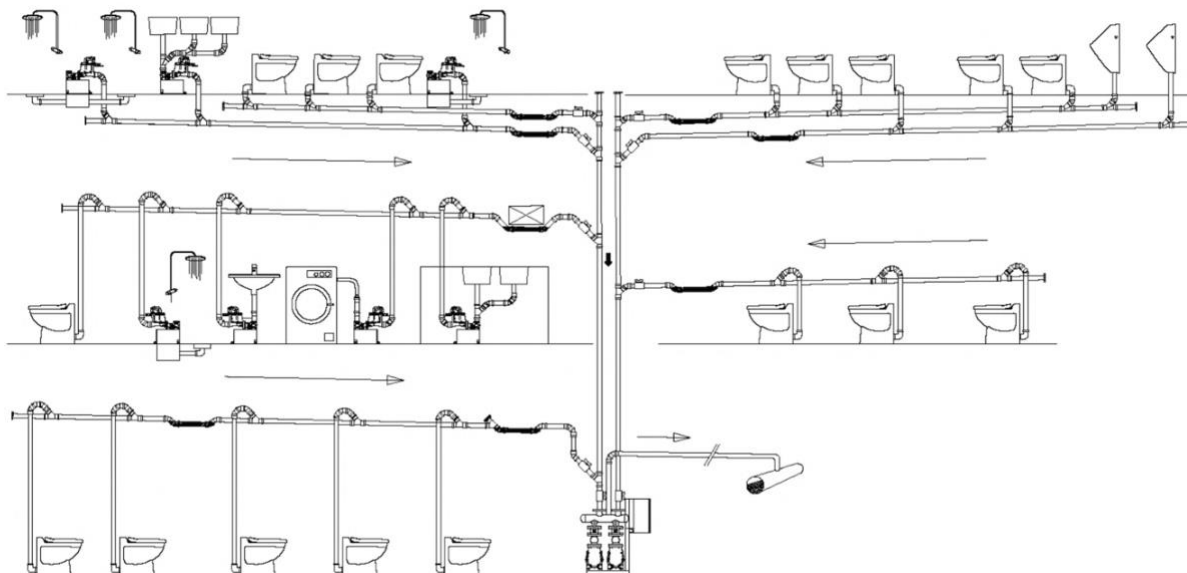
Avløpslam og andre råstoffer som våtorganisk avfall (matavfall), husdyrgjødsel og annet organisk materiale kan brukes både i produksjon av biogass og biorest (Miljødirektoratet, 2021).

Biogass oppstår når organisk materiale nedbrytes i miljø uten tilgang til oksygen, og kalles for anaerob nedbrytning. Biogassen består av karbondioksid (CO₂) og metan (CH₄). Biogass kan brukes til å lage fjernvarme og elektrisitet. Metanet i biogassen er brennbart og passer også som drivstoff til forbrenningsmotorer (Avfall Norge, 2017).

Etter biogassproduksjonen sitter man igjen med restproduktet: biorest. Dette inneholder halvparten av de organiske materialene fra den opprinnelige massen, mens andre næringsstoffer er bevart. Biorest er derfor en næringsrik masse, som kan blant annet brukes som gjødsel (Norsk institutt for bioøkonomi, 2017).

2.4 Vakuumteknologi

Et vakuumsystem bruker luft og ikke vann som transportmiddel for avløp (Figur 2). Vakuumsystemet drives av en vakuumpumpe, som styrer og forårsaker et konstant negativt trykk inne i systemet. Luftrykkdifferansen som oppstår, transporterer bort avløpsvannet (Mohr *et al.*, 2018).



Figur 2: Eksempel på vakuumavløpssystem. Figur fra Jets Piping Guide (Jets Vacuum AS, 2018a).

2.4.1 Vakuumtoalett

Et vakuumtoalett (Bilde 3) består av en porselenskål og en innebygd ventil. Ventilen sørger for tømning og skylling av toalettskålen. Det følger også med en utløserknapp, og toalettet bruker i gjennomsnitt 0,5–1,5 L vann ved hvert nedskyll. Svartvannet fra vakuumtoaletter inneholder derfor en høyere konsentrasjon av organisk materiale enn ved bruk av et ordinært vannklosett (Gao *et al.*, 2019).



JADE BY JETS™
veggmodell



JADE BY JETS™
gulvmodell



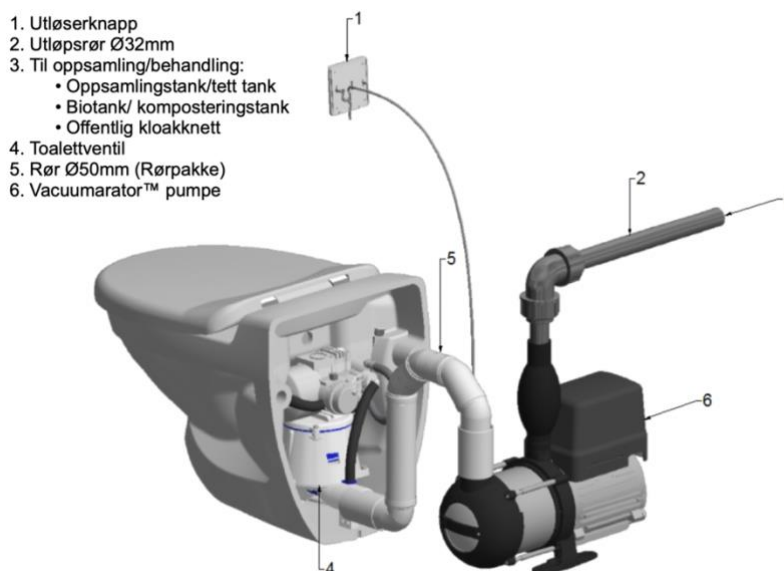
CHARM BY JETS™
veggmodell



PEARL BY JETS™
veggmodell

Bilde 3: Eksempler på vakuumtoalett. Bilder fra Jets (Jets Vacuum AS, 2021).

Vakuumtoalett tar mindre plass å installere på badene enn et konvensjonelt vannklosett. De drives av en vakuumpumpe som kan monteres rett bak toalettene (Figur 3: Vakuumtoalett tilkoblet en Vacuumator pumpe. Figur fra Jets (Jets Vacuum AS, 2018b).). Rørforbindelsen mellom toalettet og pumpen kan forlenges og pumpen kan blant annet plasseres i kjelleren (Telkamp, Mels og Braadbaart, 2006).



Figur 3: Vakuumtoalett tilkoblet en Vacuumator pumpe. Figur fra Jets (Jets Vacuum AS, 2018b).

Vakuumtoaletter blir regnet som et vannbesparende alternativ. De er hygienisk oppbygd ved at det ikke dannes avleiringer på toalettene, som kan redusere bruken av vaskemidler (Stauffer, U.A).

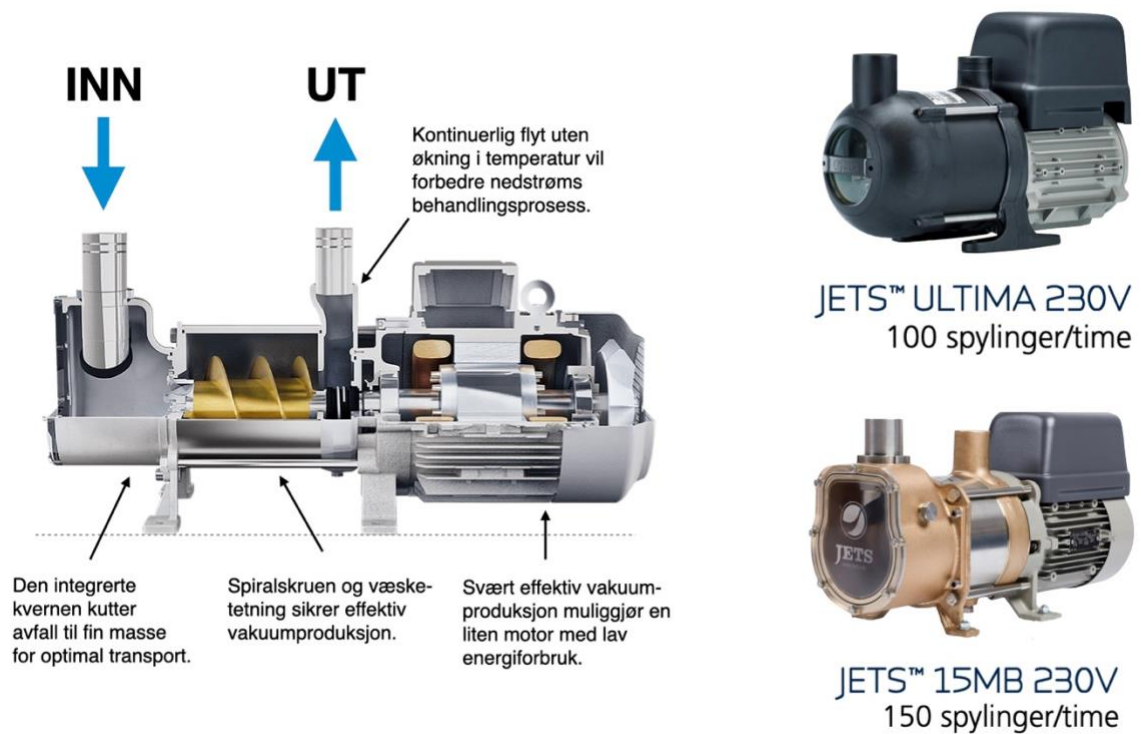
2.4.2 Ledningsnett

Vakuumsystemet har en rørdimensjon som gjennomsnittlig ligger mellom 50–75 mm, noe som er relativt mindre enn ordinære avløpsledninger. Rørsystemet er kompakt og har en redusert installasjonstid. Det kan legges både rundt og over kanaler, noe som skaper fleksibilitet i bygge- eller rehabiliteringsprosessen (Stauffer, U.A).

Ledningene fra et vakuumsystem kan enten føres direkte med rør fra utløp av vakuumenheten på avløpsledning, eller man kan opprette egne samletanker. Avløpsvannet fra husholdningen kan separeres i ulike rørsystemer, ett for svartvann og ett for gråvann. Dersom svartvannet og gråvannet blir skilt direkte, kan man bruke ressursene på ulike måter. Gråvannet kan gjenvinnes og man får mindre mengder svartvann, som enten kan behandles eller brukes til biogassproduksjon (Jets Vacuum AS, 2019b).

2.4.3 Vakuumpumpe

Vakuumsystem bruker energi i form av en vakuumpumpe (Figur 4). Pumpene bruker energi på å opprettholde vakuum og avløpstransport, og må derfor være tilkoblet en strømkilde. Dersom huset har innlagt strøm, kan man koble seg på dette eller noen form for ekstern strømkilde, som batteri eller solcellepanel (Jets Vacuum AS, 2017).



Figur 4: Venstre: Redigert illustrasjon av en vakuumpumpe (Jets 15MB 230V).
Høyre: Eksempler på vakuumpumper inkl. kapasitet. Bilder fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019a).

2.5 Vann og avløpsavgifter

I 2019 var omtrent 85% av befolkningen i Norge tilknyttet kommunale avløpstjenester (SSB, 2020b). For å være tilknyttet det offentlige avløpsnett, må man betale avgifter. Disse vedtas årlig i hver kommune, og det skal være underlagt selvkostprinsippet. Det vil si at avgiftene skal dekke de nødvendige kostnadene for vann- og avløpstjenestene (Ødgaard, 2014).

Vann- og avløpskostnadene i kommunen deles inn i årsgebyr og tilknytingsgebyr. Tilknytingsgebyret er et engangsbeløp, som man blir belastet når man skal koble en ny eiendom til vann- og avløpssystemet – gebyret skal være betalt før tilknytting forekommer. Årsgebyr for vann og avløp blir inndelt i to ulike avgifter: abonnementsgebyr og forbruksgebyr.

- **Abonnementsgebyr:** fast gebyr som blir betalt årlig av forbrukeren for å benytte vann- og avløpstjenester.
- **Forbruksgebyr:** beløpet man betaler for selve vannforbruket man har, eller et beløp som blir stipulert etter bruksarealet på boligen. Ved forbruksgebyr som blir beregnet ut ifra selve vannforbruket, må boligen være tilknyttet en vannmåler.

Vannmåleren registrerer det faktiske vannforbruket som eiendommen bruker, og gjør at kunden betaler for sitt faktiske forbruk når det kommer til vann og avløp. I Ålesund kommune får eiendommer som har vannmålere en påminnelse om avlesning en gang i året, vanligvis den 31. desember (Ålesund Kommune, U.A-a).

2.6 Eksisterende prosjekter med vakuumsystem

I 1997 ble det bygget studentboliger på Ås med vakuumtoaletter. Bygget bestod av 48 studentboliger og innføringen av vakuumtoalett reduserte vannforbruket med 30%. Behandlingssystemet var kretsløpbasert, og avløpet ble kildesortert i gråvann og svartvann. Svartvannet ble samlet i en tank, som deretter ble hentet av en tankbil til våtkompostering. Videre ble det brukt til å lage plantegjødsel sammen med organisk avfall. Gråvannet ble rensert til en kvalitet som er egnet for bruk eller utslipp (Lothe, 2019) .

Norges miljø- og vitenskapelige universitet (NMBU) har også innført vakuumtoaletter i bygget Sørhellinga. Bygget ble rehabilitert i 2008 med fokus på bruk av miljøvennlig teknologi og materialer. Avløpsvannet ble kildesortert i gråvann og svartvann, der gråvannet ble ledet til biologisk rensing med mulighet for gjenbruk (Klovholt, 2012).

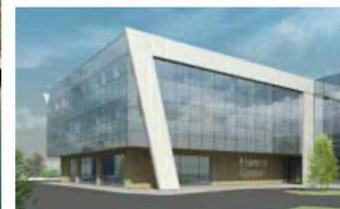
Andre eksempler på eksisterende bygninger som bruker vakuumsystem er vist i Bilde 4. Variasjonene i prosjekt viser at vakuumsystem kan brukes på flere områder.



TROLLSTIGEN MOUNTAIN PASS PUBLIC TOILET
Rauma, Norway



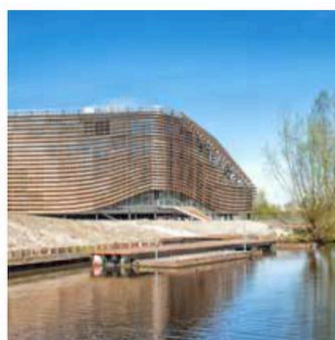
MELBOURNE WATER AUTHORITY
Melbourne, Australia
6 Star Green Star certificate



HAREID GROUP HEADQUARTERS
Hareid, Norway



PARQUE DA CIDADE COMMUNITY
CENTRE/COMPLEX
São Paulo, Brazil LEED-certified



WATER CAMPUS
Leeuwarden, The Netherlands
BREEAM-certified



UDDEVALLA PRISON
Uddevalla, Sweden

Bilde 4: Bygg som bruker vakuumsystem. Bilder fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019a).

3 MATERIALER OG METODE

Denne delen av rapporten gir en beskrivelse av hvordan oppgaven ble gjennomført. Det innebærer hvordan informasjon ble innhentet, hvilke forutsetninger som ble satt, usikkerheter i oppgaven og hvordan ulike deler av arbeidet ble gjennomført.

Opgaven har blitt gjennomført ved hjelp av følgende metoder:

- Planlegging
- Litteraturstudie
- Kostnadsberegning
- Modellering
- Vurdering av scenarier

For å kunne gjennomføre vurderinger, brukte vi en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode i oppgaven. Ved hjelp av litteraturstudie var det mulig å forstå betydningen av tallene fra kostnadsberegningen. De bekrefter informasjonen om vakuumenteknologi, og dette ble visualisert ved å modellere anlegget. På denne måten ble det mulig å teste reliabiliteten til informasjonen som har blitt innhentet.

3.1 Data

For å analysere påvirkningene av vakuumsystemet, ble det innhentet informasjon om:

- Vann- og avløpskostnader
- Tekniske løsninger for boligblokkene
- Jets vakuumsystem
- Vannforbruket
- Energiforbruket

3.1.1 Vann og avløpskostnader

Informasjon om vann- og avløpskostnader ble innhentet fra Ålesund kommune sin nettside, blant annet betalingsregulativene for vann og avløp. Disse er godkjent av kommunestyret, og er publisert slik at abonnentene får innsyn i hvordan beregningene gjennomføres.

Dataene som er funnet om vann- og avløpskostnadene kan derfor ansees til å være hentet fra en sikker kilde. Dette ble brukt i kostnadsberegning av forbruksgebyret og deretter til å undersøke lønnsomheten av vakuumenteknologi.

Abonnementsgebyret for leilighetene i boligblokken blir differensiert ut fra en nærings- og kombinasjonseiendom, hvor kostnadene er basert på Ålesund kommune sine beregninger for 2020–2021 (Ålesund Kommune, U.A-b). Tabell 1 angir vann- og avløpskostnadene for boligblokkene og er hentet fra Ålesund kommune sine nettsider.

Tabell 1: Abonnementsgebyr og forbruksgebyr.

Abonnementsgebyr					
Tjeneste	Området			Pris [kr]	Pris inkl. mva. [kr]
Vann	Næringseiendom mv. (kategori 2: 301–4000 m ³)			1 987,20	2 484,00
Avløp	Næringseiendom mv. (kategori 2: 301–4000 m ³)			2 378,40	2 973,00
Forbruksgebyr					
Tjeneste	Abonnenter	Omregningsfaktor	Mengde	Pris [kr]	Pris inkl. mva. [kr]
Vann	Alle abonnenter		Pr.m ³	13,22	16,53
Avløp	Alle abonnenter		Pr.m ³	18,07	22,59
Vann	Bustad og næring	1,2 m ³ /m ²	Pr.m ²	15,86	19,83
Avløp	Bustad og næring	1,2 m ³ /m ²	Pr.m ²	21,68	27,11

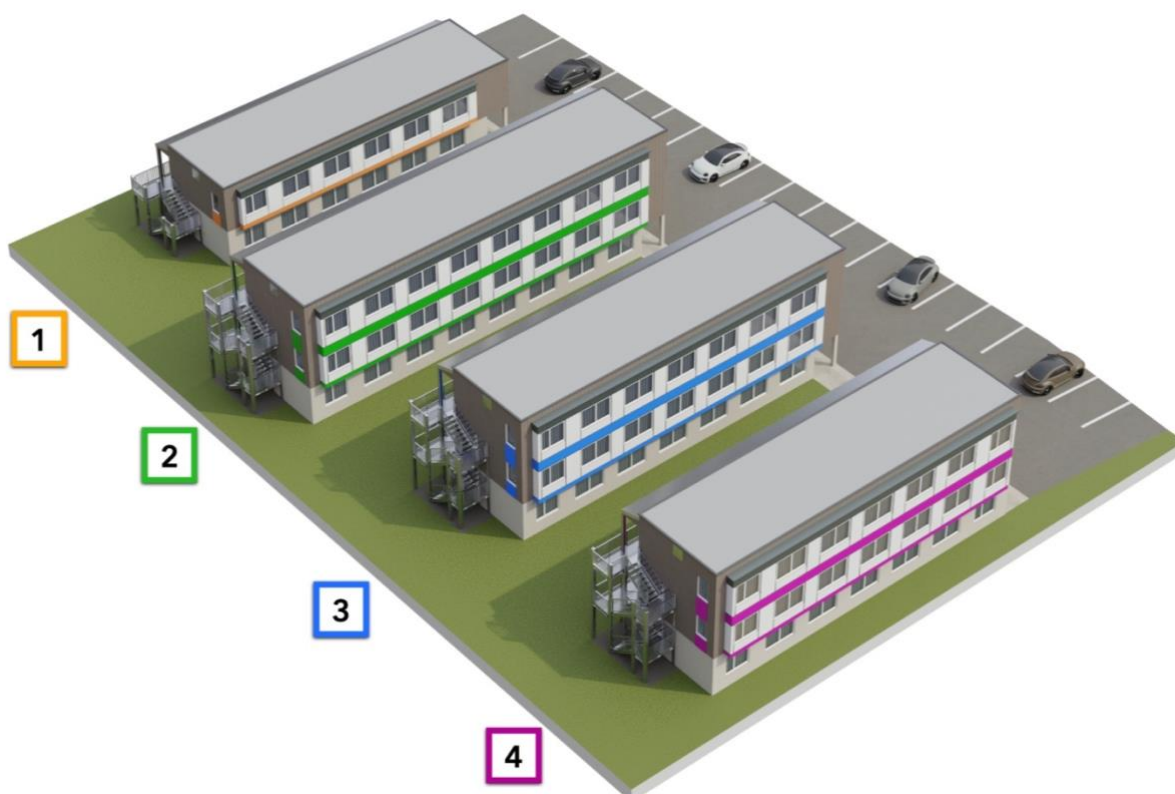
Den valgte eiendommen har et areal på 3685,2 m², som er hentet fra Kartverket sine nettsider. Forbruksgebyret som kommer frem i Tabell 1, og som Ålesund kommune opplyser om på sine nettsider, skal benyttes dersom eiendommen ikke er tilknyttet en vannmåler (Ålesund Kommune, U.A-b).

3.1.2 Tekniske løsninger for boligblokkene

Med tekniske løsninger for boligene menes det: plantegninger, utstyr i leilighetene, informasjon om antall brukere, hvordan rørsystemet er lagt opp, sanitærskjema, hvilke materialer som er benyttet og dimensjonen på rørene.

Denne informasjonen ble tilsendt av eiendomsansvarlig og driftspersonalet for boligblokkene. Noe avvik kan forekomme fra tegningene, da det kan ha skjedd renovasjoner eller endringer underveis i byggeprosessen.

Boligblokkene

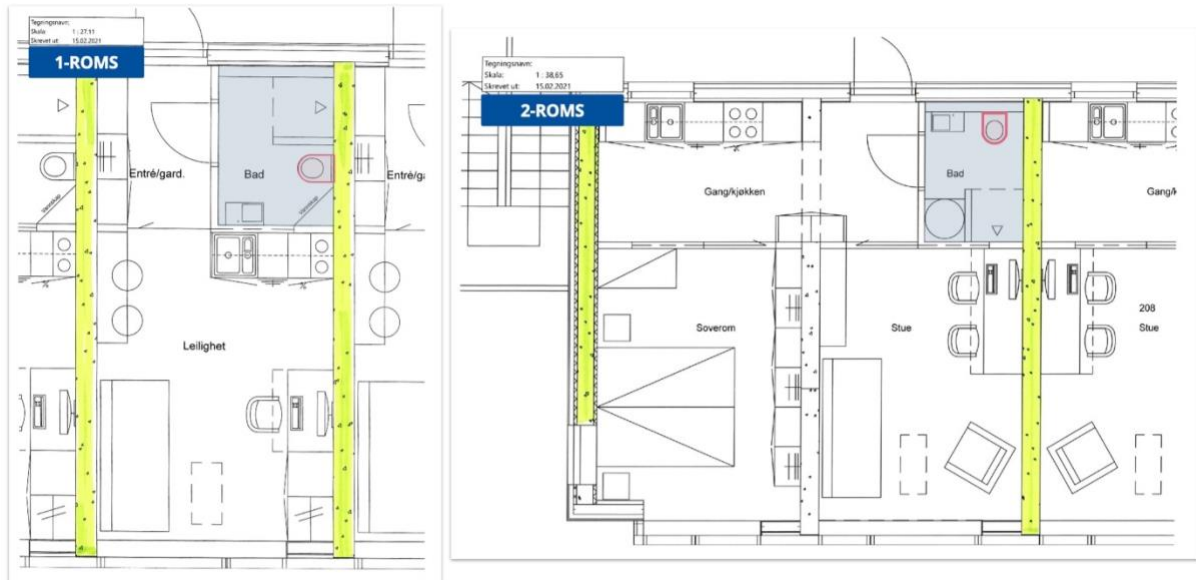


Bilde 5: Oversikt over boligblokkene. 3D-modell er visualisert i Blender.

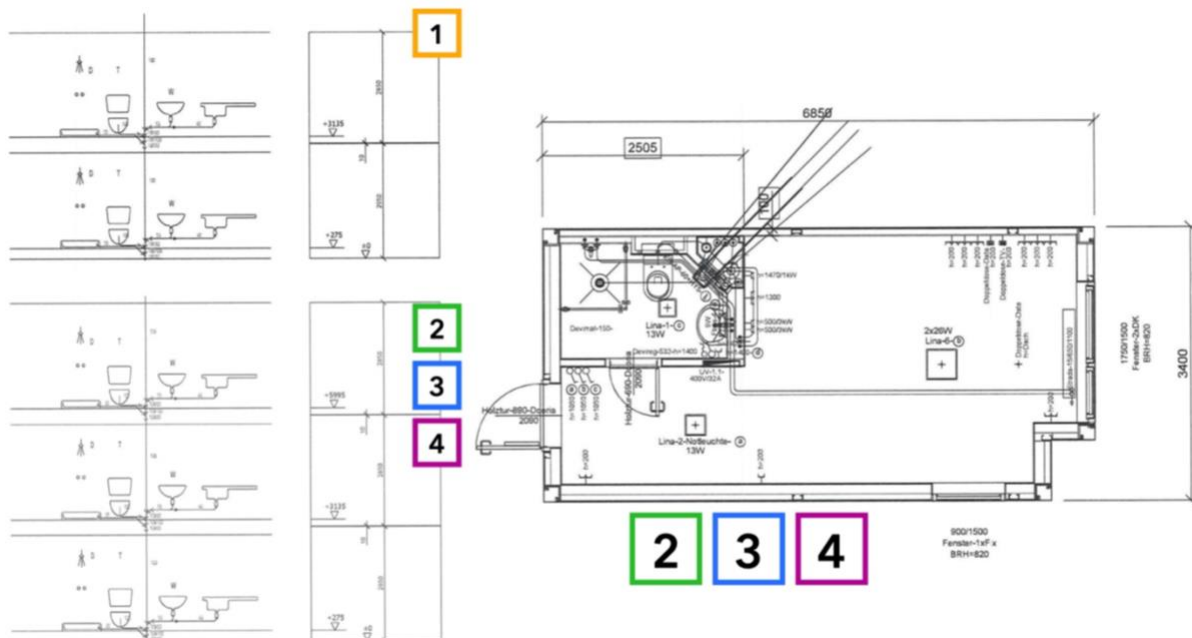
Til sammen består boligblokkene av 71 leiligheter fordelt på fire bygg (Bilde 5). Disse skilles etter nummerering fra 1–4, i tillegg til hver sin farge. Boligblokk nummer 1 inneholder seks leiligheter med 2-roms planløsning og er beregnet for to personer. Blokkene 2–4 inneholder 65 leiligheter med 1-roms løsning for en person. Da det ikke har blitt angitt antall brukere i boligblokkene, og for å kunne beregne maks. kapasitet, antas det at alle leilighetene er i bruk. Det er derfor totalt 77 brukere i boligblokkene.

Plantegninger

Plantegningene ble brukt til å lage en realistisk modell av boligblokkene. Tegningene inneholder oversikt over planløsningene i boligblokkene (Figur 5), og hvor sanitærutstyrene er plassert (Figur 6) – sanitærplan over blokk 1 er ikke tilsendt. Det er to typer leiligheter som blir fremstilt i oppgaven: 1-roms og 2-roms. Hver boenhet inneholder et toalett, to vasker og en dusj. Tegningene er inkludert som vedlegg.



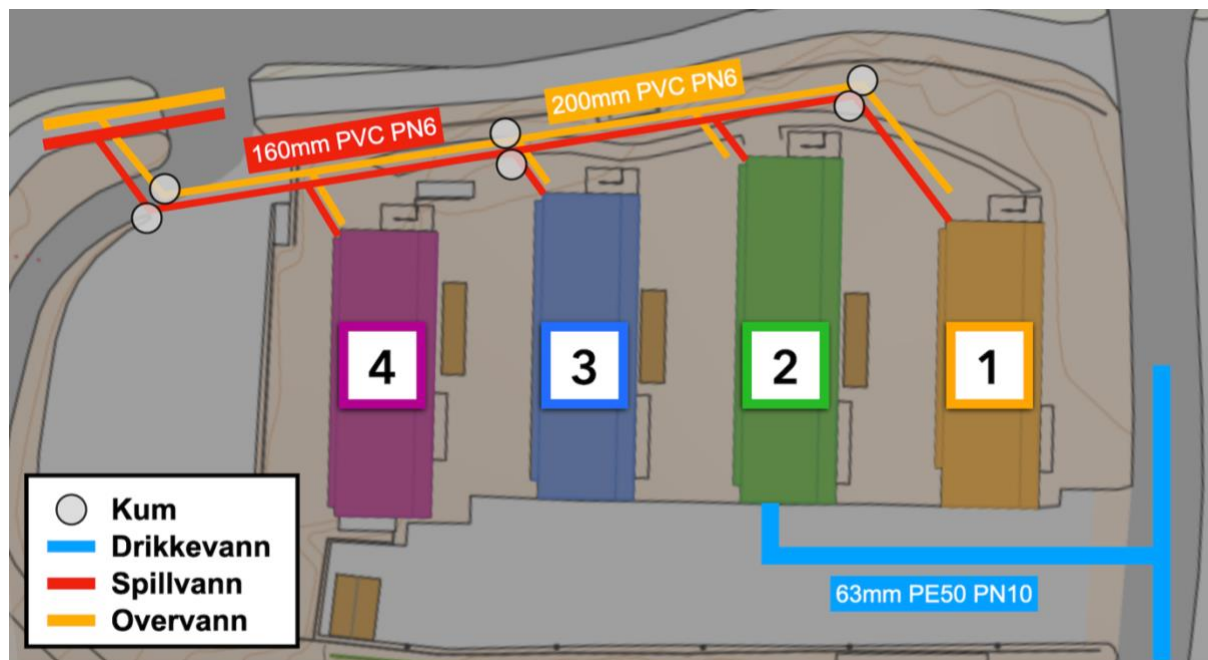
Figur 5: Plantegninger av 1-roms og 2-roms leilighetene i boligblokkene. Redigert tegning fra Sit.



Figur 6: Sanitærskjema over boligblokkene. Plan over blokk 1 er ikke angitt. Redigert tegning fra Sit.

Ledningsnett

Ledningstraseene ble avgjort ut ifra snitt-tegninger, som har blitt tilsendt fra byggherre og driftsansvarlig. Dette blir brukt til å gjenskape det eksisterende rørsystemet. Informasjon om sanitærabonnement ble også tilsendt, slik at det var mulig å se hvor bygningene var tilkoblet det kommunale ledningsnett (Figur 7). Dimensjonene og materialene på ledningene varierer etter plassering og bruk.



Figur 7: Forenklet oversikt over ledningstrase rundt boligblokkene. Figur er laget basert på informasjon tilsendt fra Sit og kartgrunnlag fra Norgeskart.

Utendørs brukes det rør av Polyvinylklorid, PVC. Det offentlige avløpssystemet som boligblokkene er tilkoblet, er et separatsystem hvor spillvann og overvann ledes i to forskjellige ledninger. Spillvannsledningen har en rørdimensjon på 160 mm og trykk-klasse PN6, og overvannsledning er på 200mm med samme trykk-klasse.

Innendørs brukes det Polypropylen, PP, som rørmateriale. Her har hovedledningene og grenledningene til toalett en rørdiameter på 100 mm, og grenledningene som går til vask og dusj er på 50 mm (Figur 6).

Lengdene på de eksisterende rørene i boligblokkene er oppgitt i Tabell 2. Dette er estimert fra Revit-modellen (3.4 Modellering av anlegget), da det ikke var oppgitt spesifikke mål i snitt-tegningene.

Tabell 2: Eksisterende rørlengder i boligblokkene. Estimert fra Revit-modell.

1-roms blokkene		
Rørdiameter	Rørlengde [mm]	Rørlengde [m]
50 mm	224 914	224,9
100 mm til toalett	35 165	35,2
100 mm hovedledning	287 925	287,9
2-roms blokken		
Rørdiameter	Rørlengde [mm]	Rørlengde [m]
50 mm	43 697	43,7
100 mm til toalett	3 030	3,0
100 mm hovedledning	42 290	42,3

Kostnader

Da vi ikke har fått noen spesifikk informasjon angående vannklosettmodellene som blir brukt i boligblokkene, fant vi noen veiledende kostnader hos to leverandører: Bademiljø for toalettrelaterte produkter (Bademiljø, 2021) og Pipelife for rørprodukter (Pipelife, 2021). Disse ble valgt grunnet beliggenheten og omdømmet om kvalitet, samtidig som det var lett tilgjengelig informasjon om produktene på nettet.

Det er viktig å påpeke at kostnadene som kommer frem av Tabell 3 **Error! Reference source not found.** kun er veiledende, og det er usikkerheter rundt de konkrete utgiftene under installasjonen.

Tabell 3: Produktliste med tilhørende priser.

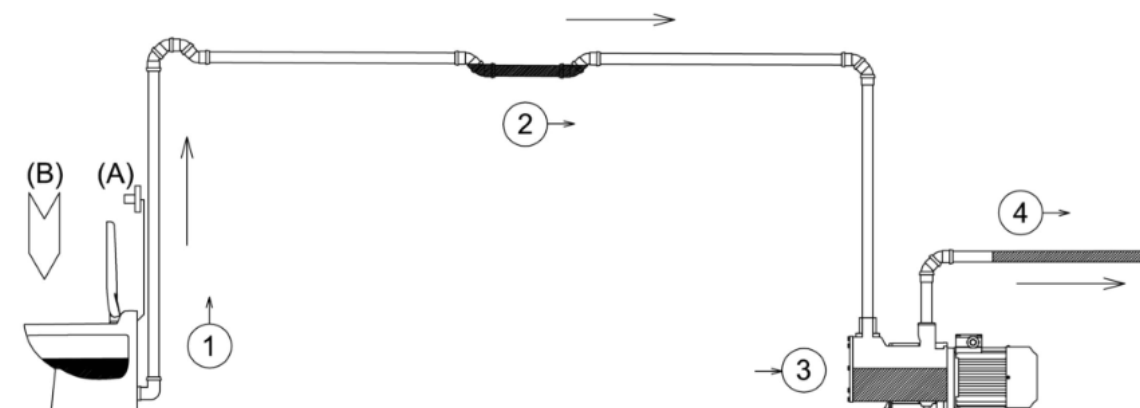
Produkt	Modell	Pris per enhet [kr]	Øvrige informasjon
Toalettpakke	TECE toalettpakke	3 190	Inkludert sisterner, trykkplate og veggskål
Toalettsete	UNI L	990	
Avløpsrør	PP-rør med muffe Merke: Pipelife	220	Diameter: 100 mm Lengde: 3000 mm
	PP-rør uten muffe Merke: Pipelife	145	Diameter: 50 mm Lengde: 3000 mm

3.1.3 Jets vakuumsystem

De tekniske informasjonene om Jets vakuumsystem fikk vi tilsendt fra selve bedriften. Dette innebærer informasjon om: vakuumsystemet, ledningsnett, rørlegging og rørdimensjon, vakuumpumpe, energiforbruk og vannforbruk. Denne informasjonen blir brukt til å sammenligne Jets vakuumsystemet med det eksisterende systemet, samt gjøre vurderinger og beregninger.

Vakuumsystemets virkemåte

Vakuumsystemet monteres omtrent likt som gravitasjonstoiletter og består av en klosettskål og en ventil (Figur 8). Når utløpsknappen blir trykket på (A), åpner ventilen nede i toalettet for to sekund og luft blir sluppet til (B). I løpet av den tiden, fraktes avløpsvannet til nærmeste transportlomme (2). Når prosessen gjentas, fraktes avløpsvannet videre til neste transportlomme eller til en vakuumpumpe (3). Vakuumpumpene til Jets skaper vakuum, kverner opp avløpsvannet og slipper det ut på ledningsnett i en og samme operasjon (Jets Vacuum AS, 2018a).



(A) - Release Button
(B) - Air In

1 - Vacuum pipes
2 - Transport pocket
3 - Vacuumator™ pump
4 - To sewer/collecting unit

Figur 8: Oppsett av Jets vakuumsystem. Figur fra Jets (Jets Vacuum AS, 2018a).

Videre steg i prosessen er avhengig av måten avløpet skal håndteres på. Systemet kan kobles til en oppsamlingstank, en biotank eller til offentlig avløp. Dersom avløpet føres til det offentlige avløpsnett, blir vakuumsystemet direkte koblet med rør fra vakuumløpet til ledningsnett.

Rør

Det brukes kun rør som er testet og godkjent for vakuum. Hovedledningene monteres med rørdiameter på 75 mm og grenledningene med 50 mm. Innendørs brukes det PP-rør og utendørs brukes PE-rør, med en trykk-klasse på minimum PN10. Annet utstyr som trengs for vakuumsystemet er: rørpakker, reduserer og bend. Denne informasjonen er hentet fra installasjonsmanualen til produktene (Jets Vacuum AS, 2018c).

Rørlengden som er brukt i oppgaven er estimert ut ifra Revit-modellen (Tabell 4).

Tabell 4: Rørlengder på vakuumsørene. Estimert med hjelp av Revit.

1-roms blokkene		
Rørdiameter [mm]	Rørlengde [mm]	Rørlengde [m]
50	77 494	77,5
75	142 324	142,3
2-roms blokken		
Rørdiameter	Rørlengde [mm]	Rørlengde [m]
50	9 568	9,6
75	16 695	16,7

Kostnader

En prisliste over produktene som skal brukes i denne oppgaven er gitt i Tabell 5 og i vedlegg 6.

Tabell 5: Prisliste over produkter som blir brukt i installasjon av vakuumsystemet.

Produkt	Modell	Pris per enhet [kr]	Øvrig informasjon
Vakuumtoalett	Jade Wall, TO662PO	6 695,00	Utløpsknapp følger med
Monteringsramme	Mounting frame Multi	1 868	
Vakuumrør	Rørpakke	568,75	Rørpakke til toalettet
	Poloplast-rør av PP med muffe	252,50	Diameter: 50 mm Lengde: 3000 mm Merke: POLO-KAL NG
	Poloplast-rør av PP med muffe	388,75	Diameter: 75 mm Lengde: 3000 mm Merke: POLO-KAL NG
Vakuumpumpe	VU15MBCVS-CTT	35 638	Utstyrt med én pumpe
	VUS201	110 292	Utstyrt med to pumper

Oppsamlingstank

Jets tilbyr ulike løsninger for å håndtere avløpet. Dersom avløpsvannet blir kildeseparert, kan svartvannet samles opp i en tank og tømmes av en septikbil. Oppsamlingstanken som blir brukt i oppgaven er en lavtbyggende tank, som har en diameter på 1600 mm og et volum på 6000 liter (Bilde 6). Det blir valgt å installere én tank per boligblokk. Ekstra kostnader vil forekomme ved installasjon av oppsamlingstanken, grunnet manglende prisestimat tas dette ikke med i beregningene.



Bilde 6: Venstre: Lavtbyggende oppsamlingstank med volum 6000 L. Høyre: Gråvannstank med volum 12 L. Bilder fra Jets (Jets Vacuum AS, 2016b).

Det bør benyttes små gråvannstanker med volum på 12 liter, dersom det installeres vakuüm for kildeseparering av gråvannet (Bilde 6). Gråvannet kan også føres inn i en biologisk behandlingstank (Figur 9), hvor det blir renset til utslipp eller til gjenbruk, som for eksempel til vanning av hage (Jets Vacuum AS, 2016a).

TEKNISKE DATA JETS™ ECOMOTIVE™ A02

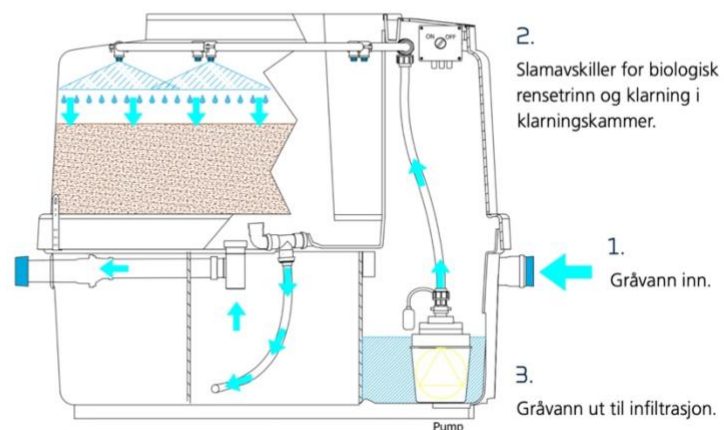
- Høyde 1.445 mm
- Diameter 1.820 mm
- Vekt 490 kg
- Innløp 110 mm
- Utløp 110 mm
- El.tilkobling 230V 10A
- Varmekabel
- Kraftig pumpe for stabil drift
- Dyser med sivel for best mulig spredning
- Alarm (9V) (tilvalg)

KAPASITET

- Nominell kapasitet 600 l/d
- Maksimal kapasitet 900 l/d

Skal ikke kobles til jacuzzi, boblebad og lignende.

JETS™ ECOMOTIVE™ A02



Figur 9: Jets™ Ecomotive™ A02: teknisk data og prosess (Jets Vacuum AS, 2016a).

3.1.4 Vannforbruk

Informasjonen som blir gitt nedenfor ble tilsendt av Ålesund kommune og bedriften Jets. Det innebærer informasjon om det totale vannforbruket ved boligblokkene, vannforbruket ved bruk vannklosett og ved bruk av vakuumpalett. Denne informasjon vil bli brukt til å sammenligne forbruket ved vannklosett og ved vakuumpalett.

Totalt ved boligblokkene

Ålesund kommune ble kontaktet for å få informasjon om vannforbruket ved boligblokkene, og følgende data ble tilsendt og kommer frem av Tabell 6.

Tabell 6: Vannforbruket ved boligblokkene.

Årstall	Vannforbruk [m ³]
2019	4317
2020	2472

Vannforbruket ved boligblokkene har redusert med 57% fra år 2019 til 2020. Dette blir regnet som et avvik, ettersom koronavirus-pandemien har hatt stor innvirkning på vannforbruket ved boligblokkene. Pandemien kan ha ført til færre brukere og dermed mindre vannforbruk. Videre i oppgaven vil det derfor antas et årsforbruk på 4317 m³.

Det er viktig å påpeke at dataene som har blitt tilsendt er begrenset til de to årstallene, og forbruket som velges i oppgaven kan avvike fra det gjennomsnittlige årsforbruket.

Vannklosett

Vannforbruket til vannklosetter vil variere etter toalettmodell og størrelsen på toalettvanntankene. Et gjennomsnittlig vannklosett bruker 6 liter vann per spyling, og vi antar derfor at dette også er tilfellet i boligblokkene (Jets Vacuum AS, 2019b). På bakgrunn av dette, vil det derfor være et avvik fra det faktiske forbruket.

Vakuumpalett

Vannforbruket vil variere etter toalettmodell, men i denne oppgaven skal vi benytte oss av et vakuumpalett som forbruker 1 liter vann per nedtrekk. Dette er også gjennomsnittsförbruket på vakuumpalettene som Jets leverer (Jets Vacuum AS, 2019b).

Antall toalettbesøk per innbygger

Det antas i oppgaven at hver enkelt person i gjennomsnittet er på toalettet 6 ganger i løpet av en dag. Dette er tall vi har fått som utgangspunkt fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019b). Det antas i oppgaven at hver enkelt person i gjennomsnittet er på toalettet 6 ganger i løpet av en dag. Dette er tall vi har fått som utgangspunkt fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019b).

3.1.5 Energiforbruk

Sentralisert avløpssystem

I denne oppgaven vil det antas at energiforbruket innenfor avløpsrensing og avløpstransport er tilnærmet landsgjennomsnittet. Det påpekes at energiforbruket som blir gitt nedenfor gjelder all type avløp og ikke bare svartvann fra toalett.

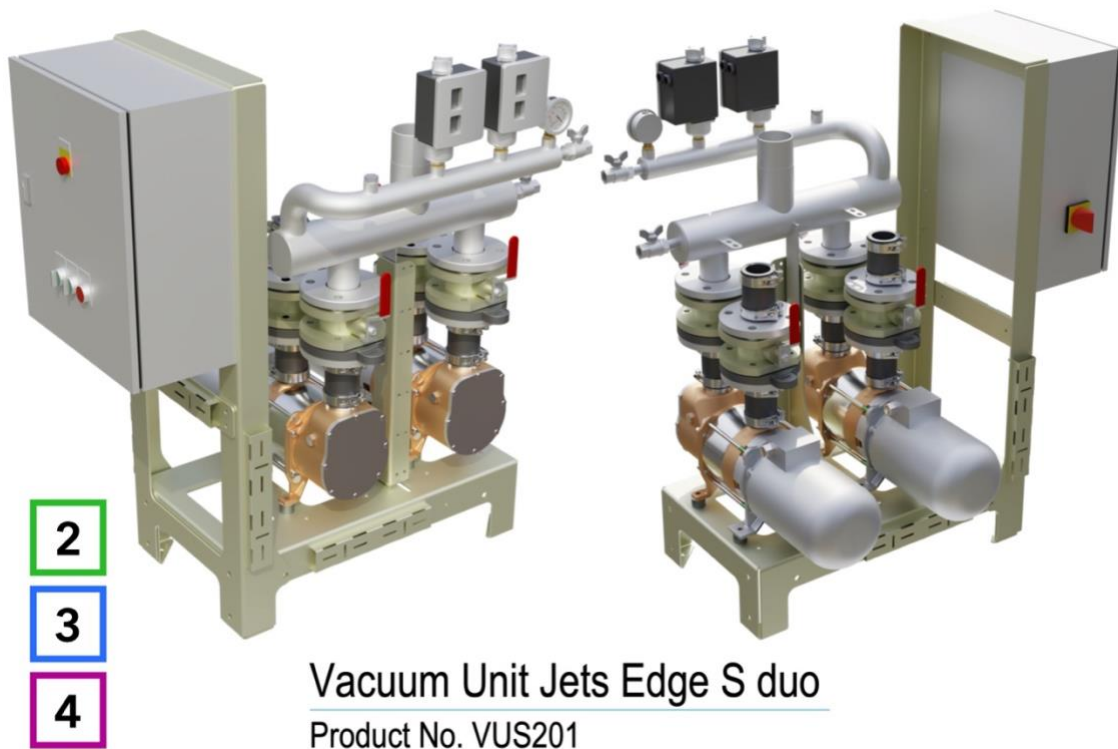
Dataene som brukes for sentralisert avløpssystem er hentet fra en rapport, som ble utarbeidet av bedreVANN om tilstandsvurdering av kommunale vann- og avløpstjenester. Det er få publikasjoner som omhandler energiforbruket, og det foreligger ikke lokale data for området som skal undersøkes. Det brukes derfor nasjonale tall, noe som kan medføre et avvik i beregningene. Energiforbruket varierer fra kommune til kommune etter avløpsmengden og antall pumpestasjoner som er tilkoblet.

I et sentralisert avløpssystem bruker avløpssektoren energi på avløpsrensing og avløpstransport. Kostnadene for energiforbruket er inkludert i vann- og avløpsavgiftene som abonnentene betaler til kommunen.

Innenfor avløpsrensing er landsgjennomsnittet for energiforbruk på 61 kWh per person i 2019. Forbruket varierer etter renseanleggets størrelse og renseprosesser. Når det gjelder avløpstransport, varierer energiforbruket etter antall personer som er tilknyttet per km spillvannsledning og antall pumpestasjoner per km ledning. På landsbasis i 2019, ble det estimert et gjennomsnittsforkbruk på 38 kWh per person tilknyttet (bedreVANN, 2019).

Vakuumsystem

Jets ble kontaktet for å få informasjon om energiforbruket for vakuumsystemet. Det ble anbefalt å bruke vacuumenheten VUS201 på boligblokkene 2–4 (Figur 10), og to av vakuumpumpene VU15MBCVS-CTT i boligblokk 1 (Bilde 7). Teknisk informasjon for hver av enhetene er lagt med i Vedlegg 4.



Figur 10: Vakuumenhet VUS201. 3D-modell fra Jets, visualisert i Blender.

Vakuumpumpene som ble anbefalt bruker i gjennomsnitt 10 Wh per nedskyll. Dette tilsvarer energiforbruket til en lyspære på 5 W som har stått på i to timer (Propansenteret, 2021). Pumpene er plassbesparende og har liten vekt, noe som gjør at de er fleksible å montere.



2x **Vacuum Unit JETS 15MB CVS**
Product No. VU15MBCVS-CTT 230

Bilde 7: Vakuumpumpen VU15MBCVS-CTT. Bilde fra Jets (Jets Vacuum AS, 2019a).

3.2 Vurdering av scenarier

Tre ulike scenarier blir vurdert i oppgaven for å presentere virkningene innføringen av vakuumteknologi vil medføre. Det innføres vakuumteknologi kun på toalettene, og vurderingene vil dermed gjøres for avløpsvannet fra toalettene. Dette gjelder vannforbruket, energiforbruket og relaterte kostnader.

3.2.1 Scenario 1

Det første scenarioet representerer et sentralisert avløpssystem. Dette er en fremstilling av den eksisterende situasjonen ved boligblokkene. Leilighetene er utstyrt med vannklosett, og avløpet blir ledet til et renseanlegg via kommunalt avløpsnett. Det rensede avløpsvannet slippes dermed ut i en resipient. Her vil man se på vannforbruket fra vannklosettene, vann- og avløpsavgifter og installasjonskostnader, samt hvor mye energi som brukes for avløpsvannet.

3.2.2 Scenario 2

Det andre scenarioet representerer også et sentralisert avløpssystem, men med vakuumtoalett og dets tilhørende vakuumsystem. Avløpsvannet ledes til hovedledningen for spillvann og videre til et renseanlegg før utslipp. Vurderingene gjøres på samme grunnlag som i scenario 1. Det gjelder vannforbruket fra vakuumtoalettene, vann- og avløpsavgifter og installasjonskostnader, samt hvor mye energi som brukes for avløpsvannet.

3.2.3 Scenario 3

Det tredje scenarioet representerer et delvis desentralisert avløpssystem med vakuumteknologi. Avløpsvannet blir kildeseparert og svartvannet føres i en oppsamlingstank. Det blir innført vakuumtoaletter med tilhørende vakuumsystem for svartvannet, mens gråvannet ledes til hovedrøret med selvføllsledninger. I dette scenarioet vil vannforbruket og installasjonskostnadene være lik som i nummer to. Forskjellene vil være i vann- og avløpsavgiftene og energi som brukes for avløpsvannet. Gjenbruksmuligheter for avløpsvannet tas ikke med i beregningene, men blir diskutert senere i oppgaven.

3.3 Beregninger

Metoden for hvordan beregningene av vannforbruket, energiforbruket og kostnadene som er tilknyttet endringene vakuumenteknologi medfører, blir forklart i denne delen av oppgaven. Det påpekes at beregningene tar kun i betraktning avløpet fra toalettene og ikke fra dusj og vask.

3.3.1 Vannforbruk

Vannforbruket ved boligblokkene blir regnet ut ifra vannmengde fra toalett, antall nedskyll og antall brukere. Det vil gjennomføres beregninger for hver av toalettløsningene, da vannforbruket vil variere.

Vannforbruksberegning

Følgende formel blir brukt for å beregne vannforbruket:

$$Q_d = q_t \cdot n \cdot pe \quad (1)$$

- Q_d = Antall liter vannforbruk per døgn
- q_t = Antall liter vannforbruk per toalett nedskyll
- n = Antall nedskyll per døgn
- pe = Antall beboere

Vannforbruket omgjøres deretter til $m^3/\text{år}$ med hjelp av følgende formel:

$$Q_f = \frac{Q_d \cdot 365}{1\,000} \quad (2)$$

- Q_f = Antall m^3 vannforbruk per år
- Q_d = Antall liter vannforbruk per døgn
- 365 = Antall døgn per år
- 1 000 = Antall liter per m^3

Andel vannforbruk fra toalett

For å beregne andel vannforbruk som kommer fra toalettene i forhold til total forbruk:

$$A_{Qt} = \frac{Q_f}{4317} \cdot 100\% \quad (6)$$

- A_{Qt} = Andel vannforbruk som kommer fra toalettene i prosent
- Q_f = Antall m^3 vannforbruk per år
- 4317 = Total m^3 vannforbruk for boligblokkene per år

Vannbesparelse

Etter forbruket for hver toalettløsning er beregnet, kan man finne vannmengden som kan spares. Følgende formel brukes:

$$Q_{f_{WC}} - Q_{f_{VC}} \quad (7)$$

Prosentreduksjonen beregnes:

$$\left(1 - \frac{Q_{f_{WC}}}{Q_{f_{VC}}}\right) \cdot 100\% \quad (8)$$

- $Q_{f_{WC}}$ = Vannforbruket med vannklosett
- $Q_{f_{VC}}$ = Vannforbruket med vakuumtoalett

3.3.2 Kostnadsberegning

En kostnadsberegning er et verktøy, som brukes til å analysere de økonomiske virkningene innføringen av et vakuumsystem vil medføre. Beregningene gjøres på grunnlag av de ulike scenariene.

Forbruksgebyr for vann og avløp

Første delen av beregningen er tilknyttet avgiftene for vann- og avløpstjenestene. Ettersom abonnementsgebyret er en fast årlig pris, blir beregningene rettet mot forbruksgebyret. Dette beregnes for alle tre scenariene.

Bruker følgende formel for å beregne totalt forbruksgebyr for vann:

$$Fg_v = 16,53 \cdot Q_f \quad (9)$$

- Fg_v = Total forbruksgebyr for vann [kr]
- Q_f = Antall m^3 vannforbruk per år
- 16,53 = Pris på forbruksgebyr for vann $\left[\frac{kr}{m^3}\right]$

Beregner totalt forbruksgebyr for avløp med:

$$Fg_a = 22,59 \cdot Q_f \quad (10)$$

- Fg_a = Total forbruksgebyr for avløp [kr]
- Q_f = Antall m^3 vannforbruk per år
- 22,59 = Pris på forbruksgebyr for avløp $\left[\frac{kr}{m^3}\right]$

Resultatene for hver av toaettløsningene skal deretter sammenlignes, og føres opp i grafer ved hjelp av dataprogrammet Microsoft Excel.

Material og installasjonskostnader

Andre delen av beregningen er tilknyttet material og installasjonskostnader for begge toaettløsningene. Det gjøres et prisestimat for det eksisterende toalettsystemet, som er ved boligblokkene. Dette gir et grunnlag for videre sammenligning av kostnadene for begge toaettløsningene.

Toalett pakken inkluderer sistene, trykkplate og veggskål, men toalettsete må kjøpes i tillegg:

$$P_{wc} = wc \cdot le \quad (11)$$

- P_{wc} = Totalpris på toalett pakken [kr]
- wc = pris per toalett pakke [kr]
- le = antall leiligheter

$$P_{ts} = ts \cdot le \quad (12)$$

- P_{ts} = Totalpris på toalettsete [kr]
- ts = pris per toalettsete [kr]
- le = antall leiligheter

Når det gjelder rørsystemet, brukes kun lengdene fra grenrørene som er tilkoblet vannklosettene. Disse er estimert ut ifra Revit-tegningene. Rørene selges i 3 meters lengder, og man må finne antall rør nødvendig.

$$n_{rør} = \frac{RL}{3\ 000} \quad (13)$$

- $n_{rør}$ = antall rør nødvendig
- RL = total rørlengde [mm]
- 3 000 = lengde per rør $\left[\frac{mm}{rør}\right]$

Kostnadene for rørsystemet beregnes deretter:

$$Totalpris_{rør} = n_{rør} \cdot rørpris \quad (14)$$

- $n_{rør}$ = antall rør nødvendig
- $rørpris$ = pris per rør [kr]

Videre vil kostnadene for installasjonen av vakuumsystemet beregnes. Dette gjelder kostnadene for vakuumtoalettene, rørsystemet og vakuumpumpene. Hvert vakuumtoalett medfølger en monteringsramme og en rørpakke:

$$P_{vc} = vc \cdot le \quad (15)$$

- P_{vc} = Totalpris på vakuumtoalett [kr]
- vc = pris per vakuumtoalett [kr]
- le = antall leiligheter

$$P_{mr} = mr \cdot le \quad (16)$$

- P_{mr} = totalpris på monteringsramme [kr]
- mr = pris per monteringsramme [kr]
- le = antall leiligheter

$$P_{rp} = rp \cdot le \quad (17)$$

- P_{rp} = totalpris på rørpakke [kr]
- rp = pris per rørpakke [kr]
- le = antall leiligheter

For rørsystemet må man først finne total rørlengde for hver dimensjon. Disse er estimert ut ifra Revit-tegningene. Finner så nødvendig antall rør, da det selges i 3 meters lengder. Dette gjøres for hver rørdimensjon:

$$n_{rør} = \frac{RL_x}{3\,000} \quad (18)$$

- $n_{rør}$ = antall rør nødvendig
- RL = total rørlengde i mm
- x = rørdimensjon i mm
- $3\,000$ = lengde per rør $\frac{mm}{rør}$

Kostnadene for rørsystemet beregnes deretter for begge dimensjonene:

$$Totalpris_{rør} = n_{rør} \cdot rørpris \quad (19)$$

- $n_{rør}$ = antall rør nødvendig
- $rørpris$ = pris per rør [kr]

Prisen på vakuumpumpene varierer etter antall og modell:

$$Totalpris_{pumpe} = n_{pumpe} \cdot pumpepris \quad (20)$$

- n_{pumpe} = antall pumper
- $pumpepris$ = pris per pumpe [kr]

3.3.3 Nedbetalingstid

Etter å ha regnet ut det totale forbruksgebyret for de ulike scenarioene og installasjonskostnadene, kan man regne ut antall år det vil ta å nedbetale kostnadene ved bruk av forskjellen i forbruksgebyrene.

Buker følgende formel for å beregne prisforskjellen på forbruksgebyret ved ulike scenario:

$$Fg_{endring} = FG_1 - FG_2 \quad (21)$$

- $Fg_{endring}$ = Endringen i forbruksgebyret [kr]
- FG_1 = Forbruksgebyr ved et scenario [kr]
- FG_2 = Forbruksgebyr ved et annet scenario [kr]

Beregner nedbetalingstiden med formelen:

$$N_t = \frac{I}{Fg_{endring}} \quad (22)$$

- N_t = Nedbetalingstiden [år]
- I = Installasjonskostnader [kr]
- $Fg_{endring}$ = Endringen i forbruksgebyret [kr]

3.3.4 Energi

Sentralisert avløpssystem

Etter å ha funnet prosentandelen vannforbruk som kommer fra vannklosettene, kan man beregne energiforbruket fra toalettene. Dette tilsvarer samme prosentandel.

Energiforbruk til avløpsrensing fra toalettene:

$$E_r = E_{nr} \cdot A_{Qt} \quad (23)$$

- E_r = Energiforbruk til avløpsrensing fra toalettene $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- E_{nr} = Nasjonalt energiforbruk for avløpsrensing $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- A_{Qt} = Andel vannforbruk som kommer fra toalettene i prosent

Total forbruk til avløpsrensing for boligblokkene:

$$T_{E_r} = E_r \cdot pe \quad (24)$$

- T_{E_r} = Totalt energiforbruk til avløpsrensing for boligblokkene $\left[\frac{kWh}{\text{år}} \right]$
- E_r = Energiforbruk til avløpsrensing fra toalettene $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- pe = Antall beboere

Energiforbruk til avløpstransport fra toalettene:

$$E_t = E_{nt} \cdot A_{Qt} \quad (25)$$

- E_t = Energiforbruk til avløpstransport fra toalettene $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- E_{nt} = Nasjonalt energiforbruk for avløpstransport $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- A_{Qt} = Andel vannforbruk som kommer fra toalettene i prosent

Total forbruk til avløpstransport for boligblokkene:

$$T_{E_t} = E_t \cdot pe \quad (26)$$

- T_{E_t} = Totalt energiforbruk til avløpstransport for boligblokkene $\left[\frac{kWh}{\text{år}} \right]$
- E_t = Energiforbruk til avløpstransport fra toalettene $\left[\frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \right]$
- pe = Antall beboere

Energiforbruket fra boligblokkene blir beregnet på følgende måter ved et sentralisert avløpssystem:

$$F_s = T_{E_r} + T_{E_t} \quad (27)$$

- F_s = Det totale energiforbruket
- T_{E_r} = Totalt energiforbruk til avløpsrensing for boligblokkene $\left[\frac{kWh}{\text{år}}\right]$
- T_{E_t} = Totalt energiforbruk til avløpstransport for boligblokkene $\left[\frac{kWh}{\text{år}}\right]$

Vakuumteknologi

Vakuumsystemet opprettholder vakuum og transporterer avløpet ved hjelp av en vakuumpumpe. Energiforbruket pumpene bruker beregnes, og gir grunnlag for vurderingen av vakuumsystemet:

$$E_{vp} = E_n \cdot n \cdot pe \quad (28)$$

- E_{vp} = Energiforbruk til pumpene $\left[\frac{Wh}{\text{døgn}}\right]$
- E_n = Energiforbruk per nedskyll $\left[\frac{Wh}{\text{nedskyll}}\right]$
- n = Antall nedskyll per døgn
- pe = Antall beboere

Dette omgjøres til kilowatttime:

$$kWh = \frac{E_{vp}}{1000} \quad (29)$$

- E_{vp} = Energiforbruk til pumpene $\left[\frac{Wh}{\text{døgn}}\right]$
- $1000 = \text{Antall } \frac{Wh}{kWh}$

Vakuumteknologi med sentralisert avløpssystem

Energiberegning for vakuumteknologi med sentralisert avløpssystem gjøres på samme måte som for sentralisert avløpssystem. Energiforbruket tilsvarer samme prosentandel vannforbruk fra vakuumtoalettene.

3.3.5 Oppsamlingstank

Svartvannmengden per boligblokk blir regnet ut for å kunne beregne antall ganger oppsamlingstankene må tømmes i løpet av et år.

$$Q_{\dot{a}b} = \frac{Q_{\dot{a}}}{pe} \cdot pe_a \quad (32)$$

- $Q_{\dot{a}b}$ = Total svartvannmengde pr. boligblokk pr. år [*liter/år*]
- $Q_{\dot{a}}$ = Total svartvannmengde for boligblokkene [*liter/år*]
- pe = Antall beboere
- pe_a = Antall beboere pr. boligblokk

Antall årlig tømminger av oppsamlingstankene:

$$T_{\dot{a}} = \frac{Q_{\dot{a}b}}{L} \quad (33)$$

- $T_{\dot{a}}$ = Antall tømminger pr. år
- $Q_{\dot{a}b}$ = Total svartvannmengde pr. boligblokk pr. år [*liter/år*]
- L = Liter pr. tank

3.4 Modellering av anlegget

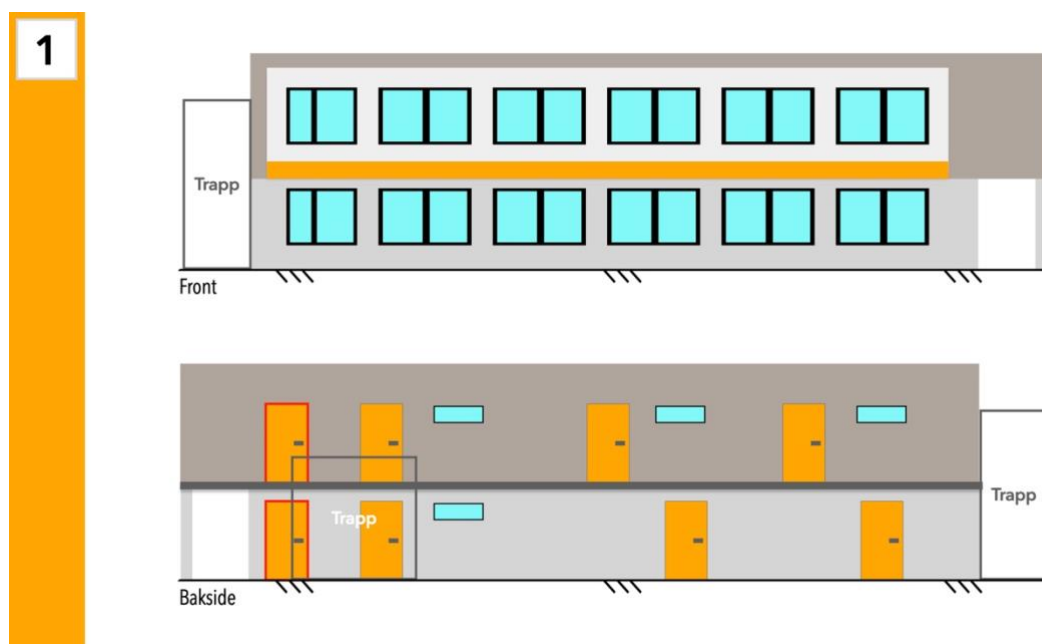
Fremgangsmåten for modelleringen av boligblokkene blir beskrevet i denne delen av oppgaven. 3D-modellene lages fra grunnen av, da der ikke er en eksisterende modell av boligblokkene som er valgt for oppgaven.

3.4.1 Kartlegging av området

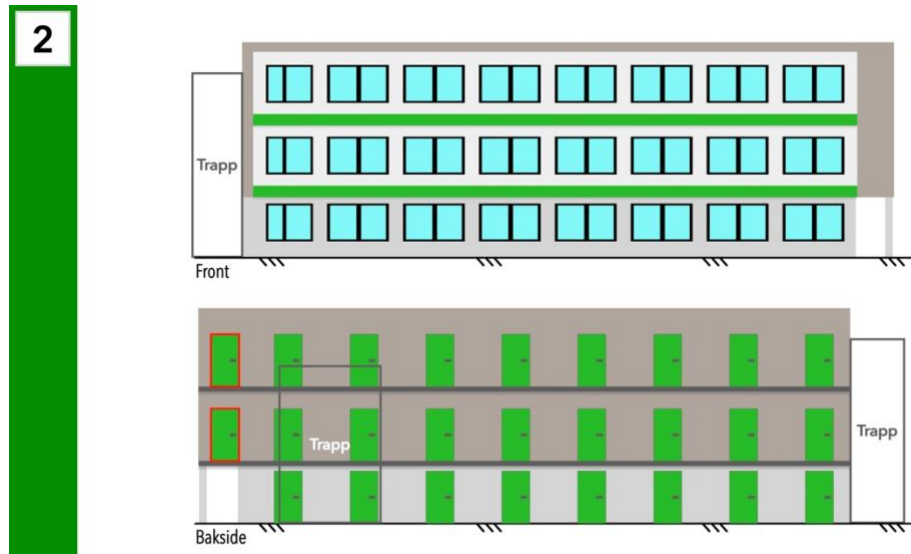
Modelleringen startet med å kartlegge området som er valgt for oppgaven. Det ble brukt kartdata og satellittbilder fra Google Maps, Google Earth og Norgeskart fra Kartverket for å kunne få en oversikt over området og blokkene. Det ble også brukt matrikkelinformasjonen for eiendommen for å finne antall leiligheter i hver etasje, i hvert bygg. Sammen med plantegninger (Figur 5) og sanitærskjema fra studentskipnaden i Ålesund (Figur 6), ble dette grunnlaget for modelleringen.

Bilder direkte fra tjenestene over er ikke inkludert i oppgaven, da det er valgt å holde områdets plassering anonymt. De bildene som er inkludert er derimot redigert for å skjule adresser, gatenavn og nærliggende bygninger. Det er derfor laget til skisser for å kunne illustrere utsiden.

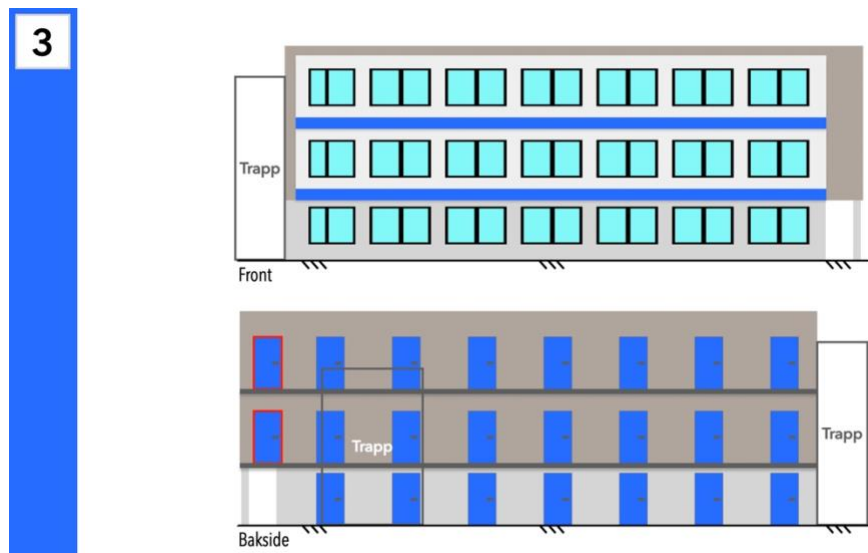
Figurene 11 til 14 viser antall etasjer, vindu, dører, trapper og hvor de er plassert i forhold til hverandre. Slike proporsjoner er viktig for å kunne få riktig estimering av skalaen til modellene. Det er også inkludert dører med rød ytterkant, som symboliserer rom vi ikke har fått detaljert informasjon om og som ikke er leiligheter. Disse kan være teknisk rom, fellesboder eller andre type rom, men vi vil anta i oppgaven at dette er tekniske rom.



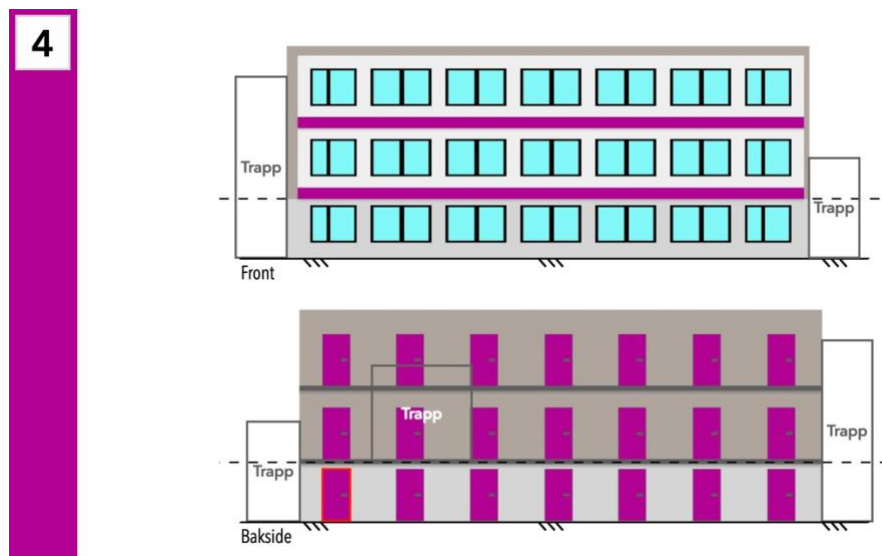
Figur 11: Oversikt over boligblokken nr. 1. Laget i Keynote.



Figur 12: Oversikt over boligblokken nr. 2. Laget i Keynote.



Figur 13: Oversikt over boligblokken nr. 3. Laget i Keynote.

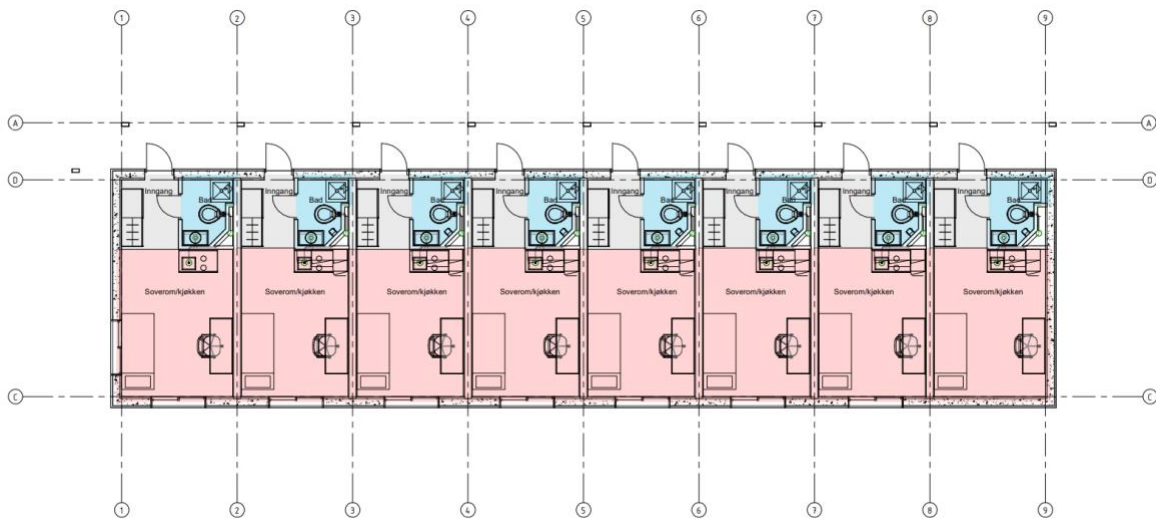


Figur 14: Oversikt over boligblokken nr. 4. Laget i Keynote.

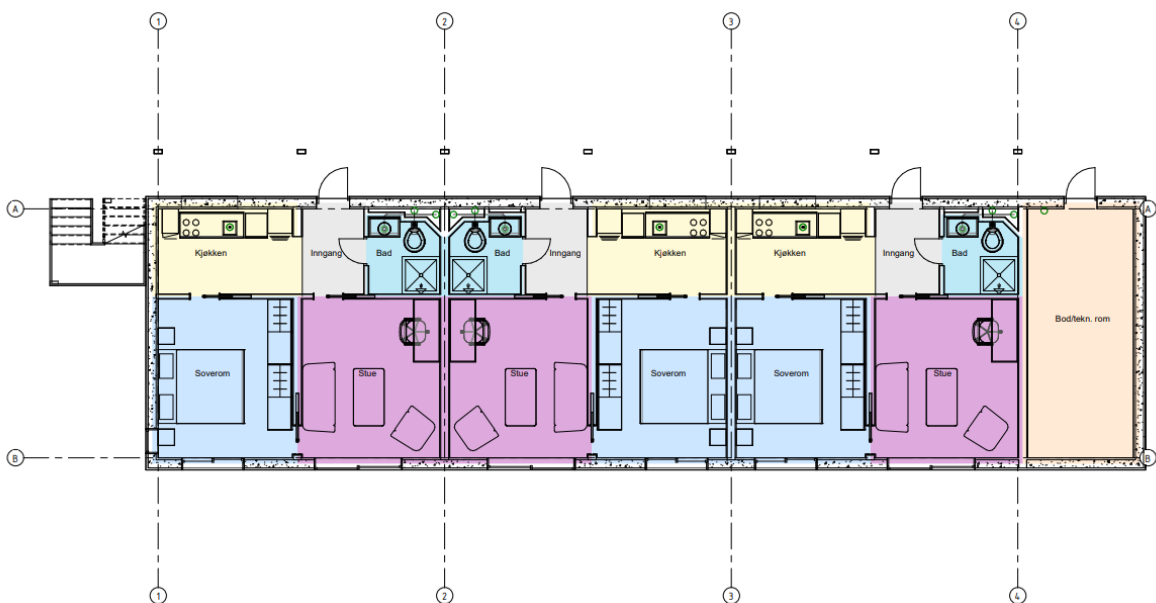
3.4.2 Revit

Revit ble brukt til å modellere og visualisere boligblokkene, og installere tekniske løsninger som avløpsrør. Revit er et modelleringsverktøy som brukes til arkitektdesign, konstruksjonsteknikk, VVS, elektro og detaljplanlegging, og forkonstruksjonsdesign. Dette gir muligheten til å samarbeide på tvers av fagfelter.

Romløsningen i leilighetene ble bestemt fra plantegningene som vi har blitt tilsendt. Ut ifra disse tegningene, laget vi realistiske fremstillinger av bygningene. Leilighetenes eksakte mål ble estimert ved å bruke skalaen i tegningene. Etter å ha tegnet én leilighet, ble den duplisert videre for å lage hele bygget. Figur 15 og Figur 16 er tegnet i Revit og viser gjenskapelser av plantegningene fra Sit.



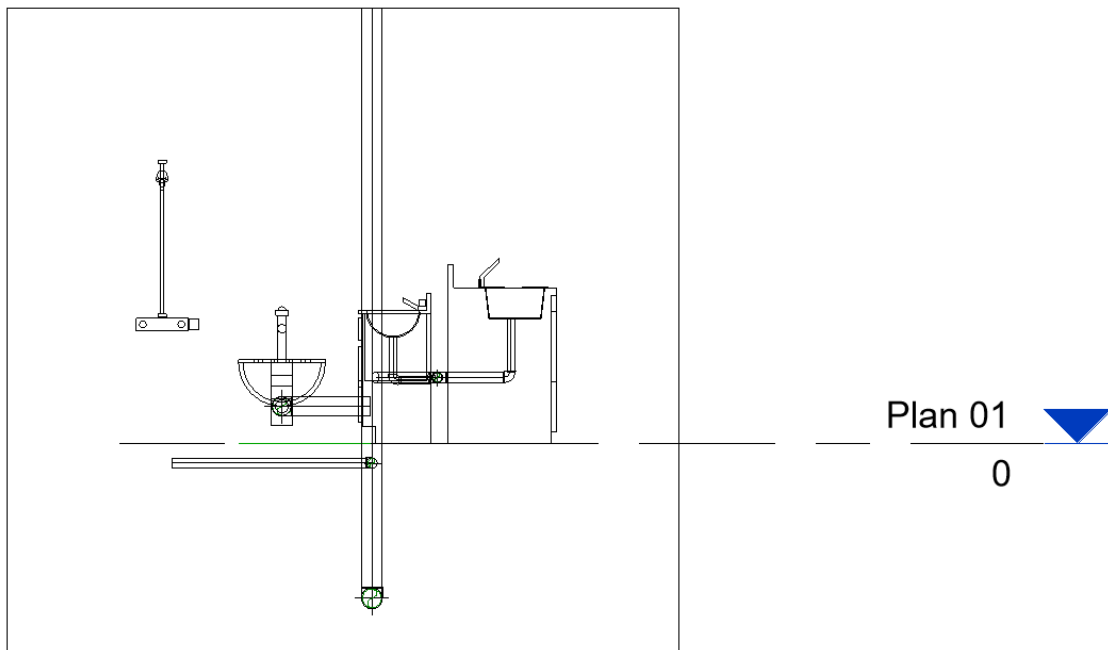
Figur 15: Plantegning av 1-roms leiligheter i Revit.



Figur 16: Plantegning av 2-roms leiligheter i Revit.

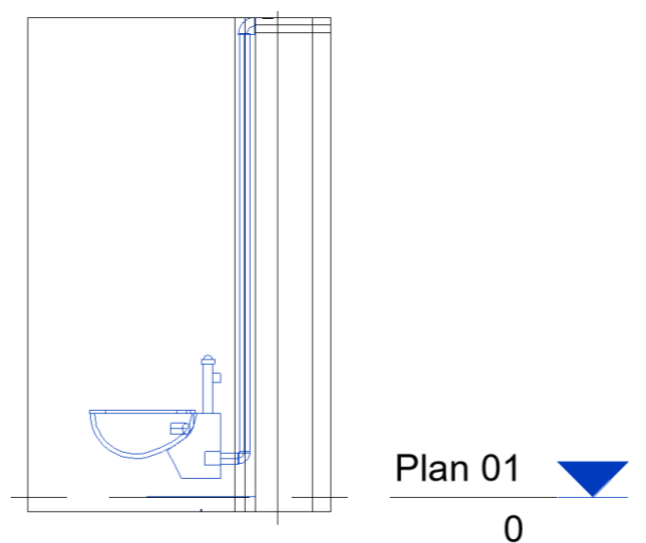
For rørsystemet ble det opprettet to modeller for hvert toalettssystem. Rørtraseene fra dusj og vask forblir det samme i begge toalettssystemene. Dette består av grennrør til dusj og vask, og et hovedrør som går opp gjennom etasjene.

For avløpssystemet med vannklosett, tok vi utgangspunkt i sanitærskjemaet som vi har blitt tilsendt. En forenklet skisse av røropplegget i en leilighet med vannklosett er oppgitt i Figur 17. Grennrøret fra toalettene er koblet til hovedrøret i bygningene, som fører avløpsvannet til det kommunale avløpsnettet.



Figur 17: Forenklet skisse av røropplegg med vannklosett. Tegnet i Revit.

For avløpssystemet med vakuumtoalett, tok vi utgangspunkt i installasjonsmanualen fra Jets. Grennrøret fra toalettene er koblet til hovedrøret, som er tilkoblet vakuumpumpen. En forenklet skisse av røropplegget i en leilighet med vakuumtoalett er oppgitt i Figur 18.



Figur 18: Forenklet skisse av røropplegg med vakuumtoalett. Tegning i Revit.

3.4.3 Blender

Fra Revit til Blender

Revit-modellene fra forrige kapittel eksporteres til FBX-filer, som er et standard filformat for deling av 3D-modeller. De ble importert inn i Blender for videre detaljhåndtering og visualisering. Blender er et åpent og gratis modelleringsverktøy som blir brukt til å lage animasjonsfilmer, videospill, visuelle effekter, simuleringer og visualisere byggeprosjekter. Programmet har et bredt bruksområde, og i denne oppgaven vil vi bruke det til å visualisere boligblokkene og rørsystem.



Bilde 8: Fra Revit til Blender.

I Bilde 8 kan man se resultatet fra Revit til venstre, og hvordan det til slutt ble sendt ut i Blender til høyre, bestående av over 300 sammensatte objekter. Som nevnt tidligere i kapittelet, ble det brukt blant annet *street view* i Google Maps for å finne ut av materialbruk, antall av forskjellige objekter og avstandene i forhold til hverandre. Dette gjorde at vi fikk en modell som er tilnærmet lik de faktiske boligblokkene. Det er verdt å merke at det kan være utdaterte bilder fra Google Maps. Det er derfor lagt mest vekt på informasjonen angitt i plantegningene fra Sit ved modellering.

Fremgangsmetode: boligblokk 2–4

Hovedtrekkene i fremgangsmetoden var å først modellere en 1-roms leilighet basert på modellen fra Revit, og plantegningene og sanitærskjema fra Sit. Viktigste objektene å lage først er vegger, vinduer og dører. Når leiligheten har de riktige proporsjonene, kopieres det videre slik at antall leiligheter stemmer med tegningene fra kapittel 3.4.1. På den måten får vi laget hovedformen til bygningene, som videre kan ble dekorert med detaljer som: vindu, lister, rekkverk, trapper, søyler, dører og et uteområde. Dette er grunnlaget for boligblokkene 2–4.

Etter at leiligheten ble blokket ut med vegger, dører og vindu, ble det satt in sekundærobjekt som skap, seng, kjøkken, kjøleskap og skrivebord. Til slutt ble små detaljer laget til. Noen av modellene er lastet ned fra nettet for å gjøre prosessen raskere, som hjelper når oppgaven er tidsbegrenset. Alle eksterne modeller er listet opp i vedlegg 8 med linker. Ferdig modell er vist i Bilde 9, hvor deler er gjemt for bedre oversikt over rommet.



Bilde 9: Møblert modell av en 1-roms leilighet. Visualisert i Blender.

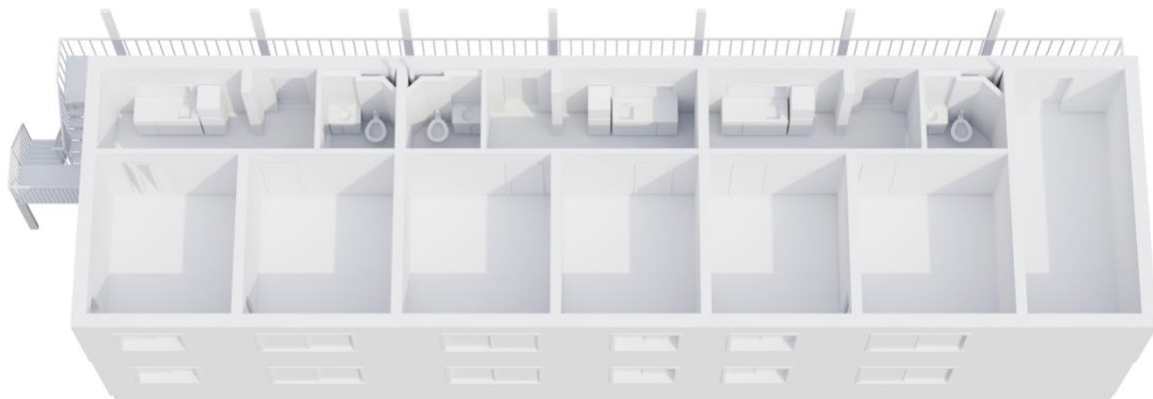
Bilde 9 og Bilde 10 er laget til for å vise hvordan en 1-roms leilighet kan se ut og hva som er tilgjengelig av møbler, hvitevarer og sanitærutstyr.



Bilde 10: Bilde av hovedrommet i en 1-roms leilighet. Visualisert i Blender.

Fremgangsmetode: boligblokk 1

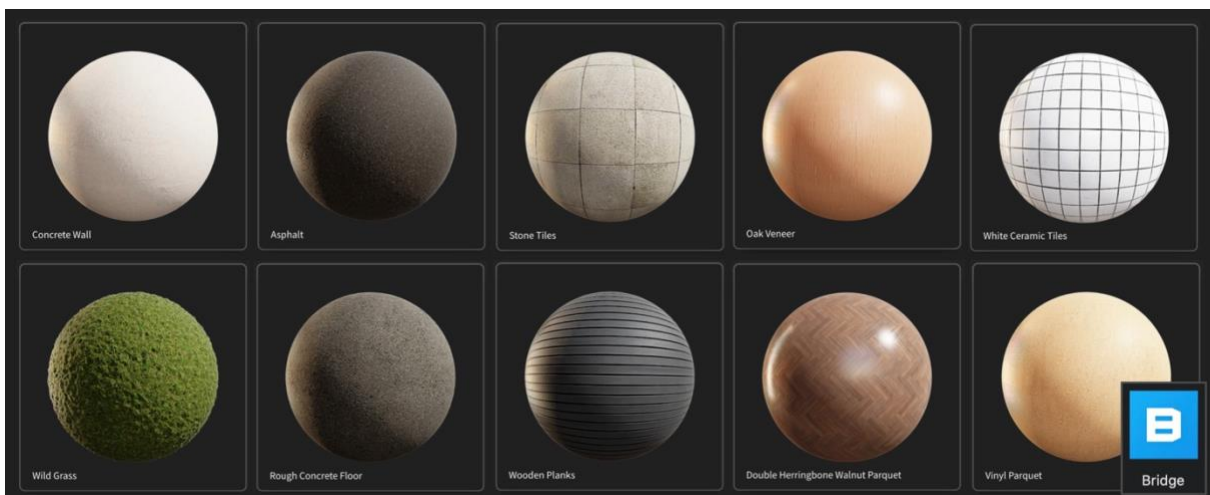
Det ble brukt lik fremgangsmetode for boligblokk 1 som for boligblokkene 2–4, hvor Revit-modellen videreutvikles med plantegninger fra Sit. Det er derimot ikke tilsendt et sanitærskjema for boligblokk 1 som viser ledningstraseene. Det er derfor gjort antagelser for plassering av rørene basert på sanitærskjema for blokkene 2–4. Det er også ikke blitt laget et like detaljert bilde av innsiden til 2-roms leilighetene, slik som bildene ovenfor. Dette er grunnet tidsbegrensninger. Inkluderer derfor et bilde av Revit-modellen som viser innsiden (Bilde 11).



Bilde 11: Oversikt over 2-roms boligblokken. Revit-modell visualisert i Blender.

Materialer

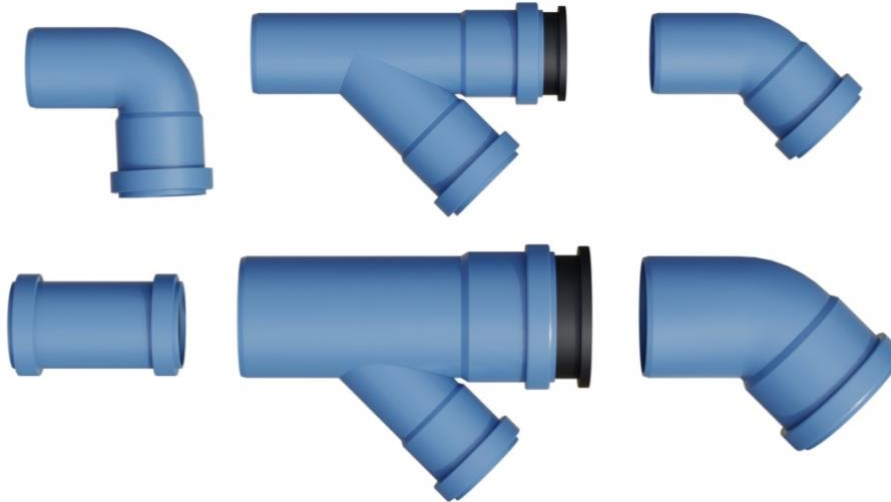
Materialene som ble brukt på 3D-modellene, som asfalt, gress, betong, metall og lignende, ble hentet fra programmet Megascans av firmaet Quixel. Dette er et digitalt bibliotek med materialer og modeller, som kan kobles direkte til Blender gjennom programmet Bridge (Bilde 12). Det er også laget til egne materialer i prosjektet.



Bilde 12: Eksterne materialer som har blitt brukt i prosjektet. Bilde fra Bridge.

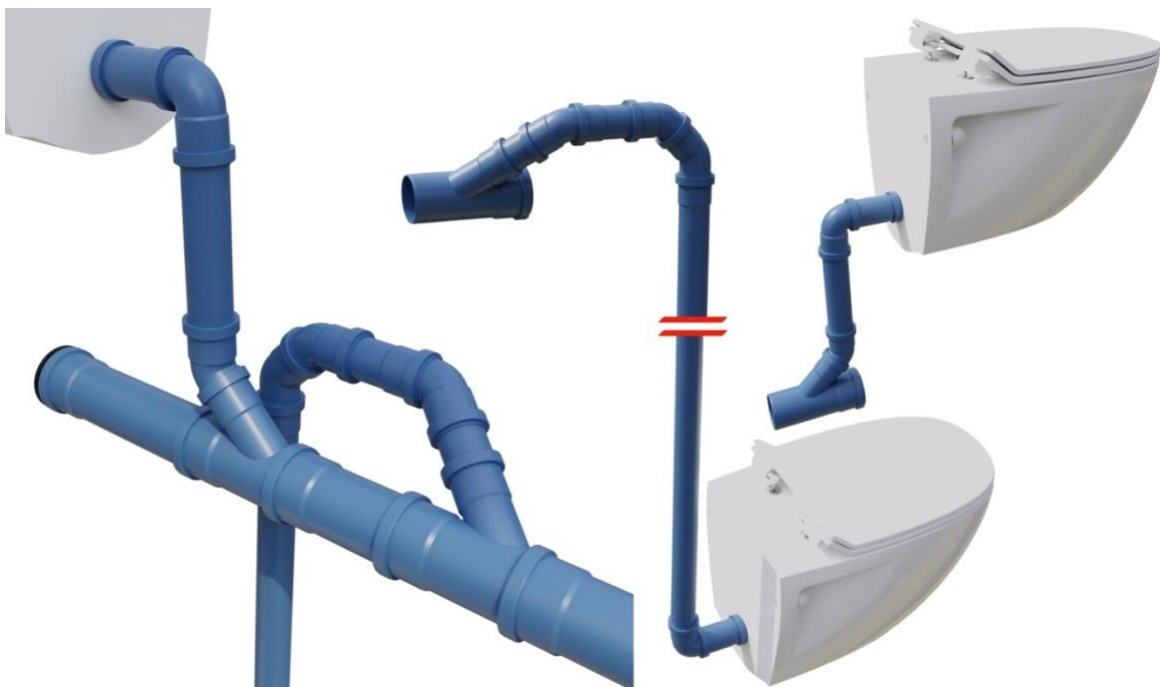
Rørsystemene

Sanitæranlegget i boligblokkene ble modellerte i Revit. I blender ble det brukt 3D-modeller fra Poloplast til å lage et mer detaljert ledningsnett (Bilde 13). Liste over alle delene er inkludert i Vedlegg 8.



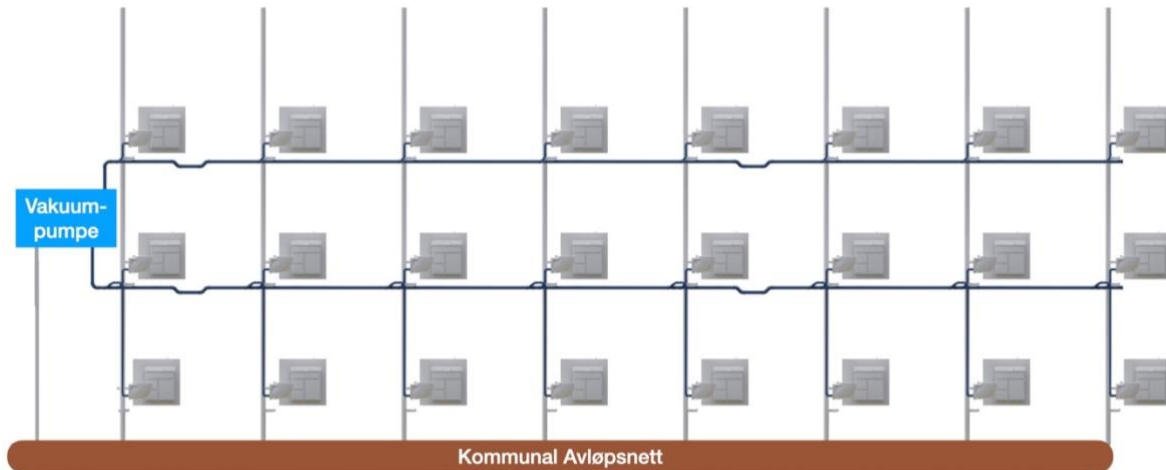
Bilde 13: Poloplast rør som ble brukt i oppgaven. 3D-modeller fra Poloplast.

Kunne dermed lage detaljerte bilder av hvordan vakuumtoalettene koblet seg på hovedledningene (Bilde 14).



Bilde 14: Koblinger i vakuumsystemet. Visualisert i Blender.

Med rørdelene på plass og kolleksjoner med flere typer koblinger, kunne vi visualisere et eksempel på et av sanitæranlegg. Det er laget til anlegg for hver boligblokk, men grunnet begrenset tid fant vi ikke tid til å visualisere alle. Bilde 15 er et eksempel på hvordan det ser ut:



Bilde 15: Eksempel på sanitæranlegg. Visualisert i Blender.

Det er laget til flere bilder av 3D-modellene og er lagt med i Vedlegg 8. Dette inkluderer bilder av alle byggene og ortografisk fremstilling.

4 RESULTATER

I følgende underkapitler vil resultatene av vannforbruksberegningen, kostnadsberegningen, løsninger for boligblokkene og vannbesparelse presenteres.

4.1 Vannforbruk

Vannforbruket med vannklosett og Jets vakuumtoalett vil her bli regnet ut etter formlene som er oppgitt kapittel 3.3.1. under metode. Resultatene vil bli skjematisk fremstilt i grafer. Deretter vil den prosentvise vannreduksjonen ved innføring av Jets vakuumtoalett bli regnet ut.

4.1.1 Vannklosett

I oppgaven blir det beregnet at hvert toalett bruker 6 L vann per nedskyll, og brukerne er i gjennomsnitt på toalettet seks ganger i løpet av dagen. Da blir vannforbruket som følgende:

$$Vannforbruk = 6L \cdot 6 \text{ nedskyll} \cdot 77 \text{ beboere} = 2\,772 \text{ L/døgn}$$

$$Vannforbruk = 2\,772L \cdot 365 \frac{\text{døgn}}{\text{år}} = 1\,011\,780 \frac{L}{\text{år}} = 1\,012 \frac{m^3}{\text{år}}$$

Det totale vannforbruket for boligblokken er på 4 317 m³/år (Tabell 6). Andel vannforbruk som kommer fra vannklosettene utgjør derfor 23,4 % av det årlige vannforbruket til boligblokken:

$$\frac{1012 \text{ m}^3/\text{år}}{4317 \text{ m}^3/\text{år}} \cdot 100\% = 23,4 \%$$

4.1.2 Vakuumtoalett

Jets sine vakuumtoalett har et gjennomsnittlig vannforbruk på 1 L vann per nedskyll. Hver beboer er i gjennomsnitt på toalettet seks ganger i løpet av dagen. Da blir vannforbruket som følgende:

$$Vannforbruk = 1L \cdot 6 \text{ nedskyll} \cdot 77 \text{ beboere} = 462 \text{ L/døgn}$$

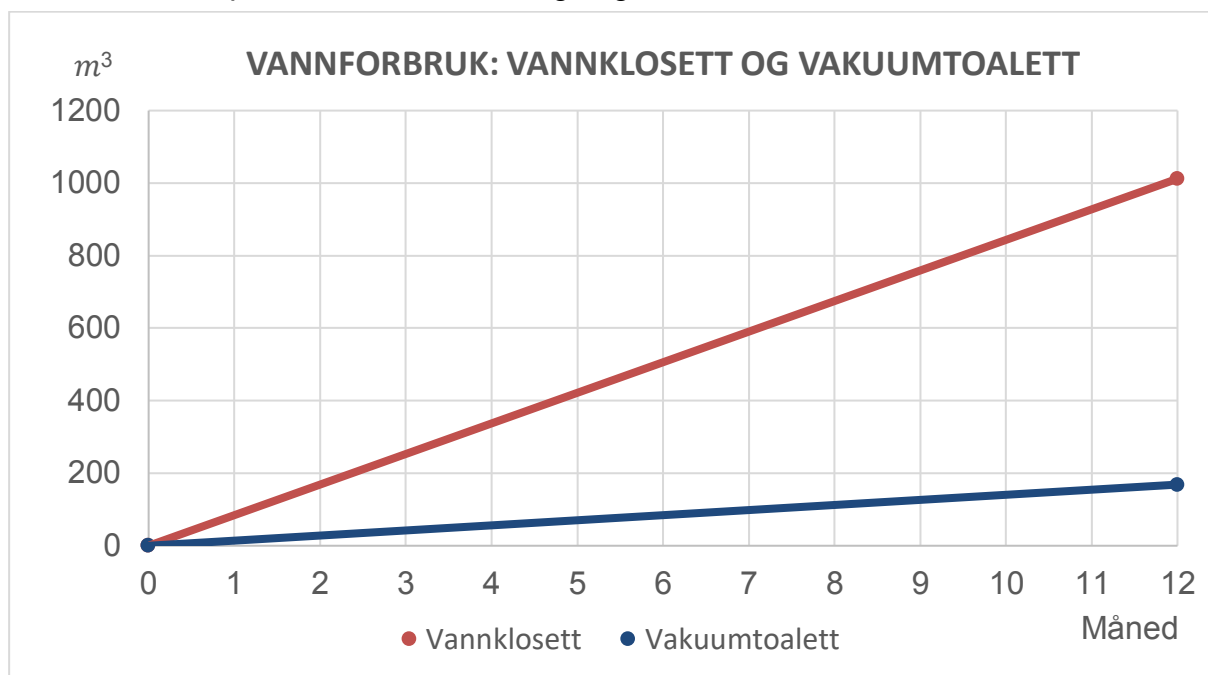
$$Vannforbruk = 462 \frac{L}{\text{døgn}} \cdot 365 \frac{\text{døgn}}{\text{år}} = 168\,630 \frac{L}{\text{år}} = 168,6 \text{ m}^3/\text{år}$$

Andel vannforbruk fra vakuumtoalettene blir dermed:

$$\frac{168,6 \text{ m}^3/\text{år}}{4317 \text{ m}^3/\text{år}} \cdot 100\% = 3,9\%$$

4.1.3 Grafisk sammenligning av vannforbruket

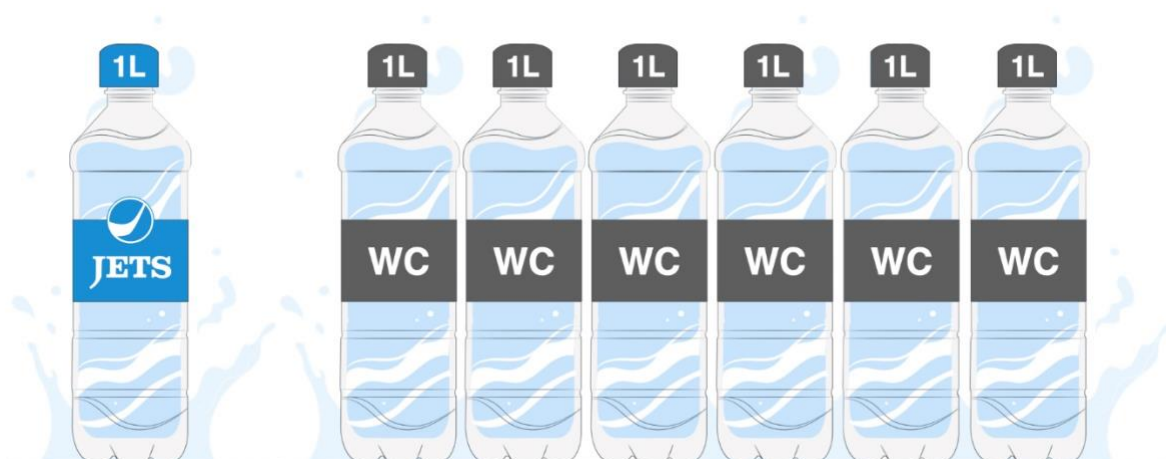
Vannforbruket til et vannklosett og et vakuumpolett blir her skjematisk sammenlignet i Graf 2, basert på resultatene fra beregningene.



Graf 2: Vannforbruk for et vannklosett og et vakuumpolett i løpet av et år.

4.1.4 Vannbesparing

Vannklosettene i boligblokken bruker i gjennomsnitt 6 L vann per nedskyll, i forhold til Jets sine vakuumpoletter som bruker 1 L vann. Dette tilsvarer et forholdstall på 1/6, og er illustrert i Figur 19



Figur 19: Visuell sammenligning mellom vannforbruket ved nedskyll fra vakuumpolett og vannklosett. Redigert illustrasjon av Freepik Storyset (Storyset, 2021).

Under punkt 4.1.1 blir vannforbruket ved bruken av et vannklosett regnet ut, og under punkt 4.1.2 blir vannforbruket ved bruk av Jets vakuumpolett regnet ut.

Vannforbruket på de to alternativene ligger på:

- Vannklosett: 1 012 m³/år
- Jets vakuumtoalett: 168,6 m³/år

Reduksjonen i vannforbruket blir:

$$1012 \frac{m^3}{\text{år}} - 168,6 \frac{m^3}{\text{år}} = 843,4 \frac{m^3}{\text{år}}$$

Ut ifra de tallfestede verdiene ser man at ved å installere vakuumtoaletter i boligblokken kan man redusere vannforbruket med 843,4 m³/år. Dette tilsvarer en prosentreduksjon på 83%:

$$\left(1 - \frac{1012}{168,6}\right) \cdot 100\% = 83\%$$

4.2 Kostnadsberegning

Resultatene fra dette kapittelet vil bli brukt til å analysere de økonomiske virkningene innføringen av et vakuumsystem vil medføre. Dette innebærer forbrukskostnader for vann og avløp, og material- og installasjonskostnader. Det er beregnet etter formlene som er oppgitt under kapittel 3.3.2.

4.2.1 Forbruksgebyr for scenario 1

Abonnementsgebyret og forbruksgebyret som blir brukt i beregningene er hentet fra Tabell 1. Ut ifra beregningene i Tabell 7 ser vi at det totale forbruksgebyret ved bruk av vannklosett er på 39 589 kr/år.

Tabell 7: Forbruksgebyr ved vannklosett.

Sektor	Forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{m^3}\right]$	Vannforbruk $\left[\frac{m^3}{\text{år}}\right]$	Beregning	Totalt forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{\text{år}}\right]$
Vann	16,53	1 012	$16,53 \cdot 1 012$	16 728,4
Avløp	22,59	1 012	$22,59 \cdot 1 012$	22 861
Totalt kostnad:				39 589,4

4.2.2 Forbruksgebyr for scenario 2

Ut ifra beregningene i Tabell 8, ser vi at det totale forbruksgebyret ved bruk av vakuumpolett er på 6 582 kr/år.

Tabell 8: Forbruksgebyr ved vakuumpolett.

Sektor	Forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{m^3}\right]$	Vannforbruk $\left[\frac{m^3}{\text{år}}\right]$	Beregning	Totalt forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{\text{år}}\right]$
Vann	16,53	168,6	$16,53 \cdot 168,6$	2 787
Avløp	22,59	168,6	$22,59 \cdot 168,6$	3 795
Total kostnad:				6 582

4.2.3 Forbruksgebyr for scenario 3

Ut ifra beregningene i Tabell 9, ser vi at det totale forbruksgebyret ved bruk av vakuumpolett er på 2 787 kr/år.

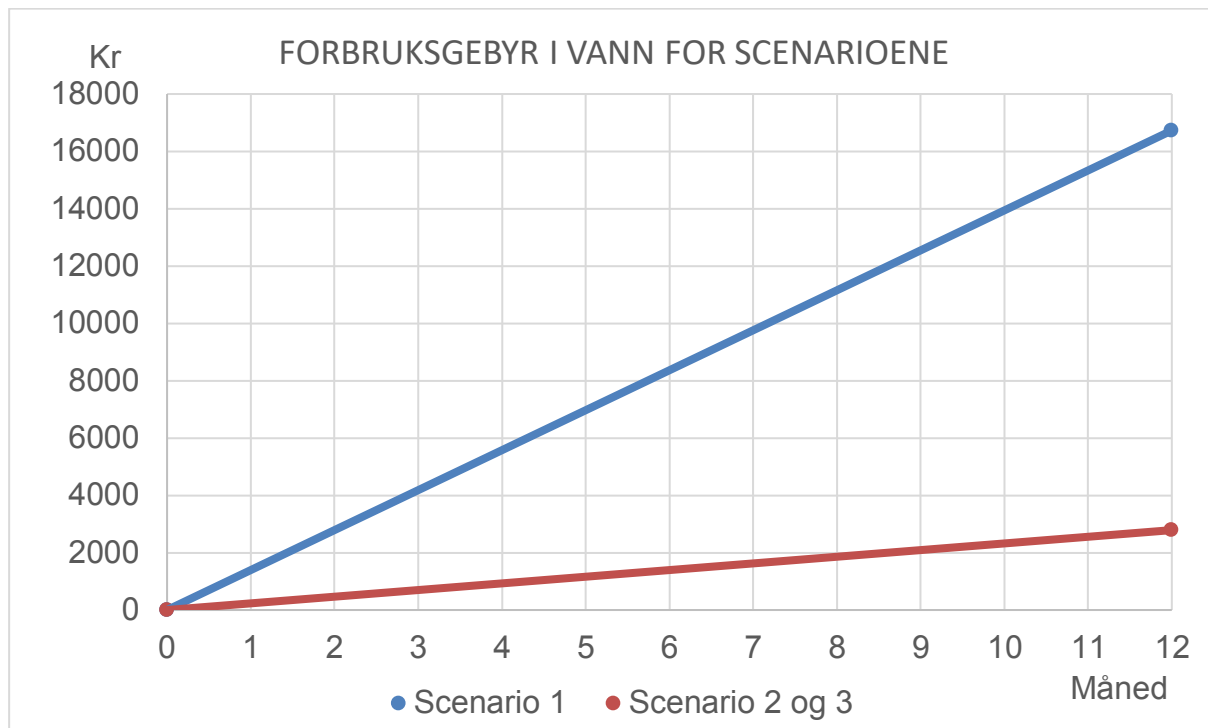
Tabell 9: Forbruksgebyr ved vakuumpolett med oppsamlingstank.

Sektor	Forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{m^3}\right]$	Vannforbruk $\left[\frac{m^3}{\text{år}}\right]$	Beregning	Totalt forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{kr}{\text{år}}\right]$
Vann	16,53	168,6	$16,53 \cdot 168,6$	2 787
Avløp	22,59	0	$22,59 \cdot 0$	0
Total kostnad:				2 787

4.2.4 Sammenligning av vann- og avløpskostnadene

Forbruksgebyr for vann

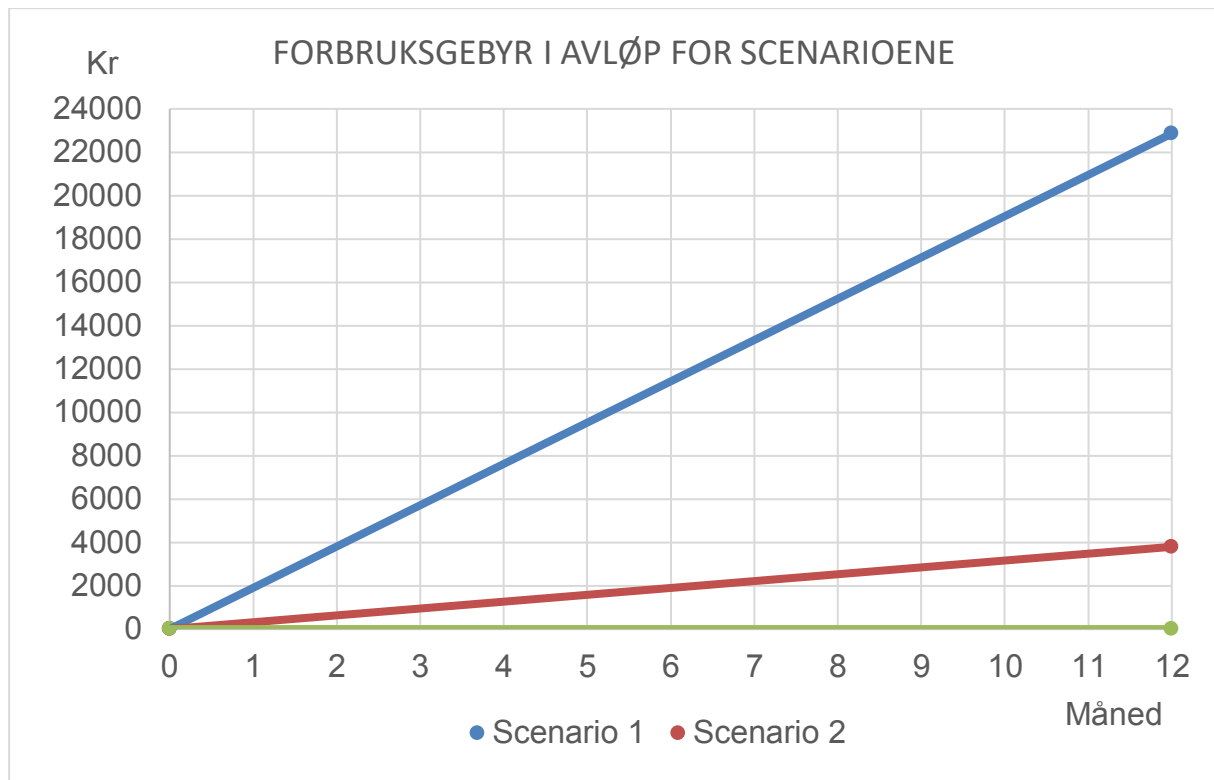
Forbruksgebyret for vannkostnadene til et vannklosett og et vakuumpolett blir her skjematisk sammenlignet i Graf 3.



Graf 3: Forbruksgebyr for vann ved de ulike scenariene i løpet av et år.

Forbruksgebyr for avløp

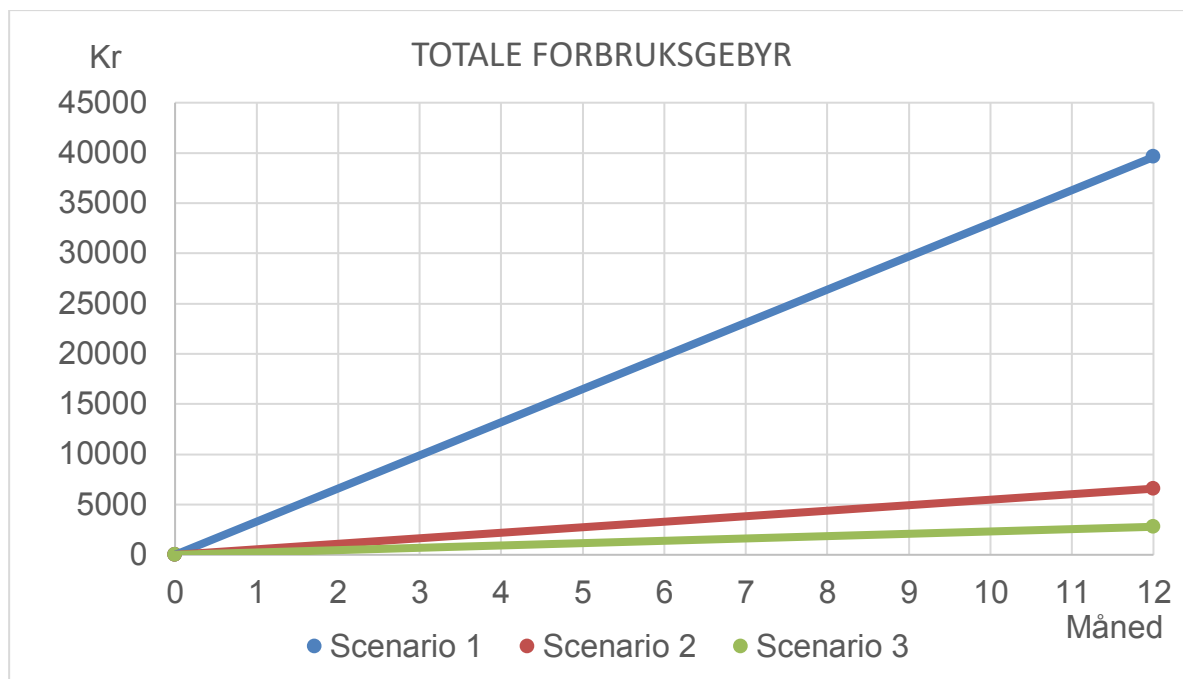
Forbruksgebyret for avløpskostnadene til et vannklosett og et vakuumtoalett blir her skjematisk sammenlignet i Graf 4.



Graf 4: Forbruksgebyr for avløp ved de ulike scenariene i løpet av et år.

Totalt forbruksgebyr for vann og avløp

Totale forbruksgebyret for vann og avløpskostnader til et vannklosett og et vakuumtoalett blir her skjematisk sammenlignet i Graf 5 .



Graf 5: Sammenligning av det totale forbruksgebyret for de ulike scenariene i løpet av 1 år.

Forskjellen på forbruksgebyret ved Scenario 1, 2 og 3 kommer frem av Graf 5 og Tabell 10.

Tabell 10: Forskjellen på forbruksgebyr ved scenarioene.

Scenario	Totalt forbruksgebyr inkl. mva. $\left[\frac{\text{kr}}{\text{år}}\right]$
1	39 589,4
2	6 582
3	2 787

Ved innføring av scenario 2 i forhold til scenario 1 får man en årlig forskjell for forbruksgebyret for vann- og avløp på 33 007 kr/år. Dersom man innfører scenario 3 istedenfor scenario 1, får man en årlig forskjell for forbruksgebyret for vann og avløp på 36 802 kr/år:

$$\text{Forskjell i forbruksgebyr ved scenario 1 og 2} = 39\,589,4 - 6\,582 = 33\,007,4 \text{ kr/år}$$

$$\text{Forskjell i forbruksgebyr ved scenario 1 og 3} = 39\,589,4 - 2\,787 = 36\,802,4 \text{ kr/år}$$

4.2.5 Prisestimat for eksisterende toalettsystem

Beregningene for estimatet tar kun grenledningene fra toalettene i betraktning. Dette gjøres for å kunne sammenligne installasjonsprisene for toalettløsningene. Det eksisterende rørsystemet består i tillegg av grenledninger både fra toalett, vask og dusj og dette føres til hovedrøret i bygningene.

Vannklosett

Prisen på toalett pakken inkluderer sistene, trykkplate og veggskål. Kostnadene for toalettsete kommer i tillegg til toalett pakken. Beregningene i Tabell 11 viser at total kostnaden for vannklosett og toalettsete er på 296 780kr.

Tabell 11: Kostnader for vannklosett og toalettsete.

Vare	Enhetspris inkl. mva. [kr]	Antall leilighet	Beregning	Totalpris inkl. mva. [kr]
Vannklosett	3 190	71	$3\,190 \cdot 71$	226 490
Toalettsete	990	71	$990 \cdot 71$	70 290
Total kostnad:				296 780

Rørsystem

Fra toalettene brukes det PP-rør med diameter på 100mm. Det som blir beregnet nedenfor er: total rørlengde, antall rør nødvendig og kostnader tilknyttet dette.

Rørlengdene er oppgitt i Tabell 2, og totallengden er beregnet i Tabell 12. Til sammen er lengdene på grenrørene fra toalettene 38 195mm.

Tabell 12: Rørlengder 100mm.

Rørdimensjon [mm]	Rørlengde 1-roms [mm]	Rørlengde 2-roms [mm]	Beregning	Total lengde [mm]
100	35 165	3 030	$35\,165 + 3\,030$	38 195

Da rørene selges i 3 meters lengde, må man finne nødvendige antall rør ut ifra total rørlengdene. Dette gjøres for hver rør dimensjon, og resultatet er oppgitt i Tabell 13.

Tabell 13: Antall rørlengder på 3000mm.

Rørdimensjon [mm]	Total lengde [mm]	Lengde pr. rør [mm]	Beregning	Nødvendig antall rør
100	38 195	3 000	$\frac{38\,195}{3\,000}$	13

Kostnadene for det eksisterende rørsystemet fra vannklosettene til hovedledningen, er 2 860 kr. Dette er oppgitt i Tabell 14.

Tabell 14: Kostnad for rør med diameter 100mm.

Rørdimensjon [mm]	Enhetspris inkl. mva. [kr]	Nødvendig antall rør	Beregning	Totalpris inkl. mva. [kr]
100	220	13	$220 \cdot 13$	2 860

Totalestimat for eksisterende toalettsystem

Et prisestimat på det eksisterende toalettsystemet er oppgitt i Tabell 15.

Tilleggsutgifter som forekommer er: bruk av materiale, som for eksempel bend, redusere og isolasjon. Det er heller ikke tatt hensyn til hva utførelsen av arbeidet vil koste.

Tabell 15: Totalsum for eksisterende toalettsystem.

Utstyr	Pris inkl. mva. [kr]
Vannklosett	296 780
Rørsystem	2 860
Totalsum	299 640

4.2.6 Installasjon av vakuumenteknologi

Kostnadene for installasjonen av vakuumsystemet beregnes i dette kapittelet. Det gjelder kostnadene for vakuumtoalettene, rørsystemet og vakuumpumpene.

Vakuumtoalettpakke

Hvert vakuumtoalett medfølger en monteringsramme og en rørpakke.

Totalkostnaden for dette er 648 354 kr og er oppgitt i Tabell 16.

Tabell 16: Totalkostnad for vakuumtoalett pakke.

Vare	Enhetspris inkl. mva. [kr]	Antall leilighet	Beregning	Totalpris inkl. mva. [kr]
Vakuumtoalett	6 695	71	$6 695 \cdot 71$	475 345
Monteringsramme	1 868	71	$1 868 \cdot 71$	132 628
Rørpakke	568,75	71	$568,75 \cdot 71$	40 381
Total kostnad:				648 354

Rørsystem

Et nytt rørsystem må legges fra toalettene, gjennom byggene og til vakuumpumpen. Innendørs brukes det PP-rør med diameter på 50–75 mm. Det som blir beregnet i denne delen er: total rørlengde, antall rør nødvendig og kostnader tilknyttet dette.

Rørlengdene er oppgitt i Tabell 4 og total lengden er beregnet i Tabell 17.

Tabell 17: Rørlengder til vakuumsystemet.

Rørdimensjon [mm]	Rørlengde 1-roms [mm]	Rørlengde 2-roms [mm]	Beregning	Total lengde [mm]
50	77 494	9 568	77 494 + 9 568	87 062
75	142 324	16 695	142 324 + 16 695	159 019

Da rørene selges i 3 meters lengde, må man finne nødvendige antall rør ut ifra total rørlengdene. Dette gjøres for hver rørdimensjon, og resultatet er oppgitt i Tabell 18.

Tabell 18: Antall rørlengder med vakuumsystem.

Rørdimensjon mm	Total lengde mm	Lengde per rør mm	Beregning	Nødvendig antall rør
50	87 062	3 000	$\frac{87\,062}{3\,000}$	29
75	159 019	3 000	$\frac{159\,019}{3\,000}$	53

Kostnadene for det nye rørsystemet som blir installer i boligblokkene er oppgitt i Tabell 19.

Tabell 19: Kostnader for vakuumsrørene.

Rørdimensjon [mm]	Enhetspris inkl. mva. [kr]	Nødvendig antall rør	Beregning	Totalpris inkl. mva. [kr]
50	252,5	29	252,5 · 29	7 322,5
75	388,75	53	388,75 · 53	20 604
Total kostnad:				27 926,5

Vakuumpumpe

Jets har ulike pumper som kan installeres ut ifra bruksområde, størrelse på bygg og antall enheter som skal kobles til. I boligblokkene blir det installert to pumper. Dette gjøres av sikkerhetsmessige grunner, da man til enhver tid vil sørge for tilnærmet 100% kapasitet dersom den ene pumpen slutter å fungere. Tabell 20 inneholder en oversikt over pumpene som blir installert i de ulike boligblokkene. Totalkostnadene for vakuumpumpene er oppgitt i Tabell 21.

Tabell 20: Pumpemodell som blir installert i de ulike boligblokkene.

Bolig nr.	Pumpemodell	Antall	Øvrige kommentarer
1	VU15MBCVS-CTT	2	Utstyrt med 1 pumpe
2	VUS201	1	Utstyrt med 2 pumper
3	VUS201	1	Utstyrt med 2 pumper
4	VUS201	1	Utstyrt med 2 pumper

Tabell 21: Totalkostnadene for vakuumpumpene.

Bolig nr.	Enhetspris inkl. mva. [kr]	Antall pumpe	Beregning	Totalpris inkl. mva. [kr]
1	35 638	2	$35\,638 \cdot 2$	71 276
2	110 292	1	$110\,292 \cdot 1$	110 292
3	110 292	1	$110\,292 \cdot 1$	110 292
4	110 292	1	$110\,292 \cdot 1$	110 292
Total kostnad:				402 152

Totalkostnad for installasjon av vakuumteknologi

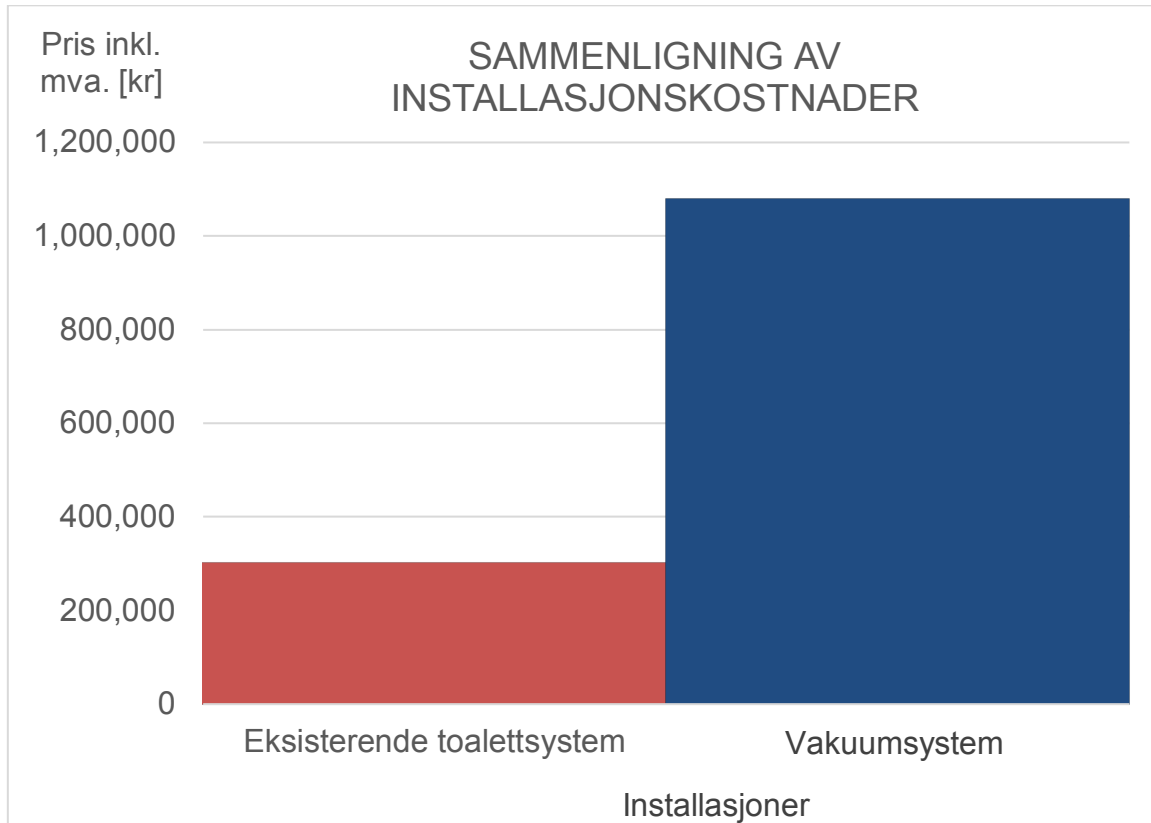
Kostnadene for installasjon av vakuumteknologi er oppgitt i Tabell 22. Tilleggsutgifter som forekommer er: bruk av materiale, som for eksempel bend, redusere og isolasjon. Det er heller ikke tatt hensyn til hva utførelsen av arbeidet vil koste.

Tabell 22: Totalsum for vakuumsystemet.

Utstyr	Pris inkl. mva. [kr]
Vakuumtoalettpakke	648 354
Rørsystem	27 926
Vakuumpumpe	402 152
Totalsum	1 078 432

4.2.7 Grafisk sammenligning av installasjonskostnader

Installasjonskostnader for det eksisterende toalettssystemet og for vakuumteknologi blir her skjematisk sammenlignet i Graf 6.



Graf 6: Sammenligning av installasjonskostnader.

4.3 Nedbetalingstid basert på forbruksgebyr og installasjonskostnad

Formlene som er oppgitt under kapittel 3.3.3 ble brukt for å beregne nedbetalingstiden. Her sammenlignes scenario 1 med scenario 2 og 3.

Ved innføring av scenario 2 istedenfor scenario 1

Forbruksgebyret for vann og avløp for et vannklosett ble utregnet i punkt 4.2.1 og ligger på 39 589,4 kr/år. Forbruksgebyret for vann og avløp for Jets vakuums-toalett ble utregnet i punkt 4.2.2 og ligger på 6 582 kr/år.

Spart forbruksgebyr ved å bytte fra vannklosett til Jets Vakuums-toalett:

$$39\,589,4\text{ kr} - 6\,582\text{ kr} = 33\,007,4\text{ kr/år}$$

Dersom man bytter til Jets vakuumsystem, vil man i året spare 33 007 kr på det årlige forbruksgebyret for vann og avløp. Med hjelp av denne sparingen kan man regne ut hvor lang tid det vil ta før man har tjent inn igjen kostnadene et bytte til Jets vakuumsystem vil medføre.

Inntjeningsperiode:

$$\frac{1\,078\,432,5\text{ kr}}{33\,007,4\text{ kr pr. år}} = 32,67\text{ år} \approx 33\text{ år}$$

Ved innføring av scenario 3 istedenfor scenario 1

Forbruksgebyret for vann og avløp ved scenario 1 ligger på 39 589,4 kr/år. Forbruksgebyret for scenario 3 ligger på 2 787 kr/år.

Spart forbruksgebyr ved å bytte fra vannklosett til Jets Vakuums-toalett med oppsamlingstank for svartvann:

$$39\,589,4\text{ kr} - 2\,787\text{ kr} = 36\,802,4\text{ kr/år}$$

Dersom man bytter til scenario 3, vil man i året spare 36 802 kr på det årlige forbruksgebyret for vann og avløp. Beregningen viser at man har tjent inn kostnadene etter 30 år, dersom man bytter til Jets vakuumsystem med oppsamlingstank for svartvann.

Inntjeningsperiode:

$$\frac{1\,078\,432,5\text{ kr}}{36\,802,4\text{ kr pr. år}} = 29,3\text{ år} \approx 30\text{ år}$$

4.4 Energiberegning

Her beregnes energiforbruket ved scenario 1 og 2. Det vil deretter bli skjematisk fremstilt i en graf. Pumpeforbruket vil også regnes ut. Formlene som er oppgitt under kapittel 3.3.4 ble brukt for å beregne denne delen.

4.4.1 Scenario 1

I et sentralisert avløpssystem, bruker avløpssektoren energi på avløpsrensing og avløpstransport. Årsforbruket for avløpsrensing er på 61 kWh per person tilknyttet, og for avløpstransport er forbruket på 38 kWh per person tilknyttet.

Vannforbruket fra vannklosettene utgjør 23,4 % av det årlige vannforbruket til boligblokkene. Energiforbruket tilsvarer dermed samme prosentandel.

Energiforbruk til avløpsrensing fra toalettene:

$$61 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 0,234 = 14,274 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}}$$

Totalt forbruk til avløpsrensing for boligblokkene:

$$14,274 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 77 pe = 1\,099,098 \frac{kWh}{\text{år}}$$

Energiforbruk til avløpstransport fra toalettene:

$$38 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 0,234 = 8,892 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}}$$

Totalt forbruk til avløpstransport for boligblokkene:

$$8,892 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 77 pe = 684,684 \frac{kWh}{\text{år}}$$

Totalt energiforbruk for boligblokkene:

$$1\,099,098 \frac{kWh}{\text{år}} + 684,684 \frac{kWh}{\text{år}} = 1\,783,782 \frac{kWh}{\text{år}}$$

Utrekningen viser at energiforbruket til avløpsrensing bli 1 099,098 kWh/år og at energiforbruket for avløpstransport blir 684,684 kWh/år. Noe som tilsvarer et totalt energiforbruk for boligblokkene på 1 783,782 kWh/år.

4.4.2 Scenario 2

Etter beregningene fra kapittel 4.1.2, utgjør vannforbruket fra vakuumtoalettene 3,9% av det årlige forbruket til boligblokkene. Energiforbruket tilsvarer dermed samme prosentandel.

Energiforbruk til avløpsrensing fra toalettene:

$$61 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 0,039 = 2,379 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}}$$

Total forbruk til avløpsrensing for boligblokkene:

$$2,379 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 77 pe = 183,183 \frac{kWh}{\text{år}}$$

Energiforbruk til avløpstransport fra toalettene:

$$38 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 0,039 = 1,482 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}}$$

Total forbruk til avløpstransport for boligblokkene:

$$1,482 \frac{kWh}{pe \cdot \text{år}} \cdot 77 pe = 114,114 \frac{kWh}{\text{år}}$$

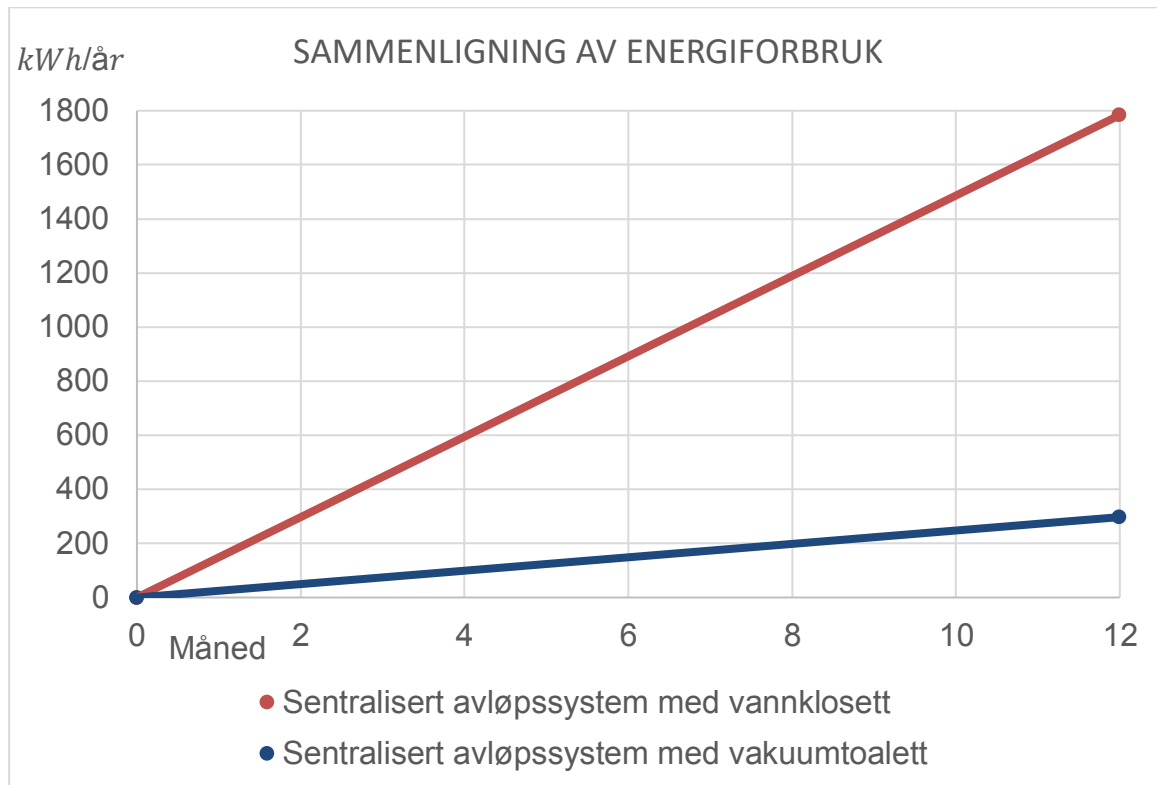
Totalt energiforbruk for boligblokkene:

$$183,183 \frac{kWh}{\text{år}} + 114,114 \frac{kWh}{\text{år}} = 297,297 \frac{kWh}{\text{år}}$$

Utrekningen viser at energiforbruket til avløpsrensing bli 183,183 kWh/år og at energiforbruket for avløpstransport blir 114,114 kWh/år. Noe som tilsvarer et totalt energiforbruk for boligblokkene på 297,297 kWh/år.

4.4.3 Grafisk sammenligning av energiforbruket

Graf 7 viser en sammenligning av energiforbruket til to ulike toalettløsninger, i et sentralisert avløpssystem. Det er brukt vannklosett og vakuumtoalett som løsning.



Graf 7: Sammenligning av energiforbruk.

4.4.4 Pumpeforbruk

I et vakuumsystem brukes det pumper til avløpstransport og for å opprettholde vakuum. Vakuumpumpene bruker i gjennomsnitt 10 wattimer per nedskyll og hver person er på toalettet 6 ganger i løpet av dagen. Ut ifra dette blir energiforbruket til vakuumsystemet regnet ut.

Boligblokkenes energiforbruk per dag:

$$10 \frac{Wh}{nedskyll} \cdot 6 \frac{nedskyll}{pe \cdot dag} \cdot 77pe = 4\,620 \frac{Wh}{dag}$$

Energiforbruk i kilowatt:

$$\frac{4620 \frac{Wh}{dag}}{1000 \frac{Wh}{kWh}} = 4,62 \frac{kWh}{dag}$$

Energiforbruk per år:

$$4,62 \frac{kWh}{dag} \cdot 365 \frac{dager}{år} = 1\,686,3 \frac{kWh}{år}$$

Utrekningen viser at man får et økt daglig energiforbruk på 4,62 kWh og et økt årlig energiforbruk på 1 686,3 kWh for hele boligblokken.

4.4.5 Energibesparing i et sentralisert avløpssystem

Energiforbruket ved de to toalettløsningene ligger på:

- Vannklosett: 1 783,782 kWh/år
- Jets vakuumtoalett: 297,297 kWh/år

Reduksjonen i energiforbruket blir:

$$1\,783,782 \frac{kWh}{år} - 297,297 \frac{kWh}{år} = 1\,486,485 \frac{kWh}{år}$$

Ved å installere vakuumtoaletter kan man i et sentralisert avløpssystem, redusere energiforbruket med 1 486,485 kWh/år. Dette tilsvarer en prosentreduksjon på 83 %.

$$\left(1 - \frac{297,297}{1\,783,782}\right) \cdot 100\% = 83\%$$

4.5 Oppsamlingstanker

Formlene under kapittel 3.3.5 ble brukt å avgjøre hvor mange svartvannstanker som vil bli installert, og antall tømminger som må påberegnes per år.

4.5.1 For svartvann

Det blir valgt å installere fire svartvanntanker på 6000L. Den totale vannmengden ved bruk av Jets vakuumpoletter ble regnet ut i punkt 4.1.2 og ligger på 168 630 L/år. Den årlige svartvannmengden pr. boligblokk kommer fram i Tabell 23.

Tabell 23: Årlig svartvannmengde per boligblokk.

Bolig- nummer	Total svartvannmengde $\left[\frac{L}{\text{år}}\right]$	Antall beboere	Beregning	Svartvannm engde pr. boligblokk $\left[\frac{L}{\text{år}}\right]$
1	168 630	12	$\left(\frac{168\ 630}{77}\right) \cdot 12$	26 280
2	168 630	24	$\left(\frac{168\ 630}{77}\right) \cdot 24$	52 560
3	168 630	21	$\left(\frac{168\ 630}{77}\right) \cdot 21$	45 990
4	168 630	20	$\left(\frac{168\ 630}{77}\right) \cdot 20$	43 800

Antall tømminger av oppsamlingstankene

Tabell 24 viser antall årlige tømminger av svartvannstankene. Svartvannstankene må tømmes 5–9 ganger i løpet av et år.

Tabell 24: Antall årlige tømminger av oppsamlingstanken.

Bolig nummer	Svartvannmengde pr boligblokk $\left[\frac{L}{\text{år}}\right]$	Størrelse på tank $[L]$	Beregning	Antall årlig tømminger av tankene
1	26 280	6000	$\frac{26\,280}{6000}$	5
2	52 560	6000	$\frac{52\,560}{6000}$	9
3	45 990	6000	$\frac{45\,990}{6000}$	8
4	43 800	6000	$\frac{43\,800}{6000}$	8

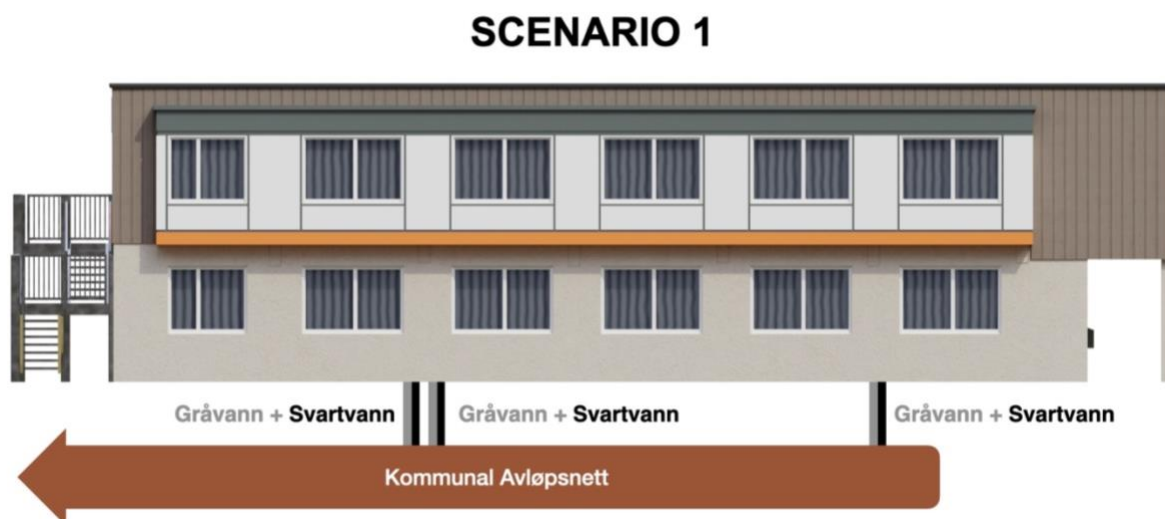
Kostnader for installasjon av oppsamlingstank for svartvann kommer i tillegg til prisene utregnet i kapittel 4.2.6.

4.6 Oppsummering av scenariene

De fire boligblokkene består av 71 leiligheter, hvor det totalt sett bor 77 personer. Boligblokkenes planløsning vil i denne oppgaven ikke bli påvirket av endringene i det sanitære systemet.

4.6.1 Scenario 1: Sentralisert avløpssystem med vannklosett

Boligblokkene er i dag en del av et sentralisert avløpssystem i Ålesund kommune (Bilde 16). Det sanitære systemet i boligene består av et kjøkken med vask, og et badrom med toalett, dusj og vask. Toalettene er et ordinært vannklosett som i gjennomsnitt bruker 6 L vann per nedskyll. Vannklosettene følger med toalettseter, som til sammen koster 296 780 kr.



Bilde 16: Scenario 1. Laget i Keynote og Blender.

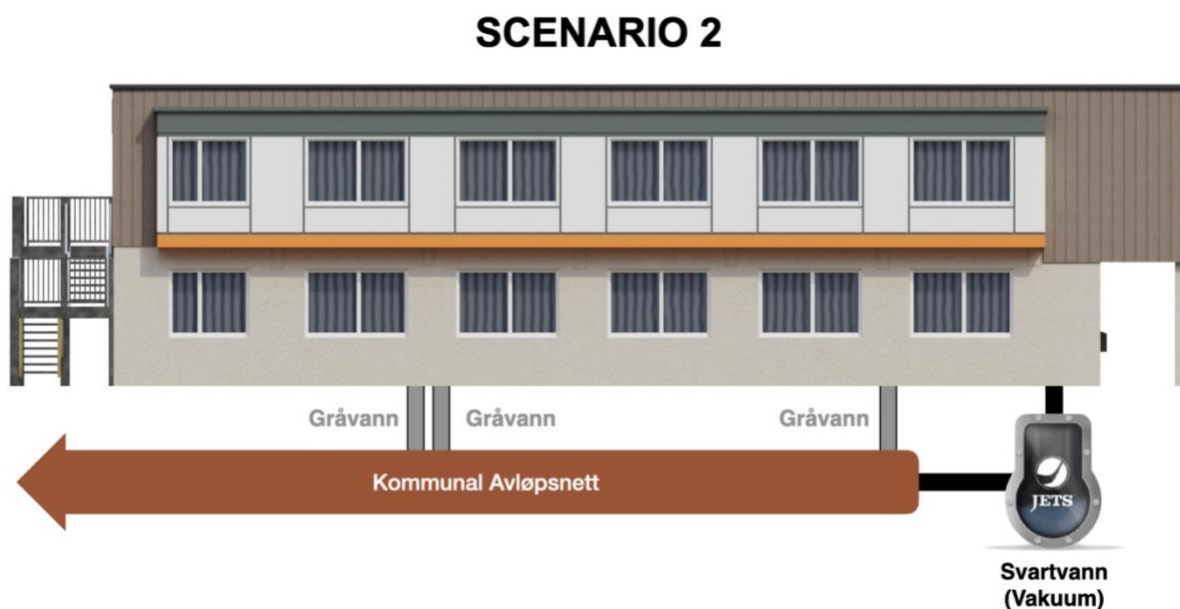
Her er vannforbruket fra toalettene lik avløpsmengden som går til det kommunale avløpsnett. Det er beregnet at vannklosettene bruker 1012 m³/år, og dette tilsvarer et totalt forbruksgebyr på 39 589 kr, der 16 728 kr går til vann og 22 861 kr går til avløp.

Avløpsrørene i boligblokkene består av hovedledninger, og grenledninger som går til toalett, vask og dusj. Her har grenledningene til toalett et rørdiameter på 100 mm. Rørsystemet som går fra toalettene til hovedrøret, har en total lengde på 38 195 mm og en totalpris på 2 860 kr. Totalsummen for installasjonene i de fire boligblokkene ligger på 299 640 kr.

Alle de sanitære produktene som finnes i boligene, er tilkoblet det kommunale avløpsnett. Avløpsvannet er ikke kildeseparert, og både gråvannet og svartvannet blir fraktet gjennom avløpsledningene til hovedledningen i blokkene. Dette blir deretter ført til det kommunale ledningsnett og videre til en rensesstasjon. Energiforbruket for å transportere og rense toalettavløpet er på 1783,782 kWh/år.

4.6.2 Scenario 2: Sentralisert avløpssystem med av vakuumteknologi

I dette scenarioet innføres det vakuumtoaletter, men boligblokkene er fortsatt en del av et sentralisert avløpssystem uten kildeseparering av gråvann og svartvann (Bilde 17). Det samlede avløpsvannet blir ledet til det kommunale nettet og videreført til et rensesanlegg. Vannforbruket fra toalettene vil være lik avløpsmengden som går til det kommunale avløpsnett. Her er vannforbruket fra vakuumtoalettene på 168,6 m³/år og gir et totalt forbruksgebyr på 6582 kr, der 2 787 kr går til vann og 3 795 kr går til avløp.



Bilde 17: Scenario 2. Laget i Keynote og Blender.

Her innføres det installasjoner med vakuumteknologi i det sanitære systemet. Det gjelder vakuumtoaletter med tilhørende rørsystem, og vakuumpumpe. Vannklosettene som er installert i de 71 leilighetene, erstattes av vakuumtoaletter fra Jets. Prisen på vakuumtoalettpakken er estimert til å være på 648 354 kr og dette inkluderer vakuumtoaletter, monteringsrammer og rørpakker til toalettet.

Avløpsrørene i boligblokkene vil bestå av eksisterende hovedledninger og grenledninger til dusj og vask, i tillegg til vakuumsrørene som installeres fra toalettene til vakuumpumpene. Rørsystemet fra toalett til hovedrør har en rørdimensjon på 50 mm og en total lengde på 87 062 mm. Hovedrøret transporterer avløpet til vakuumpumpen, og det er beregnet å ha en total lengde på 159 019 mm. Totalprisen på rørene er på 27 926 kr.

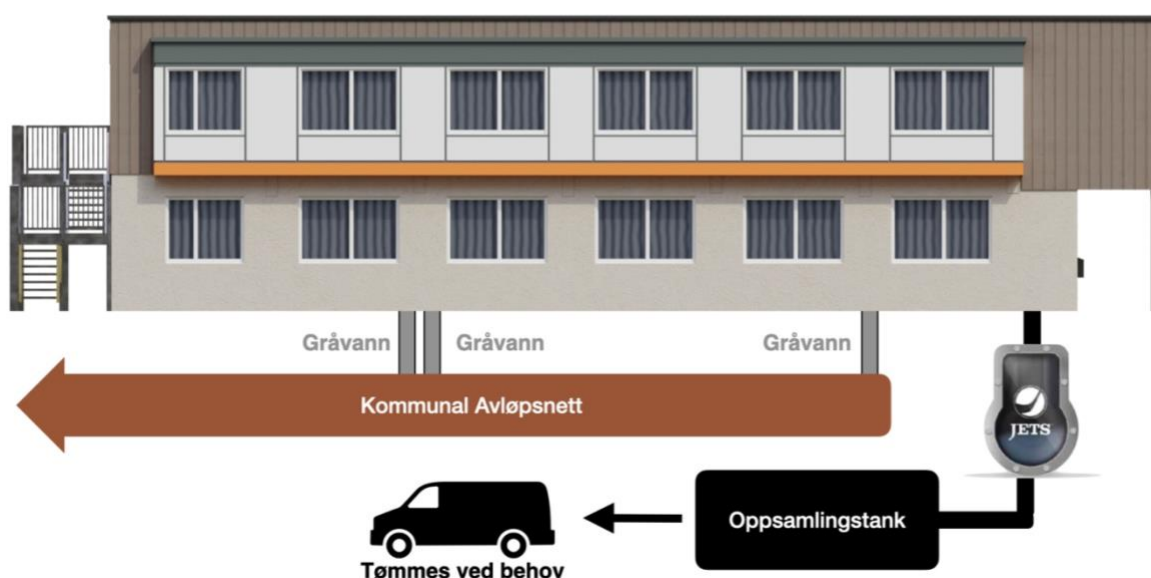
To vakuumpumper installeres for hver boligblokk av sikkerhetsmessige grunner. I boligblokk nummer 2,3 og 4, blir enheten VUS201 installert. I boligblokk nummer 1, blir pumpen VU15MBCVS-CTT installert. Totalprisen for dette er på 402 152 kr. Dersom det installeres vakuumtoalett med tilhørende vakuumsrørsystem og vakuumpumpe, vil installasjonskostnaden være på 1 078 432 kr.

Energiforbruket til pumpene er beregnet til å være på 1686,3 kWh/år, og energiforbruket på avløpsrensing og avløpstransport er på 297,297 kWh/år.

4.6.3 Scenario 3: Delvis desentralisert avløpssystem med vakuumtoalett og svartvannstank

I scenario tre installeres det vakuumtoalett med tilhørende vakuumsystem, hvor svartvannet blir ført til en oppsamlingstank. Gråvannet fra vask og dusj vil bli ført ut i hovedledningen på lik linje med scenario en og to. Svartvannet som blir samlet opp i en oppsamlingstank, vil bli tømt ved hjelp av en septikbil (Bilde 18).

SCENARIO 3



Bilde 18: Scenario 3. Laget i Keynote og Blender.

Siden avløpet blir samlet i en tank, vil vannforbruket fra toalettene dermed ikke være lik avløpsmengden som går til det kommunale avløpsnett. Vannforbruk er på 168,6m³/år og dette gir et totalt forbruksgebyr på 2 787 kr, der alt går til vann og ingenting går til avløp.

Nye installasjoner som vil bli installert her er vakuumpumpe, rørsystem, vakuumpumpe og oppsamlingstank. Som i scenario 2 vil installasjonskostnaden være på 1 078 432 kr, men dette er ekskludert kostnadene på oppsamlingstankene og tømning av denne.

Pumpemodell og plassering blir som i scenario to med pumpen VUS201 i boligblokk nummer 2,3 og 4, og pumpen VU15MBCVS-CTT i blokk nummer 1. Energiforbruket til pumpene forblir det samme på 1 686,3 kWh/år.

Oppsamlingstank for svartvann

I dette scenarioet blir det opprettet en tett svartvannstank for hver av de fire boligblokkene. Svartvannstankene vil bli gravd ned på tomten, og må ha en sentral beliggenhet fra vei og parkeringsområde slik at det er lett tilgjengelig for septikbil ved tømning. Av Jets sine ulike oppsamlingstanker vil det for boligblokken bli installert en 6000L tank, lavtbyggende. Oppsamlingstankene må tømmes 5 ganger årlig for blokk nummer 1, 9 ganger for blokk nummer 2, og 8 ganger for blokk 3 og 4.

5 DRØFTING

I denne delen av oppgaven, vil teorigrunlaget og resultatene bli brukt for å besvare problemstillingen: «Hvordan vil innføringen av Jets vakuumsystem påvirke vannforbruket, energiforbruket, og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund?»

Ved installasjon av vakuumsystem må man se på, og ta vurderinger når det kommer til fordeler og ulemper. I denne oppgaven blir vakuumtoalettene til Jets installert i scenario 2 og 3, mens i scenario 1 har man et sentralisert avløpssystem med vannklosett installert.

5.1 Vannforbruk

Vann er i Norge i dag en ressurs vi har god tilgang på, men dette gjelder ikke alle land i verden. Klimaendringene vil også føre til mindre ferskvannsressurser og en usikker fremtid. Dette forsterker viktigheten med å ha fokus på vannforbruket og sette i verk vannbesparende tiltak. Innføringen av Jets vakuumtoaletter er et eksempel på et slik tiltak. Teoretisk sett utgjør avløpsvannet fra toalett 30 % av husholdningens totale vann og avløpsmengde. Det er derfor aktuelt å undersøke effektene innføring av vakuumteknologi har for vannforbruket og vurdere fordelene og ulempene ved dem.

I scenario 1 er boligblokkene tilkoblet kommunen sitt sentraliserte avløpssystem. Boligblokkene er utstyrt med tradisjonelle vannklosett, som i gjennomsnitt bruker 6 L vann per nedskyll. Som tidligere nevnt går 30% av vannforbruket i et hushold til toalettbruk. I kapittel 4.1.1 er det beregnet at vannklosettene har et årlig vannforbruk på 1 012 m³/år, noe som tilsvarer 23,4 % av det årlige vannforbruket til boligblokkene. Dette avviket kan skyldes en estimeringsfeil når det gjelder antall beboere, da det kan være at noen leiligheter er ubebodde. Det må også tas med i betraktningen at beboernes oppholdstid i boligblokken kan variere for hver enkelt, ut ifra livs- og arbeidssituasjon. Antall toalettbesøk per person kan også variere.

I scenario 2 og 3 blir Jets vakuumtoaletter innført og her ser man en rekke positive fordeler når det kommer til vannforbruket, dette kommer frem av kapittel 4.1.2 og 4.1.4. Jets vakuumtoaletter bruker 1/6 av vann og avløpsmengden til et tradisjonelt vannklosett, noe som tilsvarer en vannbesparingsgrad på 83%. Redusert vannforbruk ved installasjon av vakuumsystem blir sett på som en miljøvennlig satsing for fremtiden, da det blir brukt mindre vann og man sparer dagens ferskvannsressurser.

Ved scenario 1 ser man et økt vannforbruk i forhold til scenario 2 og 3 hvor vakuumpolett blir innført. Innføringen av vakuumpolett i scenario 2 og 3 kan redusere vannforbruket fra polettene fra 23,4% til 3,9%. Dette er også med på å redusere vannforbruket til husholdningen, og er da effektivt med på å spare ferskvannsressursene som forsyner befolkningen med vann. Dersom man kan redusere vannbehovet ved å bruke vakuumpolett kan man gi en større andel av verdens befolkning som i dag har mangelfull tilgang på vann, en bedre tilgang på gode sanitærforhold. Steder rundt om i verden som har risiko for å få en mangelfull tilgang på vann kommer fram av bilde 1 i kapittel 1.1

Når det gjelder overløpsproblematikken, kan vakuumpolett ha noen fordeler. Overløp oppstår når avløpsmengden overskrider ledningskapasiteten. Ved å innføre vakuumpolett, kan man redusere avløpsmengden fra polettene med 83%. ledningene vil dermed være mindre belastet. Dersom flere boliger tar i bruk av denne type teknologi kan det utgjør store forskjeller i avløpsmengden.

5.2 Kostnader

I kapittel 4.2 blir det regnet på kostnader relatert til de ulike scenarioene. Her har det først blitt sett på de løpende vann- og avløpsavgiftene, forbruksgebyret, som kommer frem i kapittel 0 og 3.1.1 Deretter ble materialkostnader for scenario 1, 2 og 3 som kommer frem av kapittel 0 og 0 sett på. Det påpekes at vannforbruket og kostnadene for gråvannet ikke tas med i betraktning her, men blir diskutert senere i kapitlet.

5.2.1 Vann og avløp

Forbruksgebyr er et beløp man betaler for vannforbruket man har, og siden disse boligblokkene er tilkoblet en vannmåler får man et nøyaktig målt vannforbruk. Noe som er positivt for forbrukeren, da de ikke betaler mer enn nødvendig.

Kommunen sine oppgitte priser ble brukt for å regne ut forbruksgebyret for scenario 1, 2 og 3. Fordelene med dette var at man hadde muligheten til å regne ut boligblokkens totale årlige forbruksgebyr ved de ulike scenarioene. Man kunne dermed se på den totale årlige forskjellen på de ulike scenarioene og resultatet kunne fremstilles grafisk.

Forbruksgebyret varierer etter vannforbruk og avløpsmengde. I scenariene brukes det ulike polettløsninger som forbruker ulike vannmengder, samt ulike avløpshåndteringer. Som diskutert ovenfor, kan man redusere vannforbruket fra polettene fra 23,4% til 3,9%.

Ved å analysere det utregnede forbruksgebyret, ser man at avløpskostnadene kan reduseres med 33 007 kr/år ved å innføre scenario 2 istedenfor scenario 1.

Dersom denne reduksjonen av avløpskostnader skal brukes til å nedbetale installasjonskostnadene man får ved opprettelse av scenario 2, vil man ha en inntjeningsperiode på om lag 33 år.

Videre kan man redusere kostnadene med 36 802 kr/år ved innføring av scenario 3 istedenfor scenario 1. Ved bruk av reduksjonen av avløpskostnader til å nedbetale installasjonskostnadene man får ved opprettelse av scenario 3, vil inntjeningsperioden for et slik bytte vil være omtrent 30 år.

Et bytte til Jets vakuumtoalett er en økonomisk gevinst for boligblokkene når det kommer til de årlige vann- og avløpskostnadene. For kommunen ser man en økonomisk gevinst som kan gjenspeile seg i forbrukernes faktura for vann- og avløpskostnader.

5.2.2 Investeringer

Investeringskostnadene for installasjonene av de ulike toalettløsningene kommer frem av kapittel 4.2.5 og 4.2.6. De oppgitte installasjonskostnadene inkluderer ikke priser for isolasjon, annet utstyr, samt utførselen av arbeidet.

Man ser en stor forskjell på installasjonskostnadene i de ulike scenariene. Det tradisjonelle vannklosettsystemet blir billigere å installere, men vakuumteknologien har også andre positive aspekter som bør tas i betraktning. Prisforskjellen ved innstallering kan medføre en redusert interesse for å ta steget til å installere vakuumsystem ved bygging og rehabilitering av boligblokker. Lønnsomheten av endringene blir diskutert for hver konstruksjonsdel.

Toalettløsning

I scenario 1 brukes det vannklosett, og i scenario 2 og 3 innføres det vakuumtoalett. Her er vannklosett det rimeligste alternativet når det gjelder kostnader.

Vakuumtoaletter er på den andre siden plassbesparende ved installasjon, noe som kan medføre mindre bruk av materialer. Dette er fordi et vakuumtoalett ikke krever systerne på lik linje med det tradisjonelle vannklosettet. Vakuumtoalett inneholder her isteden en monteringsramme.

Rørsystem

Rørlengdene øker betydelig ved innføring av vakuum, samtidig som man bruker mindre dimensjoner. I scenario 1, er rørlengden fra toalettet til hovedrøret på 38 195mm og dimensjonen er på 100mm. I scenario 2 og 3 er rørlengden på 87 062mm for tilsvarende kobling, med dimensjoner på 50–75mm. Mer kostnader påløper ved økning av rørlengden. En reduksjon i rørdimensjonen kan medføre at grove og voluminøse materialer setter seg fast og blokkerer rør og oppsamlingssystemet. Denne blokaden av systemet kan igjen medføre økte vedlikehold- og driftskostnader for forbrukerne.

På en annen side, vil den reduserte dimensjonen gjøre at rørsystemet er plassbesparende ved installasjon. Siden den krever mindre plass, er det enklere å koordinere slik at det ikke plasseres nærme kritiske områder. Det er enklere å installere i bygge- eller rehabiliteringsprosessen, og er regnet som et alternativ som har en redusert installasjonstid. Det er også mer fleksibelt for fremtidige rørendringer.

Rørleggingen utendørs er også mer fleksibelt for vakuumsystemet. Dette er fordi man ikke er avhengig av gravitasjon for å vekkføre avløpet. En mindre dimensjon gjør det enkelt å tilpasse terrenget, og krever mindre graving og sprenging av dype og brede grøfter.

Pumpe

I et sentralisert avløpssystem, er det kommunene som har ansvar for å drifte og vedlikeholde avløpspumpene. Abonentene betaler indirekte for dette gjennom avløpsavgiftene.

I scenario 2 og 3, der det innføres vakuumpumper må beboerne betale for innkjøp, energi, og drift og vedlikehold av pumpene. Dette er fordi pumpene er en del av boligblokkene og det medfører direkte kostnader for brukerne. Det tas også med i betraktning at det kan påløpe ekstra kostnader for uforutsette hendelser. Eksempelvis fremmede objekter som blir skylt ned i toalettene og blokkerer pumpene.

Støymengden kan også være en ulempe ved bruk av vakuumsystem. Støynivået vil blant annet være påvirket av vakuumnivå, rørdesign, materialvalg, romstørrelse og romutforming. Vakuumpumpene vil også bidra til støynivået. Det kan settes tiltak som dobling av vegg og isolasjon av rør, men dette vil føre til økt installasjonskostnader.

Oppsamlingstank

I scenario 3 blir det i tillegg til vakuumenteknologien installert en oppsamlingstank for svartvannet. Her blir det installert fire lavtliggende 6000 L tanker, en for hver boligblokk. Det må da beregnes økte installasjonskostnader for tankene.

På den ene siden, åpner det muligheter for å behandle toalettavløpet lokalt og utnytte ressursene fra avløpet. Det organiske materialet fra avløpet kan for eksempel benyttes til energiproduksjon av biogass eller til gjødsel. Dette kommer frem av kapittel 5.3

På den andre siden skaper et delvis desentralisert avløpssystem ekstra utgifter for forbrukerne når det kommer til tømning av tanken. Oppsamlingstankene må tømmes opptil 9 ganger i året og det må skje før den er full. Det må opprettes rutiner for tømning gjennom en septikbil, gjerne med varsling for når oppsamlingstanken begynner å nærme seg full. Ved full oppsamlingstank eller feil ved denne, må det hindres at avløpsvannet lekker ut og forurenser nærliggende område. Ved ned graving av tanken må plasseringen nøye vurderes, da den må ha en sentral beliggenhet og være lett tilgjengelig for inspeksjon, service, vedlikehold og tømning.

Når man tenker på miljøaspektene, vil et sentralisert avløpssystem være mer sårbart enn et desentralisert system. Klimaendringene vil føre til økt nedbørsmengde i fremtiden, noe som vil medføre mer forurenset vann i overløp. De største mengdene av forurensninger kommer fra svartvannet. Dersom man behandler eller samler svartvannet lokalt, vil man redusere andel forurensning som havner i resipienten ved overløp. Det vil også redusere risikoen for forurensning av grunnvannet eller annet sårbare område ved lekkasjer i avløpsnett.

Det kommunale nettet har også et stort vedlikeholdsbehov, og mye av ledningsnettene må fornyes. Kravene ved renseanleggene vil også være strengere. Dette vil øke vann og avløpsavgiftene til forbrukerne, og det kan derfor være gunstig å vurdere lokalt håndtering av avløpet.

5.3 Sirkulærøkonomi

Ifølge kapittel 2.3, er det viktig å ha en sirkulærøkonomisk tankegang da naturressursene i verden ligger under økt press, og vi må redusere behovet for å ta ut nye ressurser. Ressurser fra avløpsvannet kan gjenvinnes slik at man sikrer miljøet og bærekraften i samfunnet, i tillegg kan dette delta på å sikre flere mennesker tilgang på rent vann.

For å kunne gjenvinne og behandle avløpsvannet er det viktig å implementere gode renseteknikker. For å gjennomføre dette må ingeniører i bransjen ha kunnskap og utdanning innen temaet.

Siden 90% av næringsstoffene kommer fra svartvannet, kan man ved oppsamling og gjenbruk av dette få god tilgang til de ulike næringsstoffene. Jets vakuumpoletter som bruker 1 L vann per nedskyll, gjør at svartvannet blir mer konsentrert, noe som er positivt for utvinning av næringsstoffer.

Næringsstoffer i avløpsvannet som kan gjenvinnes er karbon, nitrogen, fosfor og gjenvinnbare metaller. Karbon kan vi bruke til energi produksjon gjennom biobrensel og biogass. Når det kommer til de gjenvinnbare metallene, finner man i avløpsvannet både jern og aluminium, og dette kan brukes som koagulanter.

Vannet i seg selv kan også brukes om igjen etter rensing både ute i naturen og parkanlegg, men også som forsyningsvann til befolkningen. I dagens samfunn blir mesteparten av vannet i stor grad brukt innen landbruket, her da som vanning. Før man kan gjenbruke vannet er det stilt strenge krav til rensing gjennom omfattende rensesprosesser, dette er for blant annet å fjerne skadelige mikroorganismer. Den vanligste rensesprosessen av avløpsvann er ofte biologisk/kjemisk rensing etterfulgt av filtrering og desinfeksjon, for å få et best mulig resultat. I det rensede avløpsvannet kan varmen utvinnes og brukes som energikilde, gjennom for eksempel en varmepumpe.

I Scenario 3 blir svartvannet fra boligblokkene samlet opp i en oppsamlingstank og med jevne mellomrom hentet av en septikbil og fraktet til miljøstasjon som tar imot dette. Fra svartvannet kan slam skilles ut og brukes blant annet i biogassproduksjon. Ulike bruksområder biogassen har, og som er knyttet til den sirkulærøkonomiske tankegangen er at det kan brukes som drivstoff til kjøretøy, elektrisitet og til produksjon av fjernvarme. Etter produksjonen av biogass får man et restprodukt som heter biorest. Biorest er en næringsrik masse, som kan brukes som gjødsel, ved at gjenværende næringsstoffer blir tilført jorda. Utnyttelsen av Biorest medfører et minsket behovet for bruken av kunstgjødsel.

5.4 Energivurdering for scenariene

Teoretisk sett vil energiforbruket varierer etter mengde avløpsvann, antall pumpestasjoner per km, renseanleggets størrelse og renseprosesser ved anlegget. I vår tilfelle er det kun avløpsmengden fra toalettene som varierer. Antall pumpestasjoner, renseanleggets størrelse og renseprosessene er fastlagt fra før av og tas ikke med i betraktning her. Energiberegningen for de ulike scenarioene kommer frem av kapittel 4.4.

Scenario 1 og 2 er en del av et sentralisert vann- og avløpssystem. I slike system går 58% av det totale energiforbruket innenfor vann- og avløpsbransjen til avløpssektoren. I kapittel 4.4.5 ble det beregnet at man kan redusere energiforbruket i et sentralisert avløpssystem med 83%, ved å innføre vakuuntoaletter. Dette er ekvivalent med vannmengden som kan spares, da mindre vannforbruk medfører mindre avløp å transportere og rense. Dette medfører at kommunen får et lavere energiforbruk og mindre behov for innkjøp av energi. Dette vil også kunne bidra til lavere vann- og avløpskostnader, da energiprisene er inkludert i avgiftene til forbrukerne.

I scenario 3, er boligblokkene en del av et delvis desentralisert avløpssystem med vakuuntoaletter. Her blir toalettavløpet samlet lokalt i en oppsamlingstank. Det vil si at for kommunen, brukes det ikke energi til avløpstransport og avløpsrensing av toalett vannet.

Boligblokkene vil derimot få et økt energiforbruk i scenario 2 og 3 grunnet pumpene. Forbruket vil øke med 1 686 kWh/år, som vil føre til økt kostnad for forbrukerne. Vakuumpumpene opprettholder vakuum og transporterer avløpet. Denne pumpen må være tilkoblet en strømkilde i form av innlagt strøm, et batteri eller solcellepanel for å kunne fungere. I situasjoner hvor man har strømbrytning eller annen manglende strømforsyning, kan det derfor være en ulempe med bruk av vakuumsystem.

5.5 Hygieniske fordeler med vakuumsystem

Jets vakuumsystem tilbyr et toalettssystem som skaper like gode sanitærforhold som dagens tradisjonelle toalettssystem. Vakuumsystemet er hygienisk oppbygd, noe som medfører redusert dannelse av avleiringer, som igjen reduserer bruk av vaskemidler.

Vakuumsystemet krever ingen ventilasjoner til takplass, og er et lukket system. Ved nedtrekk suges lukt og bakterier inn i systemet, noe som medfører mindre spredning av bakterier og økt hygienisk tilstand.

5.6 Vurderinger for gråvannet

I alle scenariene blir gråvannet ført til det kommunale avløpsnett i eksisterende rør. Dette er gjort basert på vurderingene som er diskutert nedenfor.

Dersom det skulle bli installert vakuumsystem for gråvannet, måtte hele rørsystemet omgjøres og gråvannstanker på 12 L installeres. Disse tankene er vanskelig å integrere i bygg, og blokkene er allerede plassbegrenset. Det ligger ingen besparelse i vannforbruk for gråvann, ved bruk av vakuumanlegg. Dessuten er gråvannsmengden mye større enn svartvannmengden, og dette ville ha økt drift- og installasjonskostnadene. Dette ville derfor ikke ha gitt noen fordeler for boligblokkene.

Etter nærmere undersøkelse, ble det også konkludert at det ikke ville være gunstig med rensing og gjenbruk av gråvannet for boligblokkene. Her skulle gråvannet renses og brukes til toalettskyll eller hagevanning. I dette tilfelle må det legges rør for ulike vannkvaliteter i boligblokkene. Dette medfører ekstra rør både i blokkene og grøftene, og dette vil gi økt installasjon- og driftskostnader. Med begrenset plass i boligblokkene vil dette heller ikke være mulig. Feilkoblinger av rør kan også føre til helsemessige konsekvenser, og det krever ressurser for rutinemessige sjekk under installasjonen for å unngå dette.

En annen mulighet er å føre det rensede gråvannet tilbake til naturens kretsløp slik at vannet infiltrerer. Ettersom boligblokkene befinner seg i et sentralt område, er det ikke plass til infiltrasjonsanlegg i nærheten. Dersom det føres tilbake i naturen, vil det sannsynligvis renne til nærmeste overvannsledning. Dette vil beseire hensikten med å rense vannet, da ledningene vil føre det til et renseanlegg.

6 KONKLUSJON

Hensikten med bacheloroppgaven var å undersøke hvordan innføringen av vakuumtoalett fra Jets ville påvirke fire boligblokker i Ålesund. Vurderingene ble basert på vannforbruket, energiforbruket og relaterte kostnader.

Resultatene viser at innføringen av Jets vakuumtoaletter vil være en kostbar investering, men likevel vil det medføre flere positive fordeler når det gjelder vannforbruket, energiforbruket og vann- og avløpskostnadene. Det bør dermed vurderes å innføre slike vannbesparende tiltak.

Påvirkningen på vannforbruket

Vannforbruket fra toalettsystemene i boligblokkene kan reduseres fra 23,4% til 3,9 % ved å innføre Jets vakuumtoaletter. Dette er fordi vakuumtoalettene bruker 1/6 av vannmengden til et tradisjonelt vannklosett, noe som tilsvarer en vannbesparingsgrad på 83%. Å redusere vannforbruket vil være en miljøvennlig satsing for fremtiden, da man sparer på ferskvannsressursene.

Påvirkningen på vann- og avløpskostnadene

Et bytte til Jets vakuumtoalett er en økonomisk gevinst for boligblokkene når det kommer til de årlige vann- og avløpskostnadene. For kommunen ser man en økonomisk gevinst som kan gjenspeile seg i forbrukernes faktura for vann- og avløpskostnader. Da man kan redusere vann- og avløpskostnadene med 33 007 kr/år ved å innføre Jets vakuumtoalett og med 36 802 kr/år ved å innføre Jets vakuumtoalett med oppsamlingstank for svartvann istedenfor det tradisjonelle vannklosettet.

Påvirkningen på energiforbruket

Energiforbruket i et sentralisert avløpssystem kan reduseres med 83%, ved bruk av vakuumtoaletter istedenfor vannklosetter. Dette er ekvivalent med vannmengden som kan spares, da mindre vannforbruk medfører mindre avløp å transportere og rense. Ved innføring av vakuumtoalett med oppsamlingstank, utelir kostnader for transport og rensing av avløpsvannet da svartvannet ikke føres ut i det sentraliserte avløpssystemet. Selve boligblokkene får ved innføring av vakuumsystemet et økt energiforbruk da vakuumpumpen må være tilkoblet en strømkilde for å fungere.

Anbefalinger for videre arbeid

Her vil det gis anbefalinger, som kan være interessant å se nærmere på ved innføring av vakuumenteknologi.

I oppgaven blir det nevnt at ressursene fra avløpsvannet kan gjenvinnes, eksempelvis til biogassproduksjon, våtkompostering eller gjødsel. Biogassen kan brukes til ulike formål, for eksempel til kjøretøy, elektrisitet eller produksjon av fjernvarme. Her vil det være interessant å undersøke hvor mye biogass man kan produsere ut ifra avløpsvannet som kommer fra boligblokkene. Det kan forskes på om biogassmengden er nok til å produsere elektrisitet som kan drive vakuumpumpene, slik at energiforbruket i boligblokkene reduseres. Med restproduktene kan man undersøke muligheter for gjødsel produksjon. Med et mer konsentrert toalettavløp, kan man også se på mulighetene av å utvinne næringsstoffer.

Man kan også undersøke hvordan et sentralisert avløpsnett, blir påvirket av vakuuminnføringen. Det kan være med hensyn til selvreins i ledningsnettet, da toalettavløpet inneholder mindre vann. Det kan også være med hensyn til avløpsbehandlingen fordi avløpet vil være mer konsentrert. Man kan vurdere om det bidrar til fordeler eller ulemper ved renseanleggene.

Det vil også anbefales å undersøke nærmere på driftskostnadene tilknyttet vakuumtoalettene. Å skaffe seg et mer detaljert økonomisk overblikk kan være en fordel, slik at man har et konkret tall på alle kostnadene som oppstår. Grunnet begrenset tid og den pågående koronavirus-pandemien, har disse dataene ikke vært tilgjengelig for oss.

7 REFERANSER

Aqueduct (2021) *Water Risk Atlas*. Tilgjengelig fra:

https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&indicator=w_awr_def_tot_cat&lat=30&lng=-80&mapMode=view&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&timeScale=annual&year=baseline&zoom=3 (Hentet: 27.4 2021).

Avfall Norge (2017) *Biogass - verdifullt, effektivt og med dobbel klimanytte*. Tilgjengelig fra: <https://avfallnorge.no/bransjen/nyheter/biogass-verdifullt-effektivt-og-kliman%C3%B8ytralt> (Hentet: 2021).

Bademiljø (2021) Toalettpakke. Tilgjengelig fra:

<https://www.bademiljo.no/produkter/baderom/toalett/toalettpakke/?priceMax=20000&sort=None&take=18>.

bedreVANN (2019) *Tilstandsvurdering av kommunale vann-og avløpstjenester*. Tilgjengelig fra: <https://bedrevann.no/pdf/bedreVANN2019.pdf>.

FN (U.A) *Bærekraftig Utvikling*. Tilgjengelig fra:

<https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling> (Hentet: 26.02 2021).

FN-sambandet (2021) *Rent vann og gode sanitærforhold*. Tilgjengelig fra:

<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/rent-vann-og-gode-sanitaerforhold>.

Gao, M. *et al.* (2019) Microbial community dynamics in anaerobic digesters treating conventional and vacuum toilet flushed blackwater, *Water research*, 160, s. 249-258.

Gilg, A. og Barr, S. (2006) Behavioural attitudes towards water saving? Evidence from a study of environmental actions, *Ecological Economics*, 57(3), s. 400-414.

Jets Vacuum AS (2016a) Jets™ kildeseparering og gråvannsrensing. Tilgjengelig fra:

https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-cabin/brochures/brosjyre-kildeseparering-og-gr%C3%A5vannsrensing.pdf?sfvrsn=97d30a4_10.

Jets Vacuum AS (2016b) *Toalettsystemet som løser boligdrømmen*. Tilgjengelig fra:

https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-cabin/brochures/brosjyre_hus.pdf?sfvrsn=78186b_16 (Hentet: 13.04 2021).

Jets Vacuum AS (2017) *Brukerveiledning Instruksjonsmanual; VOD Flexi System*.

www.jetsgroup.com. Tilgjengelig fra: https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-cabin/manuals/jets-instruksjonsmanual-vod-system-flexi.pdf?sfvrsn=bd5d92ea_12.

Jets Vacuum AS (2018a) *Piping Guide*

Vacuum Piping Guide, Building. Tilgjengelig fra:

https://cdn.abicart.com/shop/11994/art57/165714657-02e9b5-rorguide_cvs.pdf.

Jets Vacuum AS (2018b) Brukerveiledning VOD standardsystem, s. 6. Tilgjengelig fra:

https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-cabin/manuals/jets-instruksjonsmanual-vod-system-standard.pdf?sfvrsn=dfcc7ea_30.

Jets Vacuum AS (2018c) Piping Guide.

Jets Vacuum AS (2019a) Jets Brochure Buildings. Tilgjengelig fra:
https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-group/brochure/jets-brochure-buildings.pdf?sfvrsn=6cfb8c53_4 (Hentet: 13.05.2021).

Jets Vacuum AS (2019b) *Think smart -Save More*. www.jetsgroup.com. Tilgjengelig fra:
https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-group/brochure/jets-brochure-buildings.pdf?sfvrsn=6cfb8c53_4.

Jets Vacuum AS (2021) Jets Brochure Toilets. Tilgjengelig fra:
https://admin.jetsgroup.com/docs/default-source/jets-group/brochure/jets-brochure-toilets.pdf?sfvrsn=f515dc02_34 (Hentet: 13.05.2021).

Karstensen, H. (2016) Fremmedvannproblematikken. Tilgjengelig fra:
<https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2016/12/Karstensen.pdf>.

Kartverket (2021) *Kartverket*. Tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/eiendom>
(Hentet: 10.03 2021).

Klovholt, A. L. (2012) *Energimodellering- Sørhellinga*, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/37052954-Energimodellering-sorhellinga-energy-modeling-sorhellinga.html>.

Lothe, R. (2019) *Vann, mat og avløp i et kretsløp*. Tilgjengelig fra:
<https://www.nmbu.no/aktuelt/node/37123>.

Miljødirektoratet (2021) *Fakta om biogass*. Tilgjengelig fra:
<https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/fornybar-energi/utrede-potensialet-for-biogass/hva-er-biogass/> (Hentet: 14.05 2021).

Miljødirektoratet (U.A) *Sirkulærøkonomi*. Tilgjengelig fra:
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
(Hentet: 5 2021).

Mohr, M. *et al.* (2018) Vacuum sewerage systems – A solution for fast growing cities in developing countries?, *Water Practice and Technology*, 13(1), s. 157-163.
<https://doi.org/10.2166/wpt.2018.028>

Norconsult (2019) *Hovedplan: Vannforsyning, avløp- og overvannshåndtering*.
Tilgjengelig fra: <https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/planar/fag-og-handlingsplanar/hovudplan-for-forsyning-av-vatn-handtering-av-avlop-og-overvatn-2019-2029/>.

Norsk institutt for bioøkonomi (2017) *Biorest*. Tilgjengelig fra:
<https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/biorest> (Hentet: 14.05 2021).

Norsk Vann (U.A) *Vakuumsystem*. Tilgjengelig fra:
<https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/showentry.php?eid=1623> (Hentet: 26.02 2021).

Pipelife (2021) Smartline: Pipelife Norge AS. Tilgjengelig fra:
<https://catalog.pipelife.com/NO/product/178048/pp-black-w-socket>.

- Propansenteret (2021) *Slik dimensjonerer og berenger du solcelleanlegget*. Tilgjengelig fra: <https://propansenteret.no/uncategorized/slik-dimensjonerer-og-beregner-du-solcelleanlegget/>.
- Schuetze, T. og Santiago-Fandiño, V. (2013) Quantitative assessment of water use efficiency in urban and domestic buildings, *Water*, 5(3), s. 1172-1193.
- Sintef (U.A) *Håndtering av avløpsvann*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/ekspertise/community/vann-og-avlop/> (Hentet: 5 2021).
- SNL (2005) *Toalett*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/toalett> (Hentet: 26.02 2021).
- SouthHamsian (2018) *Four types of pedestal WC.svg*. Tilgjengelig fra: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Four_types_of_pedestal_WC.svg (Hentet: 15.05 2021).
- SSB (2020a) *Kommunal vannforsyning*. Tilgjengelig fra: https://www.ssb.no/vann_kostra (Hentet: 15.05 2021).
- SSB (2020b) *Kommunalt Avløp*. Tilgjengelig fra: https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/var_kostra (Hentet: 14.05 2021).
- Stauffer, B. (U.A) *Vacuum Toilet*. Tilgjengelig fra: <https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/toilet-systems/vacuum-toilet> (Hentet: 26.02 2021).
- Storyset (2021) *Bottle of water Semi Flat Illustrations*. Tilgjengelig fra: <https://storyset.com/illustration/bottle-of-water/pana> (Hentet: 16.05 2021).
- Telkamp, P., Mels, A. og Braadbaart, O. (2006) Separate collection and treatment of domestic wastewater in Norway, *Wageningen University, Wageningen*.
- United Nations Development Programme, U. (2021) *Mål 6: Rent vann og gode sanitærforhold*. Tilgjengelig fra: https://www.no.undp.org/content/norway/no_no/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html (Hentet: 29.4 2021).
- Vann, B. (2019) *Tilstandsvurdering av kommunale vann-og avløpstjenester*. Tilgjengelig fra: <https://bedrevann.no/pdf/bedreVANN2019.pdf>.
- Vann, N. (2006) Energibruk til vann-og avløpstjenester. Tilgjengelig fra: <https://norskvann.no/index.php/10-nyheter/1148-energibruk-til-vann-og-avlopstjenester>.
- Vann, N. (2021) *VA ordbok*. Tilgjengelig fra: <https://kurs.norskvann.no/mod/glossary/print.php?id=676&mode=date&hook=&ortkey=UPDATE&sortorder=desc&offset=540>.
- Ødgaard, H. (2014) *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann.
- Ålesund Kommune (U.A-a) *Vassmålar*. Tilgjengelig fra: <https://alesund.kommune.no/veg-vatn-og-avlop/vatn-og-avlop/vassmalar/> (Hentet: 22.01 2021).
- Ålesund Kommune (U.A-b) *Prisar for vatn og avløp*. Tilgjengelig fra: <https://alesund.kommune.no/veg-vatn-og-avlop/vatn-og-avlop/prisar-for-vatn-og-avlop/> (Hentet: 12.02 2021).

VEDLEGG

Vedlegg 1	Forprosjektrapport
Vedlegg 2	Tid og planlegging
Vedlegg 3	Målsetninger
Vedlegg 4	Dokumentasjon fra Jets
Vedlegg 5	Dokumentasjon fra Sit
Vedlegg 6	Prisliste over Poloplast rør og rørdeler 2021
Vedlegg 7	Data fra Revit
Vedlegg 8	3D-modell

VEDLEGG 1

Forprosjektrapport

FORPROSJEKT - RAPPORT

FOR BACHELOROPPGAVE

TITTEL: Innføring av vakuumsystem ved fire boligblokker i Ålesund
--

KANDIDATNUMMER(E):					
10002		10031		10041	
DATO:	EMNEKODE: *	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:		
29.01.2020	IB303312	Bacheloroppgave (Bygg)			
STUDIUM:			ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Vann- og miljøteknikk			177 / 0		

OPPDRAGSGIVER(E)/VEILEDER(E): Oppdragsgiver: Jets Vacuum AS Veileder: Razak Seidu

OPPGAVE/SAMMENDRAG: Bacheloroppgaven er et samarbeid med Jets, hvor vi ser nærmere på hvordan innføringen av deres vakuumsystem vil påvirke vannforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund.
--

Dette er en forprosjektrapport for hovedoppgaven til Andrianantenaina Herinjandry Rasamizafimanantsoa, Tobias Brandal Røvik og Sivert Olai Olsen Vorren ved NTNU i Ålesund, studieretning vann- og miljøteknikk. Rapporten tar for seg forutsetningene for gjennomføringen av prosjektet. Den inneholder fremdriftsplaner, arbeidsmetoder, målsetninger, samarbeidsparter og prosjektbeskrivelser. Forprosjektet vil være en referanseplan til hovedprosjektet, som er bacheloroppgaven.

Prosjektet tar for seg vannforbruket ved fire boligblokker i Ålesund og skal gjennomføres i samarbeid med Jets Vacuum AS.

INNHold

1	INNLEDNING	4
2	BEGREPER	4
3	PROSJEKTORGANISASJON	5
3.1	PROSJEKTGRUPPE	5
3.1.1	<i>Oppgaver for prosjektgruppen - organisering</i>	5
3.1.2	<i>Oppgaver for prosjektleder</i>	5
3.1.3	<i>Oppgaver for sekretær</i>	5
3.1.4	<i>Oppgaver for øvrige medlem(mer)</i>	5
3.2	STYRINGSGRUPPE (VEILEDER OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGIVER)	6
4	AVTALER	6
4.1	AVTALE MED OPPDRAGSGIVER.....	6
4.2	ARBEIDSSTED OG RESSURSER.....	6
4.3	GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HOLDNINGER	6
5	PROSJEKTBESKRIVELSE	7
5.1	PROBLEMSTILLING - MÅLSETTING - HENSIKT	7
5.2	KRAV TIL LØSNING ELLER PROSJEKTRESULTAT – SPESIFIKASJON.....	8
5.3	PLANLAGT FRAMGANGSMÅTE(R) FOR UTVIKLINGSARBEIDET – METODE(R).....	9
5.4	INFORMASJONSINNNSAMLING – UTFØRT OG PLANLAGT.....	9
5.5	VURDERING – ANALYSE AV RISIKO	9
5.6	HOVEDAKTIVITETER I VIDERE ARBEID	10
5.7	FRAMDRIFTSPLAN – STYRING AV PROSJEKTET	11
5.7.1	<i>Hovedplan</i>	11
5.7.2	<i>Styringshjelpemidler</i>	11
5.7.3	<i>Utviklingshjelpemidler</i>	12
5.7.4	<i>Intern kontroll – evaluering</i>	12
5.8	BESLUTNINGER – BESLUTNINGSPROSESS	13
6	DOKUMENTASJON	13
6.1	RAPPORTER OG TEKNISKE DOKUMENTER	13
7	PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	13
7.1	MØTER.....	13
7.1.1	<i>Møter med styringsgruppen</i>	13
7.1.2	<i>Prosjektmøter</i>	14
7.2	PERIODISKE RAPPORTER.....	14
7.2.1	<i>Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)</i>	14
8	PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	14
9	UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	14
10	REFERANSER	14

1 INNLEDNING

I bacheloroppgaven skal vi samarbeide med Jets, som er et globalt selskap som utvikler, produserer og selger vakuumtoaletter, vakuumsystemer og renseanlegg. Vi valgte Jets som oppdragsgiver på grunn av at vi er interessert i metoder som kan være med å skape en mer bærekraftig forvaltning av drikkevann.

Vi ønsket å fordype oss i en oppgave som er fremtidsrelatert og som kan bidra til å effektivisere dagens vannforbruk. For å kunne gjennomføre en slik type oppgave velger vi å gå ut ifra et eksisterende område. På den måten kan vi sammenligne nåværende vannforbruk med et estimert fremtidig forbruk basert på vurderinger, modeller, rapporter, og ved å sammenligne med lignende fullførte prosjekter.

Det ble naturlig å velge Ålesund som området for oppgaven. Vi er allerede godt kjent med området og vil gjerne være med på å videreutvikle bygningene. For fremtidige prosjekter kan det være også være interessant med innføring av vakuumteknologi.

Formålet med oppgaven er derfor å analysere hvordan innføringen av Jets sitt vakuumsystem vil påvirke vannforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund.

2 BEGREPER

Bærekraft: dette er et begrep som omhandler hvordan man kan imøtekomme dagens behov uten å ødelegge muligheten for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.

Vakuumtoalett: et toalett som bruker lufttrykk for å transportere avløpet i stedet for vann.

3 PROSJEKTORGANISASJON

3.1 Prosjektgruppe

Studentnummer(e)
Sivert Vorren (486858)
Tobias B. Røvik (505716)
Andrianantenaina H. Rasamizafimanantsoa (502615)

3.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen - organisering

- Ha et godt samarbeid og kommunikasjonsflyt gjennom hele arbeidsprosessen.
- Følge tidsfrister med tanke på innleveringer og oppsatte møter.
- Følge gitte rammer innen oppgaveskriving.
- Sørge for at prosjektet har en bra fremdrift.

3.1.2 Oppgaver for prosjektleder

- Holde oversikt over prosjektet.
- Kontaktperson for prosjektet.
- Tilrettelegger for effektivt arbeid.
- Innhente informasjon og samarbeide om rapportskrivning.

3.1.3 Oppgaver for sekretær

- Skrive møtereferat.
- Sørge for utfylling av framdriftsrapport og logg.
- Ha oversikt over rapporter og logger.
- Innhente informasjon og samarbeide om rapportskrivning.

3.1.4 Oppgaver for øvrige medlem(mer)

- Hjelper til med de ulike oppgavene.
- Innhente informasjon og samarbeide om rapportskrivning.

3.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

- Veileder ved NTNU: Razak Seidu.
- Kontaktperson fra Jets: Bjarte Hauge.

4 AVTALER

4.1 Avtale med oppdragsgiver

Det ble inngått en avtale mellom tre parter den 27. november 2020. Det gjelder bedriften Jets Vacuum AS, NTNU i Ålesund med veileder Razak Seidu, og studentene Tobias Brandal Røvik, Sivert Olai Olsen Vorren og Andrianantenaina Herinjandry Rasamizafimanantsoa. Avtalen inneholder forpliktelsene til de ulike partene.

4.2 Arbeidssted og ressurser

Arbeidsplasser: NTNU Ålesund, Jets Hareid og hjemmekontor.

Ressurser: Tidligere pensum, faglitteratur på nett, lærere og veiledere på NTNU i Ålesund, fagpersoner fra Jets.

Tilgang til Personer: Razak Seidu og Bjarte Hauge er våre kontaktpersoner ved de to instansene. Vi vil også ta kontakt med andre lærere ved NTNU i Ålesund for å innhente relevant fagstoff, i tillegg til ansatte ved Ålesund kommune og Statsbygg for å kunne innhente relevante opplysninger som er nødvendig for ferdigstilling av oppgaven.

Avtalt Rapportering: Det skal hver 14. dag leveres inn fremdriftsplan og logg til veileder ved NTNU i Ålesund.

4.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Innad i gruppen ønsker vi å opprettholde et godt samarbeid. Vi har en åpen kommunikasjon hvor alles meninger blir hørt og vi blir enige om avgjørelser gjennom diskusjon. Vi har laget oss en timeplan med dager hvor vi skal jobbe med bacheloroppgaven og dager vi skal jobbe med

faget *Ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling*. Dette er illustrert i tabell 1.

Tabell 1: Ukeplan

Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
Møte med veileder. Ukentlig planlegging.	Bachelor	Systemteknikk. Bachelor.	Systemteknikk. Bachelor.	Ukentlig oppsummering	Jobb / fridag	Fridag

Vi skal følge gitte tidsfrister både når det kommer til innleveringer av rapporter og frister satt innad i gruppen.

Oppgaven vil bli gjennomført med tanke på vår faglige utdanning, utøvelsen av yrket og faglitteratur som er i tråd med profesjonen vil bli brukt for å kunne gjennomføre bacheloroppgaven.

5 PROSJEKTBEKRIVELSE

5.1 Problemstilling - målsetting - hensikt

Hensikten med oppgaven*

Hensikten med bacheloroppgaven er å samarbeide med Jets, for å se nærmere på hvordan innføringen av deres vakuumsystem vil påvirke vannforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund.

*Er utsatt for fremtidige endringer basert på tilbakemelding fra Jets.

Problemstilling*

Følgende problemstilling har blitt valgt for oppgaven:

«Hvordan vil innføringen av Jets vakuumsystem påvirke vannforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker i Ålesund?»

Hovedmål*

Effektivisere vannforbruk og være med på å skape en mer bærekraftig forvaltning av drikkevann.

Delmål*

- Effektivisere vannforbruk.
- Redusere kostnader som er relatert til vannforbruk.
- Komme nærmere FNs bærekraftsmål.
- Redusere belastning på avløpsnett.

*Er utsatt for fremtidige endringer basert på tilbakemelding fra Jets.

RESULTATMÅL

- Utlevere en rapport som sluttprodukt.
- Vise fagkunnskap og formidle materialet på en forståelig måte.
- Tydeliggjøre en problemstilling.
- Vise innsikt i problemstillingen, forståelse for prosjektet og de forskjellige leddene rundt problemstillingen.
- Klare å utnytte informasjonen som blir gitt på en god og relevant måte.
- Ha et godt begrunnet og reflektert innhold, basert på god kildebehandling, med god form og struktur.

EFFEKTIVITETSMÅL

- Rapporten skal kunne brukes som veiledning i senere tid.
- Oppdragsgiver skal kunne få nytte av rapporten.
- Være med på å redusere vannforbruket og bedre utnytting av drikkevann.
- Føre til mindre kostnader som er relatert til vannforbruk.

5.2 Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifisering

- Hvordan er dagens vannforbruk ved boligblokkene.
- Mulig vannforbruk ved bruk av Jets vakuumsystem.
- Fordeler og ulemper ved bruk av Jets vakuumsystem.
- Kostnadsberegning mht. vannforbruk og energiforbruk.
- Hvordan komme nærmere FNs bærekraftsmål med Jets vakuumsystem.

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

- Innhente informasjon som er relevant til oppgaven (Mer forklaring under punkt 5.4).
- Behandle og sammenligne informasjonen som er samlet inn, slik at man kan produsere en endelig rapport.
- Vise frem resultat ved hjelp av data, bilder, figurer, diagram, modeller og/eller andre visuelle og skriftlige virkemidler.

5.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

- Det skal innhentes informasjon om vannforbruket for området. Dette kan innhentes fra Ålesund kommune eller Statsbygg.
- Bruke Jets sine ressurser for å kunne utdype prosjektets spesifikasjoner.
- Samle nødvendig faglitteratur som kan være relevant for å kunne gjennomføre prosjektet. Nødvendig faglitteratur omhandler pensum fra studiet, forskningsartikler, fagartikler, rapporter om Ålesund og rapporter om Jets sitt vakuumsystem.

5.5 Vurdering – analyse av risiko

- Igjennom innhenting av data om området, dagens vann- og energiforbruk, hvordan ledningsnettet blir påvirket av et bytte til Jets vakuumsystem, vil det bli laget en sluttrapport hvor vi vil se på om det er et sparende gjennomførende tiltak å bytte til Jets sitt vakuumsystem. Det vil i oppgaven bli sett på om dette er et tiltak som kan være med på å oppnå FNs bærekraftsmål og virkningen på miljøet.
- Situasjoner som kan hindre gjennomførbarheten til bacheloroppgaven kan blant annet være:
 - At den valgte oppgaven er for stor for gitte tidsfrister og rammer.
 - Problemer med å få innhentet relevant informasjon og rapporter som trengs for å gjennomføre prosjektet.

- Komplikasjoner som kan oppstå grunnet Covid-19 pandemien.
- Sykdom, uhell eller andre uforutsette komplikasjoner som står til hinder for gruppemedlemmer, veiledere og/eller kontaktpersoner.

5.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Tabell 2 viser en oversikt av hovedaktivitetene som skal utføres i videre arbeid.

Studenter:

Tobias Brandal Røvik (TBR)

Andrianantenaina Herinjandry Rasamizafimanantsoa (AHR)

Sivert Olai Olsen Vorren (SOOV)

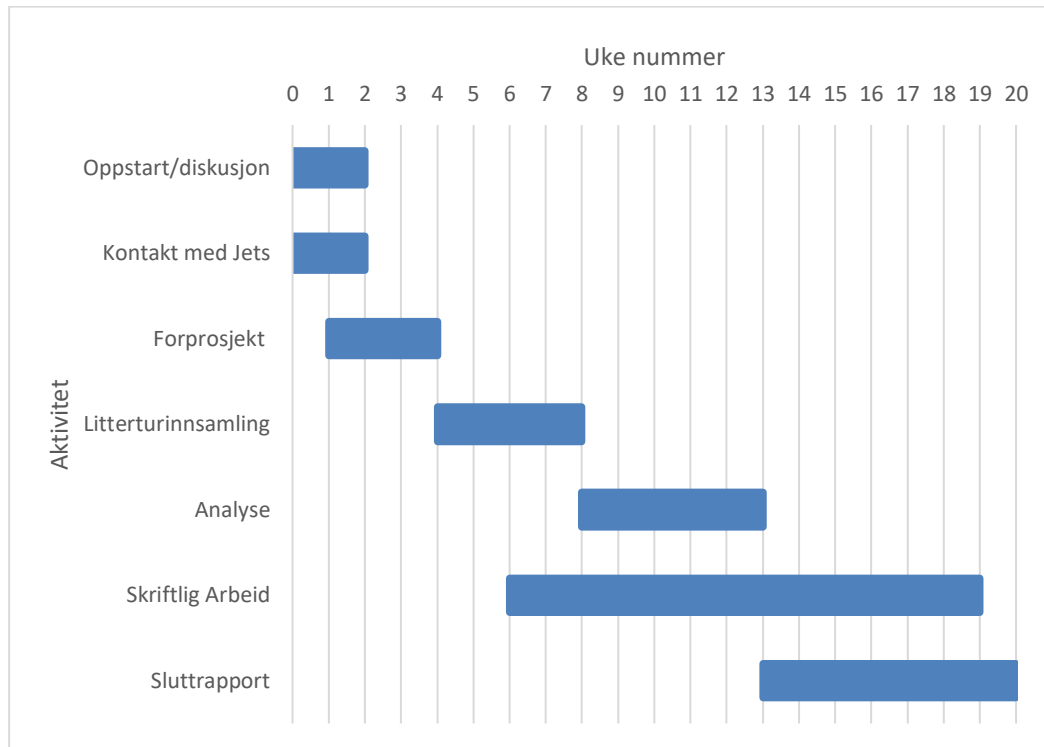
Tabell 2: Planlagte hovedaktiviteter for videre arbeid

Nr	Hovedaktivitet	Ansvar	Kostnad	Tid (t)
A 1	Oppstart/Diskusjon	TBR/AHR/SOOV		20
A 1.1	Kontakt med Jets	TBR		5
A 2	Forprosjekt	TBR/AHR/SOOV		30
A 3	Litteraturinnsamling	TBR/AHR/SOOV		300
A 3.1	Vakumtoaletter	TBR		
A 3.2	Vanlig toaletter	AHR		
A 3.3	Energiforbruk	SOOV		
A 3.4	Rapporter fra Jets	TBR		
A 3.5	Rapporter fra Statsbygg	SOOV		
A 3.6	Rapporter fra Ålesund Kommune	AHR		
A 4	Analyse	TBR/AHR/SOOV		300
A 5	Skriftlig arbeid	TBR/AHR/SOOV		250
A 6	Sluttrapport	TBR/AHR/SOOV		275
SUM				1180

*Er utregnet at hver student bruker i gjennomsnitt 25 timer i uken på bacheloroppgaven.

5.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet

Prosjektets framdriftsplan er illustrert i følgende Gantt-diagram. Framdriftsplanen skal brukes som et middel til å veilede oss for videre arbeid. Fravik kan forekomme ettersom ulike faser kan overlappe hverandre, og hvordan dette løses er referert i punkt 5.8



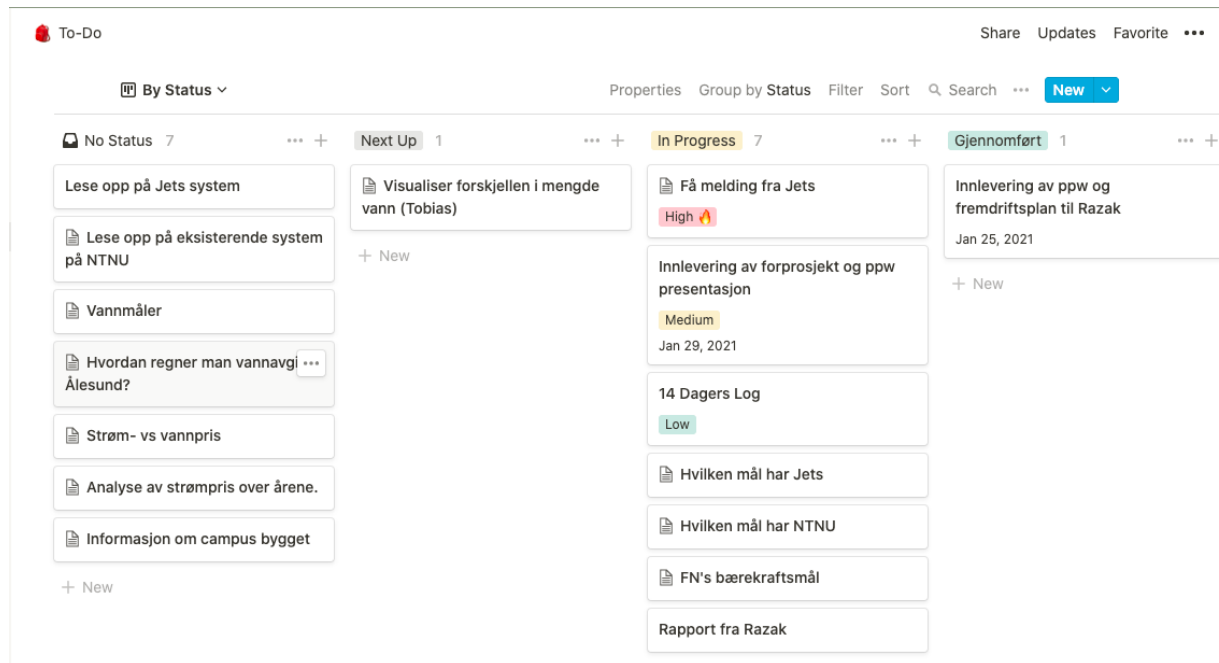
Figur 1: Gantt-diagram: en estimert arbeidsfordeling gjennom hele prosjektet.

5.7.1 Hovedplan

- I tabellen under punkt 5.6 kommer det frem en liste over planlagte hovedaktiviteter og noen underaktiviteter som vil bli gjennomført for at vi skal kunne fullføre sluttrapporten.

5.7.2 Styringshjelpemidler

Vi bruker Notion for å holde orden på arbeidsoppgavene og for å se fremgangen i arbeidet. Her har vi en oversikt over hva som må gjøres, hva som er under progresjon og hva som er gjennomført. Dette er vist i figur 2.



Figur 2: Oppsett på Notion

Videre bruker vi Figma til å ha et felles område der vi kan skrive ned ideer og diskutere ulike løsninger, og Teams der vi kan dele filer og ha samtale med veileder. I tillegg bruker vi Discord for å kunne holde møter innad i gruppen og diskutere. Det blir også brukt google drive som en fellesplass for filer, grafikk og andre dokumenter som er nødvendig å dele innad i gruppen.

5.7.3 Utviklingshjelpemidler

- En liste over hjelpemidler som er nødvendige for å kunne gjennomføre prosjektet er uttalt under punkt 9.

5.7.4 Intern kontroll – evaluering

- Det blir underveis i oppgaven diskutert hva vi trenger av informasjon, hva som skal være med og hva vi ikke trenger i henhold til fremdriftsplan, hovedaktiviteter og lister vi lager oss etter samtale med veileder og bedrift. Det vil bli laget aktiviteter i Notion (som kommer frem av i punkt 5.7.2), hvor vi har en fullstendig oversikt over hva som er gjort og hva som gjenstår.

- Det vil bli prosjektleders ansvar å evaluere om fremdriften er etter planen og i samarbeid med de øvrige medlemmene sette i verk tiltak.

5.8 *Beslutninger – beslutningsprosess*

- Beslutninger om avgrensning og presisering av oppgaven er avtalt både med bedrift og veileder.
- Ved fravik i planen eller uenighet i gruppen, vil det være flertallet som bestemmer og eventuelt komme til en enighet.
Det er god kommunikasjon innad gruppen, som gjør at man kommer frem til en beslutning som er akseptabel for alle.

6 DOKUMENTASJON

6.1 *Rapporter og tekniske dokumenter*

Dokumenter som skal utarbeides:

- Framdriftsplan.
- Framdriftsrapport hver uke.
- Logg hver 14. dag.
- Møtelogger.
- Presentasjon av bacheloroppgaven.
- Sluttrapport/hovedoppgave/bacheloroppgave.
- Poster av bacheloroppgaven for utstilling på universitetet.

7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

7.1 *Møter*

7.1.1 *Møter med styringsgruppen*

Det er avsatt møte med veileder hver mandag kl. 12:00.

7.1.2 Prosjektmøter

Det er avsatt gruppemøte hver mandag og fredag for ukentlig planlegging og oppsummering.

7.2 Periodiske rapporter

7.2.1 Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)

Det skal lages en framdriftsrapport for hver uke, og en logg hver 14. dag.

8 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Dersom fremdriften av oppgaven ikke går i henhold til planen, skal vi samarbeide, legge inn ekstra timer og eventuelt ta igjen de gitte oppgavene ved å forskyve planlagte aktiviteter slik at vi kommer i mål. Målet er å ferdigstille bacheloroppgaven til et helhetlig produkt.

9 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING

Det er utfordrende å kunne forutse hvilken programmer og utstyr vi trenger til å kunne gjennomføre oppgaven. Det er derfor laget til en foreløpig utstyrsliste:

- Office 365
 - Word
 - Excel
 - PowerPoint
- Keynote
- Mike Urban
- Novapoint
- Blender
- Unreal Engine
- Autocad
- Lumion
- BIM
- Revit

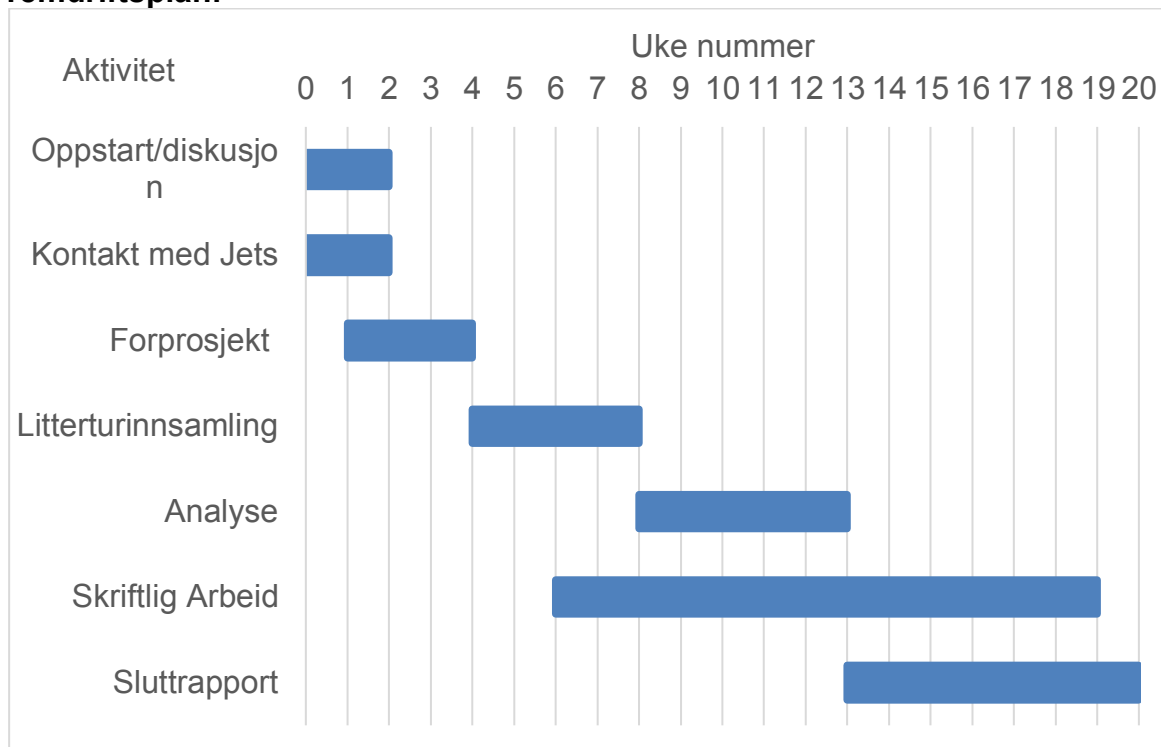
Det er sannsynlig at det kan oppstå at vi trenger annet utstyr enn angitt. Dette blir eventuelt tatt opp med veileder for diskusjon.

10 REFERANSER

VEDLEGG 2

Tid og planlegging

Total tid for prosjektet:

948,5 timer**Fremdriftsplan:****Tidsfrister:**

Innmelding av Bacheloroppgave (oppdragsgiver, studenter, tema etc) Eget skjema.	6.november 2020
2. Avtale om Bacheloroppgave (mellom oppdragsgiver, høgskole og studenter)	4.desember 2020
Forprosjektrapport (etter fastsatt mal)	29. januar 2021
Framdriftsrapporter (fast skjema)	Hver 14.dag etter 1.januar
Innlevering av Bacheloroppgaven	20.mai 2021 kl. 12.00
Presentasjon av Bacheloroppgaven i plenum (felles)	21. mai 2021 fra kl. 08.15

Framdriftsrapport uke 3-7:

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Uke 3:

- Komme i gang med planleggingen for bacheloroppgaven.

Uke 4:

- Jobbe med – og ferdigstille forprosjekt innen fredag (29.01.2021).
- Få bedre forståelse for forventninger og mål fra Jets.
- Samle inn informasjon som kan være relevant til oppgaven (litteraturstudie)

Uke 5:

- Litteratur innhenting
- Få bedre oversikt på hva vi trenger
- Begynne å skrive på oppgaven

Uke 6:

- Hente inn mer informasjon

Uke 7:

- Samle inn informasjon
- Litteraturstudie

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Uke 3:

- Ukentlig møte med veileder
- Sende e-mail til Jets og høre hva de forventer av oppgaven
- Levere fremdriftsplan og ppw om oppgaven til veileder
- Komme i gang med forprosjektet. (avgjøre: roller, forventninger, mål og hvordan samarbeidet skal være)
- Drøfte ulike problemstillinger

Uke 4:

- Ukentlig møte med veileder
- Levere forprosjektrapport og presentasjon, fredag (29.01).
- Fastsette område etter samtale med veileder
- Behandle informasjonen som Jets deler med oss.

Uke 5:

- Innhenting av rapporter og dokumenter relevant til oppgaven.
- Få bedre forståelse for forventninger og mål fra Jets.
- Få tak i plantegninger over campus området som skal undersøkes.
- Ta kontakt med Jets for avklaring

Uke 6:

- Sende mail til Lala om plantegninger, BIM...
- Sette seg inn i kildehenvisningsmetode (EndNote)
- Innhente mer relevant informasjon
- Send mail til Sit.

Uke 7:

- Purre litt på folk for å få informasjon
- Se videre på kildehenvisning
- **Begynne på arbeidskrav mens vi venter på svar**

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

Uke 3:

- Gjennomførte alle planlagte aktiviteter

Uke 4:

- Møte med veileder
- Fikk fastsette område med veileder
- Levere forprosjektrapport og presentasjon, fredag (29.01).

Uke 5:

- Fikk kontakt med Jets
- Bedre forståelse for forventninger og mål fra Jets.
- Har kommet i gang med innhenting av relevant informasjon.

Uke 6:

- Sette seg inn i kildehenvisningsmetode (EndNote)
- Innhente mer relevant informasjon
- Send mail til relevante aktører

<p>Uke 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sendt påminnelser på mail - Har begynt å gjøre oss kjent med EndNote - Fått informasjon om ledningsnett i området
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <p>Uke 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter <p>Uke 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Venter på svar fra Jets og har derfor ikke fått bekreftet området. Venter også på eventuelle informasjon de gir oss. <p>Uke 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mangler plantegninger <p>Uke 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hadde ikke lenger behov for plantegninger av Campus <p>Uke 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prioriterte bacheloroppgaven og tenker å jobbe med arbeidskravet neste uke.
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p> <p>Uke 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Har ikke oppstått noe ønskende endringer, siden vi fremdeles er i planleggingsfasen av prosjektet <p>Uke 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vi fokuserer mer på vannforbruket rundt Campus i stedet for ledningsnett. Dette er for å begrense oppgaven. <p>Uke 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velger i første omgang å fokusere på Ankeret, Lanterna og Kompasset <p>Uke 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Byttet fokuset fra Ankeret, Lanterna og Kompasset, over til studentblokker. Det vil være enklere å estimere vannforbruk i området, få oversikt over sanitæranlegg og kan være til nytte ved videre utbygging av studentboliger i området. <p>Uke 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Må gjøre endringer slik at boligene anonymiseres
<p>Erfaring fra denne perioden</p> <p>Uke 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planlegge og innhente informasjon i forkant av at vi skal skrive om det aktuelle temaet. <p>Uke 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beregne mer tid til å innhente informasjon og være klarere på frister - Klarer å tilpasse oss <p>Uke 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vanskelig å finne aktuelle artikler <p>Uke 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viktig å begrense oppgaven og kontakte folk tidlig <p>Uke 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Blitt kjent med Endnote
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <p>Uke 8:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeidskrav - Skrive videre på bacheloroppgave - Finne ut av filene vi har fått - Begynne å modellere bygget <p>Uke 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeidskrav i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Ledningsdata <p>Uke 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ha mer fokus på bacheloroppgaven mtp: skiving, innhente informasjon - Få mer informasjon om Jets vakuumsystem - Få tak i snitt-tegninger av bygget <p>Uke 11:</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Eksamenslesing. - Klargjør 3D-modell <p>Uke 12:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Øve til eksamen.
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <p>Uke 8:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begynne på arbeidskrav i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Samle inn informasjon <p>Uke 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gjøre ferdig arbeidskravet i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Samle inn informasjon <p>Uke 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie - Samle inn informasjon - Begynne å fylle ut bacheloroppgaven <p>Uke 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe videre med 3D-modell i Revit. - Eksamensøving <p>Uke 12:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Øve til eksamen.
<p>Annet</p> <p>Uke 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utvikle en plan B hvis vi ikke får svar fra Jets innen neste uke. (Begynne å lese oss opp på det som er lagt ut på nettsiden deres)
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p> <p>Uke 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ønsker veiledning om hva slags område vi skal velge. Nytt område vs. eksisterende område (kan Campus være et alternativ) - Hvem vi skal kontakte for å innhente relevant informasjon. (statistikk på campus, ledningsnett i området, plantegninger, tekniske info) <p>Uke 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Få veiledning fra Jets (svar på mail) - Få veiledning fra Razak (dersom vi ikke får svar) <p>Uke 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spør om informasjon angående ledningsnett. - Spør om studentboligene. <p>Uke 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trenger informasjon fra Razak <p>Uke 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan åpne filene?

Framdriftsrapport uke 8-12:

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <p>Uke 8:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeidskrav - Skrive videre på bacheloroppgave - Finne ut av filene vi har fått - Begynne å modellere bygget <p>Uke 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeidskrav i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Ledningsdata <p>Uke 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ha mer fokus på bacheloroppgaven mtp: skrijving, innhente informasjon - Få mer informasjon om Jets vakuumsystem - Få tak i snitt-tegninger av bygget <p>Uke 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eksamenslesing. - Klargjør 3D-modell <p>Uke 12:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Øve til eksamen.
<p>Planlagte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Uke 8:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begynne på arbeidskrav i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Samle inn informasjon <p>Uke 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gjøre ferdig arbeidskravet i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Samle inn informasjon <p>Uke 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie - Samle inn informasjon - Begynne å fylle ut bacheloroppgaven <p>Uke 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe videre med 3D-modell i Revit. Eksamensøving <p>Uke 12:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Øve til eksamen.
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Uke 8:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fikk tilbakemelding fra Jets, venter på videre svar. - Litteraturstudie - Begynte på arbeidskravet i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling. Estimerer at den er ferdig skrevet til tirsdag neste uke. <p>Uke 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gjøre ferdig arbeidskravet i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling - Litteraturstudie - Samle inn informasjon - Fikk litt mer struktur på oppgaven <p>Uke 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fikk mer informasjon om bygningene. - Fikk kontakt med Jets for hjelp med vakuumpoppsett i bygningene. <p>Uke 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skaffet mer informasjon om vakuumsystemet til Jets - Klargjorde en 3D-modell av eksisterende avløpsinstallasjon i bygget (Revit). - Eksamensøving i systemteknikk. <p>Uke 12:</p>

<p>- Eksamen i «Ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling» (IF30014) ble gjennomført.</p>
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <p>Uke 8: - Ingen avvik</p> <p>Uke 9: - Ingen avvik</p> <p>Uke 10: - Ingen avvik</p> <p>Uke 11: - Ingen avvik</p> <p>Uke 12: - 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>Uke 8: - Ingen behov for endringer.</p> <p>Uke 9: - Ingen endringer</p> <p>Uke 10: - Setter fokuset vekk fra renovasjon og ser mer på hvordan det ville vært om bygget skulle vært bygget på nytt. - Endret scenario: en med fullt vakuumsystem og en med separering og alternativ avløpshåndtering.</p> <p>Uke 11: - Ingen ønskede endringer i prosjektet.</p> <p>Uke 12: - Ingen ønskede endringer i prosjektet.</p>
<p>Erfaring fra denne perioden</p> <p>Uke 8: - Blitt bedre kjent med programmer som Revit og Arcgis/Arcmap</p> <p>Uke 9: - Vi har fått en felles forståelse for oppgaven og hvordan den skal struktureres.</p> <p>Uke 10: - Vi vil fokusere mer på vannbesparelsen og effekten av vakuumsystemet.</p> <p>Uke 11: - Bedre forståelse for VVS, Revit og lagning av 3D-modell.</p> <p>Uke 12: - Bedre forståelse i prosjektledelse og organisering.</p>
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <p>Uke 13: - Påske - Bacheloroppgave</p> <p>Uke 14: - Bacheloroppgaven</p> <p>Uke 15: - Bacheloroppgaven</p> <p>Uke 16: - Bacheloroppgaven og 3D-modell</p> <p>Uke 17: - Bacheloroppgaven</p>
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <p>Uke 13: - Jobbe mer med bacheloroppgaven - Ta et avbrekk</p> <p>Uke 14: - Jobbe videre meg bacheloroppgaven. Dette innebærer skriving, visualisering og litteraturlesing.</p> <p>Uke 15: - Jobbe mer med oppgaven i form av skriving, visualisering og litteraturstudie</p> <p>Uke 16: - Jobbe mer med oppgaven i form av skriving, visualisering og litteraturstudie - Gjøre ferdig Revit modellen</p> <p>Uke 17:</p>

- Jobbe mer med oppgaven i form av skriving og litteraturstudie
- Undersøke pris på vanlig toalett og tilhørende rørsystem
- Lage til en mal for presentasjon
- Jobbe videre med 3D-modeller

Annet

Uke 8:

- Kan hende vi må anta hvordan avløpsinstallasjonen i bygget er strukturert, hvis vi ikke får snitt-tegninger.

Uke 9:

- Ingenting å påpeke

Uke 10:

- Ingenting å påpeke

Uke 11:

- Ingenting å påpeke

Uke 12:

- Ingenting å påpeke

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers

Uke 8:

- Ingen spørsmål

Uke 9:

- Tilbakemelding fra Razak om oppgaven

Uke 10:

- Ingen spørsmål

Uke 11:

- Ingen spørsmål

Uke 12:

- Ingenting å påpeke

Framdriftsrapport uke 13-17

<p>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <p>Uke 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Påske - Bacheloroppgave <p>Uke 14:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacheloroppgaven <p>Uke 15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacheloroppgaven <p>Uke 16:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacheloroppgaven og 3D-modell <p>Uke 17:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacheloroppgaven
<p>Planlagte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Uke 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med bacheloroppgaven - Ta et avbrekk <p>Uke 14:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe videre meg bacheloroppgaven. Dette innebærer skrivning, visualisering og litteraturlesing. <p>Uke 15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med oppgaven i form av skrivning, visualisering og litteraturstudie <p>Uke 16:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med oppgaven i form av skrivning, visualisering og litteraturstudie - Gjøre ferdig Revit modellen <p>Uke 17:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med oppgaven i form av skrivning og litteraturstudie - Undersøke pris på vanlig toalett og tilhørende rørsystem - Lage til en mal for presentasjon - Jobbe videre med 3D-modeller
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p> <p>Uke 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med bacheloroppgaven - Ta et avbrekk <p>Uke 14:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe videre meg bacheloroppgaven. Dette innebærer skrivning, visualisering og litteraturlesing. <p>Uke 15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skrevet videre på bacheloroppgaven - Fått tak i 3D-modeller og informasjon fra Jets - Jobbet videre med 3D-modell <p>Uke 16:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skrevet videre på bacheloroppgaven - Jobbet videre med 3D-modell og Revit-modell - Skaffet oss bedre oversikt over blokkene - Fikk prisliste fra Jets angående pumper, toalett og utstyr <p>Uke 17:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jobbe mer med oppgaven i form av skrivning og litteraturstudie - Undersøke pris på vanlig toalett og tilhørende rørsystem - Jobbe videre med 3D-modeller
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <p>Uke 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik <p>Uke 14:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik <p>Uke 15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik <p>Uke 16:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik <p>Uke 17:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fikk tilbakemelding fra veileder om forbedringer i oppgaven. Dette ble derfor prioritert.

<p>- Mal for presentasjon ble nedprioritert, da dette er for tidlig for oppgaven.</p>
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p> <p>Uke 13: - Ingen behov for endringer.</p> <p>Uke 14: - Ingen endringer</p> <p>Uke 15: - Ingen endringer</p> <p>Uke 16: - Ingen ønskede endringer i prosjektet.</p> <p>Uke 17: - Ingen ønskede endringer i prosjektet.</p>
<p>Erfaring fra denne perioden</p> <p>Uke 13: - Fått sluppet av og er klar for å gi siste innsats</p> <p>Uke 14: - Bedre forståelse for oppgaven</p> <p>Uke 15: - Mer vant med 3D-program - Bedre forståelse for vakuumsystemet til Jets</p> <p>Uke 16: - Bedre forståelse for vakuumsystemet til Jets</p> <p>Uke 17: - Bedre forståelse for oppsettet til bacheloroppgaven</p>
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p> <p>Uke 18: - Jobbe med bacheloroppgaven</p> <p>Uke 19: - Jobbe med fullføringen av bacheloroppgaven</p> <p>Uke 20: - Fullføre bacheloroppgaven</p>
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <p>Uke 18: - Gjøre ferdig beregninger; vannforbruk, energi og kostnad - Utkast på metode; beregningsdelen - Utkast på fremgangsmetode for 3D-modeller - Utkast på sirkulærøkonomi-delen - Informasjon om levetid og driftskostnader fra Jets. - Utkast på diskusjonsdelen</p> <p>Uke 19: - Fullføre bacheloroppgaven - Presentasjonsoppsett - Lage til en oppsummering av tidsbruk, hendelser, aktiviteter og fremgangsplan. Dette legges med som vedlegg.</p> <p>Uke 20: - Fullføre presentasjonen - Fullføre bacheloroppgaven mht vedlegg, bilder og validering</p>
<p>Annet</p> <p>Uke 13: - Ingenting å påpeke</p> <p>Uke 14: - Ingenting å påpeke</p> <p>Uke 15: - Ingenting å påpeke</p> <p>Uke 16: - Ingenting å påpeke</p> <p>Uke 17: - Ingenting å påpeke</p>
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p>

Uke 13:

- Ingen spørsmål

Uke 14:

- Poster
- 3 scenarier:
 - 1) Eksisterende situasjon
 - 2) Vakuumtoalett med vakuumsystem, men felles hovedrør etter pumpen. (vask og dusj går i selvføll)
 - 3) Separerer gråvann og svartvann. Svartvann: vakuumtoalett, Gråvann: vanlig selvføll og går til hovedrør

Uke 15:

- Hvordan skal vi referere til mail

Uke 16:

- Tilbakemelding på oppgaven

Uke 17:

- Gjennomgang av bacheloroppgaven, basert på ønskede endringer fra tidligere møte.
- Informasjon om fremføring: Jets og eksamen/ utspørring.

Framdriftsrapport uke 18-19:

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden

Uke 18:

- Jobbe med bacheloroppgaven

Uke 19:

- Jobbe med fullføringen av bacheloroppgaven

Uke 20:

- Fullføre bacheloroppgaven

Planlagte aktiviteter i denne perioden

Uke 18:

- Gjøre ferdig beregninger; vannforbruk, energi og kostnad
- Utkast på metode; beregningsdelen
- Utkast på fremgangsmetode for 3D-modeller
- Utkast på sirkulærøkonomi-delen
- Informasjon om levetid og driftskostnader fra Jets.
- Utkast på diskusjonsdelen

Uke 19:

- Fullføre bacheloroppgaven
- Presentasjonsoppsett
- Lage til en oppsummering av tidsbruk, hendelser, aktiviteter og fremgangsplan. Dette legges med som vedlegg.

Uke 20:

- Fullføre presentasjonen
- Fullføre bacheloroppgaven mht vedlegg, bilder og validering

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden

Uke 18:

- 3D-modell av utsiden nærmer seg ferdig.
- Fremgangsmetoden er begynt på.

Uke 19:

- Har gått gjennom flere deler av dokumentet og ferdigstilt.
- Laget til presentasjonsoppsett
- Har begynt å lage til vedlegg

Uke 20:

- Fullført presentasjonen
- Fullført bacheloroppgaven

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter

Uke 18:

- Sirkulærøkonomi
- Informasjon om levetid og driftskostnader

Uke 19:

<ul style="list-style-type: none"> - Det tar tid å lage og ferdigstille oppgaven, og man må sørge for at alle kapitlene er slik det skal være. <p>Uke 20:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen avvik
<p>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p> <p>Uke 18:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen behov for endringer. <p>Uke 19:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen behov for endringer. <p>Uke 20:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen behov for endringer.
<p>Erfaring fra denne perioden</p> <p>Uke 18:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedre oversikt over oppgaven <p>Uke 19:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedre oversikt over hva som må gjøres før innlevering <p>Uke 20:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forståelse for hvordan man skriver og gjennomfører en bacheloroppgave.
<p>Hovedhensikt/fokus neste periode</p>
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <p>-</p>
<p>Annet</p> <p>Uke 18:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingenting å påpeke <p>Uke 19:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingenting å påpeke <p>Uke 20:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingenting å påpeke
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers</p> <p>Uke 18:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen spørsmål <p>Uke 19:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tilbakemelding på bacheloroppgaven <p>Uke 20:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingen spørsmål

Utført arbeid i perioden uke 3. – 20.

Navn på studenter:

Stud1: Tobias Brandal Røvik

Stud2: Sivert Olai Vorren

Stud3: Andrianantenaina Herinjandry Rasamizafimanantsoa

Navn på bedrift/organisasjon: Jets Vacuum AS

Navn på kontaktperson ved bedrift: Bjarte Hauge

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
3	18/01/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Sende mail til Jets	1 2 1	1 2 1	1 2 1
3	19/01/2021	-			
3	20/01/2021	- Komme i gang med forprosjektet. Avgjøre roller, forventninger, mål og samarbeidsmetoder.	2	2	2
3	21/01/2021	- Diskusjon om oppgaven (problemstilling)	2	2	2
3	22/01/2021	- Levere inn fremdriftsplan og ppw til veileder	3,5	3	3
Sum timer:			11,5	11	11

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
4	25/01/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Mail til Jets	1 1 1	1 1 1	1 1 1
4	26/01/2021	- Litteraturstudie - Jobbe med forprosjekt og ppw	1 1	1 3	1 1
4	27/01/2021	- Litteraturstudie - Jobbe med forprosjekt og ppw - Mail til jets	0,5 1 4	2 3	1 2
4	28/01/2021	- Litteraturstudie - Jobbe med forprosjekt og ppw - Logg og framdriftsrapport	0,5 1	1 3	0,5 3 2
4	29/01/2021	- Møte - Litteraturstudie - Innlevering av forprosjekt og ppw - Logg og framdriftsrapport	2 0,5 4 0,5	2 1	2 2 2 2
Sum timer:			19	19	21,5

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
5	01/02/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Litteraturstudie - Logg og framdriftsrapport - Arbeid i helgen	0,5 0,5 3 6	0,5 0,5 4	0,5 0,5 3 1,5
5	02/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig Arbeid	2 0,5	2 1	2 0,5
5	03/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	1,5 0,5	3 1	2 1
5	04/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig Arbeid - Arbeid relatert til ledelse - Teambuilding	2 0,5 1 1	3 1,5	3 0,5 0,5
5	05/02/2021	- Litteraturstudie - Møte - Skriftlig Arbeid	2 1 0,5	2 1 1	4 1
Sum timer:			22,5	20,5	20,0

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
6	08/02/2021	- Møte med veileder	0,25	0,25	0,25
		- Gruppemøte for ukentlig planlegging	0,5	0,5	0,5
		- Litteraturstudie	1	2	3
		- Arbeid i helgen	2	2	4
		- Mail til sit	0,5	1,5	1,5
6	09/02/2021	- Litteraturstudie	0,5	2	1
6	10/02/2021	- Litteraturstudie	1	2	1
		- Skriftlig Arbeid		1	
6	11/02/2021	- Litteraturstudie	1	2	1
6	12/02/2021	- Møte	1	1	1
Sum timer:			7,75	14,25	13,25

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
7	15/02/2021	- Møte med veileder	0,5	0,5	0,5
		- Gruppemøte for ukentlig planlegging	1	1	1
		- Skriftlig arbeid	0,2	1	
7	16/02/2021	- Litteraturstudie	1	1	1
		- Skriftlig arbeid	0,5	1	1
7	17/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	0,5	1	1
7	18/02/2021	- Litteraturstudie	1	2	4
		- Skriftlig arbeid (inkl. EndNote)	1,5	1	3
7	19/02/2021	- Ukentlig møte	1	1	1
		- Litteraturstudie	0,5	1	1
		- Skriftlig arbeid (inkl. EndNote)	1	3	1
		- Ledningsnettdata			3
Sum timer:			8,7	13,5	17,5

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
8	22/02/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Skriftlig arbeid - Ingeniørfaglig s&s - Revit & arcgis - Arbeid i helga - E-mail + oppdatering (Jets)	1 1 3 2	1 1 1 3 2	1 1 3 6
8	23/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - E-mail - Revit & arcgis	1 0,5	1 5	1 5
8	24/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Ingeniørfaglig s&s	1	1 1	 1
8	25/02/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Ingeniørfaglig s&s	0,5	 3	2 2
8	26/02/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	1	1 2	1 2
Sum timer:			11,0	22,0	25,0

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
9	01/03/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Skriftlig arbeid - Arbeid i helga	0,5 1 1 3	1 1 2 2	0,5 1 1 4
9	02/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeidskrav i s & s	2 5	 5	 5
9	03/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeidskrav i s & s	0,5 4	1 2 2	1 1
9	04/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeidskrav i s & s	0,5 3	 2	2
9	05/03/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeidskrav i s & s	0,5 5	0,5 2 1	0,5 1 1
Sum timer:			26,0	21,5	18

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
10	08/03/2021	- Møte med veileder - Gruppemøte for ukentlig planlegging - Skriftlig arbeid - Arbeid i helga - Mail til Jets	1 1 3 0,5	1 2 2	1 1 4
10	09/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Eksamensøving	0,5 x	1 2	x
10	10/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Eksamensøving	1 0,5 x	1 3	1 x
10	11/03/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Eksamensøving	0,5 x	x	0,5 x
10	12/03/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	1 0,5	1	1
Sum timer:			9	13	8,5

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
11	15/03/2021	- Rør-innlegging i 3D-modellen	5	5	5
11	16/03/2021	- Rør-innlegging i 3D-modellen	7	7	7
11	17/03/2021	- Eksamenslesing	X	X	X
11	18/03/2021	- Eksamenslesing - Litteraturstudie	X	X	X 0,5
11	19/03/2021	- Eksamenslesing	X	X	X
Sum timer:			12	12	12,5

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
12	22/03/2021	- Eksamensøving - Vanndag-foredrag (Tekna)	X 3	X	X
12	23/03/2021	- Eksamensøving	X	X	X
12	24/03/2021	- Eksamensøving	X	X	X
12	25/03/2021	- Eksamen	X	X	X
12	26/03/2021	- Ukentlig møte	1	1	1
Sum timer:			4	1	1

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
13	29/03/2021	-			
13	30/03/2021	- Skriftlig arbeid			2
13	31/03/2021	-			
13	01/04/2021	-			
13	02/04/2021	- Litteratur studie		1,5	
Sum timer:				1,5	2

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
14	05/04/2021	- Skriftlig arbeid		3	
14	06/04/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie	2	1	
14	07/04/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie	1		3 2
14	08/04/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie	1	2 1	
14	09/04/2021	- Ukentlig møte	1	1	1
Sum timer:			5	8	6

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
15	12/04/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Helg	1 1 12	1 1 3	1 3 2
15	13/04/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - 3D-modellering	1 4	1 1 2	1 2 2
15	14/04/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - 3D-modellering - Mail om rør og pumpe	1 3 0,5	2	2 2
15	15/04/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - 3D-modellering	0,5 2 4	1 3	3 2
15	16/04/2021	- Litteratur studie - Skriftlig arbeid - 3D-modellering - Ukentlig møte	0,5 3	1 1	1 1 1
Sum timer:			33,5	17	23

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
16	19/04/2021	- Skriftlig arbeid - Ukentlig møte - 3D-modellering/ revit-modellering	7	7	7
16	20/04/2021	- Skriftlig arbeid - litteraturstudie	1 1	3 1	2 3
16	21/04/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie	1 0,5	4	3 2
16	22/04/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie	1 1	2 1	1 2
16	23/04/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - 3D modell og rør	1 3	1 2	1 1 5
Sum timer:			16,5	20	27

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
17	26/04/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeid i helgen	0,5 4	1 4 2	2 3 4
17	27/04/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	1	1 2 2	1 2 3
17	28/04/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid		3	1 4
17	29/04/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	2	2	2
17	30/04/2021	- Litteratur studie - Skriftlig arbeid - Ukentlig møte - 3D-Modell	1 3	1	1
Sum timer:			11,5	18	23

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
18	03/05/2021	- Skriftlig arbeid - Ukentlig møte - Helgearbeid - 3D-modell	2 1,5 6 4	2 1,5 5	1,5 9 4
18	04/05/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie - 3D-modell	1 2	2 2	2 1
18	05/05/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie - 3D-modell	1 5	5	4 2
18	06/05/2021	- Skriftlig arbeid - Litteraturstudie - 3D-modell	5	8	3 2
18	07/05/2021	- Ukentlig møte - Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	1	1 2	1 4
Sum timer:			28,5	28,5	33,5

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
19	10/05/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - Arbeid i helgen - Ukentlig møte	2 4 14 1	1 8 5 1	1 4 10 1
19	11/05/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	4 6	3 5	1 3
19	12/05/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid - 3D-modell	2 4 2	5	1 5
19	13/05/2021	- Litteraturstudie - Skriftlig arbeid	2 4	4	1 3
19	14/05/2021	- Litteratur studie - Skriftlig arbeid - Ukentlig møte	2 5 2	3 2	3 2
Sum timer:			54	37	35

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
20	17/05/2021	- Skriftlig arbeid - Helgearbeid	3 10	3 10	3 10
20	18/05/2021	- Ferdigstille arbeid - Forberedelse til presentasjon	4 2	4 2	4 2
20	19/05/2021	- Ferdigstille arbeid - Forberedelse til presentasjon	2 4	2 4	2 4
20	20/05/2021	- Innleveringsdag - Forberedelse til presentasjon	5	5	5
20	21/05/2021	- Framføring av oppgaven	2	2	2
Sum timer:			32	32	32

VEDLEGG 3

Målsetninger

MÅL MED BACHELOROPPGAVEN

RESULTATMÅL

- Utlevere en rapport som sluttprodukt.
- Vise fagkunnskap og formidle materialet på en forståelig måte.
- Tydeliggjøre en problemstilling.
- Vise innsikt i problemstillingen, forståelse for prosjektet og de forskjellige leddene rundt problemstillingen.
- Klare å utnytte informasjonen som blir gitt på en god og relevant måte.
- Ha et godt begrunnet og reflektert innhold, basert på god kildebehandling, med god form og struktur.

EFFEKTMÅL

- Rapporten skal kunne brukes som veiledning i senere tid.
- Jets skal kunne få nytte av rapporten.
- Være med på å redusere vannforbruket.
- Føre til mindre kostnader.
- Føre til bedre utnytting av drikkevann.

FORVENTNINGER

Rapporten skal være med på å redusere vannforbruket i et område, og dermed skape en mer bærekraftig vannforvaltning.



MÅLSETNINGER



HOVEDMÅL

Effektivisere vannforbruk og være med på å skape en mer bærekraftig forvaltning av drikkevann.



DELMÅL

- Redusere vannforbruk og relaterte kostnader.
- Komme nærmere FNs bærekraftsmål.
- Redusere belastning på avløpsnett.



RESULTATMÅL

Utarbeide en drøftende rapport om hvordan innføringen av Jets vakuumsystem påvirker vannforbruket og relaterte kostnader ved fire boligblokker.



EFFEKTMÅL

Rapporten skal kunne brukes som veiledning i senere tid, være med å redusere vannforbruk og føre til bedre utnytting av drikkevann.

VEDLEGG 4

Dokumentasjon fra Jets

Jets™ Jade Wall Toilet

Product No. TO662PO



Jets™ Jade Wall Toilet is a wall hung pan design. With a focus on both simple elegant design and comfort, this wall mounted toilets contemporary look complements any installation.

- Low water consumption with reliable flush and discharge.
- Easy to clean. Designed for easy maintenance.
- High quality vitreous china bowl with excellent flushing.
- Quick and quiet closing toilet seat and lid.

Disclaimer

Note: Our products and services are offered and sold subject to Jets Vacuum AS' General Sales Conditions, copies of which will be furnished upon request. Information provided herein is solely for information purposes, does not constitute any warranty or representation of any kind and is subject to change without notice. We strive to reproduce product colors reasonably accurate. Without prior written approval, this document or any part of may not be reproduced in any form. Jets™, Vacuumarator™, Helivac™, VC™, VOD™, CVS™ and Softsound™ are trademarks and/or registered trademarks of Jets. © Jets AS. All rights reserved.

Technical Data

Outside Dimensions.....	560 x 355 x 420 mm (LxWxH)
General Tolerance.....	Bowl dimensions ±3%
Discharge Valve Outlet.....	Outside diameter Ø 50 mm
Water Connection.....	½" male BSP
Generic Material.....	Porcelain
Coating.....	Vitreous China
Weight.....	Approx. 26 kg

Operating Data

Flushing Time.....	5 seconds
Discharge Time.....	2 seconds
Water Pressure.....	2-7 bar
Water Consumption.....	0.4 - 3.2L
Water Consumption Factory Set.....	1L (3 bar)
Operating Vacuum.....	Recommended 30-55 % Vacuum
Air Consumption.....	Approx. 48 liters at 50% Vacuum
Temperature Range.....	Minimum 1°C to Maximum 60°C (unless frost protection measures are taken)

Note:.....Values may vary depending on selected components

Vacuum Unit JETS 15MB CVS

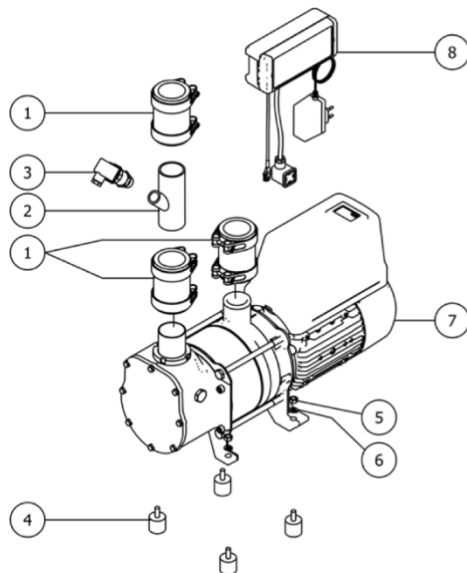
Product No. VU15MBCVS-CTT 230



Example image only.

Jets™ Vacuum Unit is designed as a complete solution for vacuum transportation of wastewater in a sanitary system.

- The lightweight pump effectively creates vacuum and macerates wastewater to a fine pulp.
- Compact multiphase pump designed with a small footprint.
- Constant vacuum system (CVS™) operating principle.



Technical Data



Type	CVS™ (Constant Vacuum System)
Pump Type.....	Multiphase
Net Weight.....	41.00 kg
Connection Inlet.....	Ø 50 mm
Connection Outlet.....	Ø 50 mm
Capacity.....	10.2 m³/h (ACMH) at 500 mbar abs. (50% Vacuum)
Outside Dimensions.....	637 x 214 x 502 mm (LxWxH)
Ambient Temperature Range.....	+0 °C - 40 °C
Back Pressure.....	Max. 0.3 bar

Operating Data

Power Supply.....	230VAC
Earth Leakage Current.....	0.7 mA
Recommended Circuit Breaker.....	C16 A
Power Consumption.....	Max. 2.1kW
Heat Dissipation.....	Approx. 0.5 kW

Disclaimer

Note: Our products and services are offered and sold subject to Jets Vacuum AS' General Sales Conditions, copies of which will be furnished upon request. Information provided herein is solely for information purposes, does not constitute any warranty or representation of any kind and is subject to change without notice. We strive to reproduce product colors reasonably accurate. Without prior written approval, this document or any part of may not be reproduced in any form. Jets™, Vacuumator™, Helivac™, VC™, VOD™, CVS™ and Softsound™ are trademarks and/or registered trademarks of Jets. © Jets AS. All rights reserved.

Components

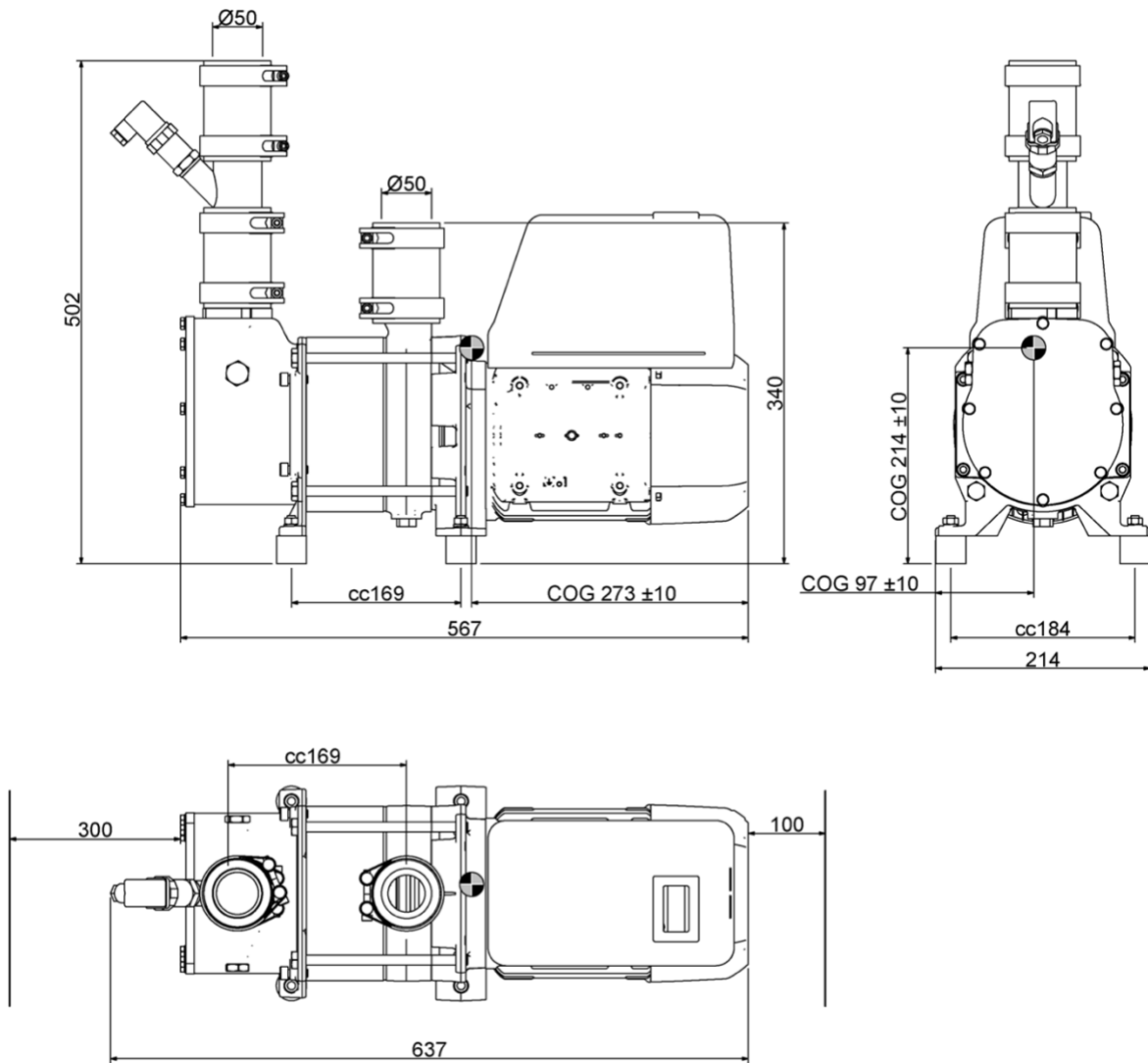
1 Compensator, ø50mm w/Hose Clip	034307100*
2 Adapter	013101302*
3 Vacuum Transmitter	032318571*
4 Vibration absorber M8	030303201*
5 Nut, M8	036303900*
6 Spring washer, M8	036307100*
7 JETS 15 MB 230V, CVS	046201501*
8 VAC Controller CVS/VIP	121315143*

Additional Components

US plug adapter	121201621
UK plug adapter	121201622
AUS plug adapter	121201623

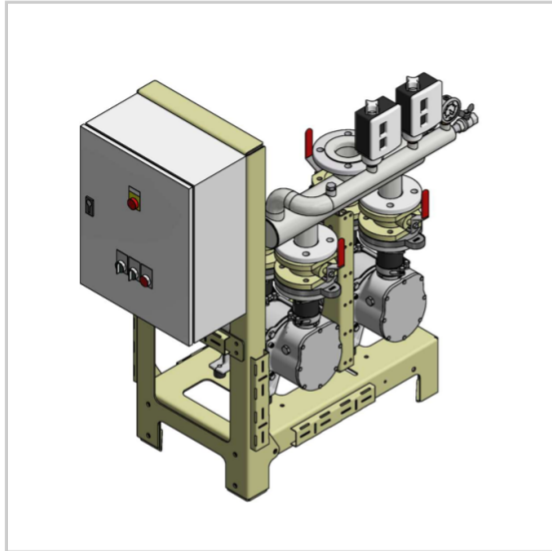
* Component/s available as replacement parts.

Dimension Drawings



Vacuum Unit Jets Edge S duo

Product No. VUS201



Example image only.

Jets™ Edge series is the latest generation of vacuum units by Jets™. Jets™ Edge S duo is delivered with simple electromechanical controls. Contactors triggered by vacuum switches will start and stop the pumps at the pre-set levels, ensuring that the system always maintains correct vacuum level.

The unit can be delivered with two types of multiphase Vacuumator™ pumps. The Edge S01 model is designed for maximized capacity, and can be used for all standard installations. The Edge S01D model is designed for optimal performance in more demanding installations with higher water-to-air ratios and increased discharge back pressure.

Features:

- Simple design ensures low costs and easy operation
- Highly efficient for transporting wastewater
- Small physical footprint and low weight allows for quick and flexible installation
- High quality – extended pump life with operational reliability
- Highly recommended for commercial applications

Disclaimer

Note: Our products and services are offered and sold subject to Jets Vacuum AS' General Sales Conditions, copies of which will be furnished upon request. Information provided herein is solely for information purposes, does not constitute any warranty or representation of any kind and is subject to change without notice. We strive to reproduce product colors reasonably accurate. Without prior written approval, this document or any part of may not be reproduced in any form. Jets™, Vacuumator™, Helivac™, VC™, VOD™, CVS™ and Softsound™ are trademarks and/or registered trademarks of Jets. © Jets AS. All rights reserved.

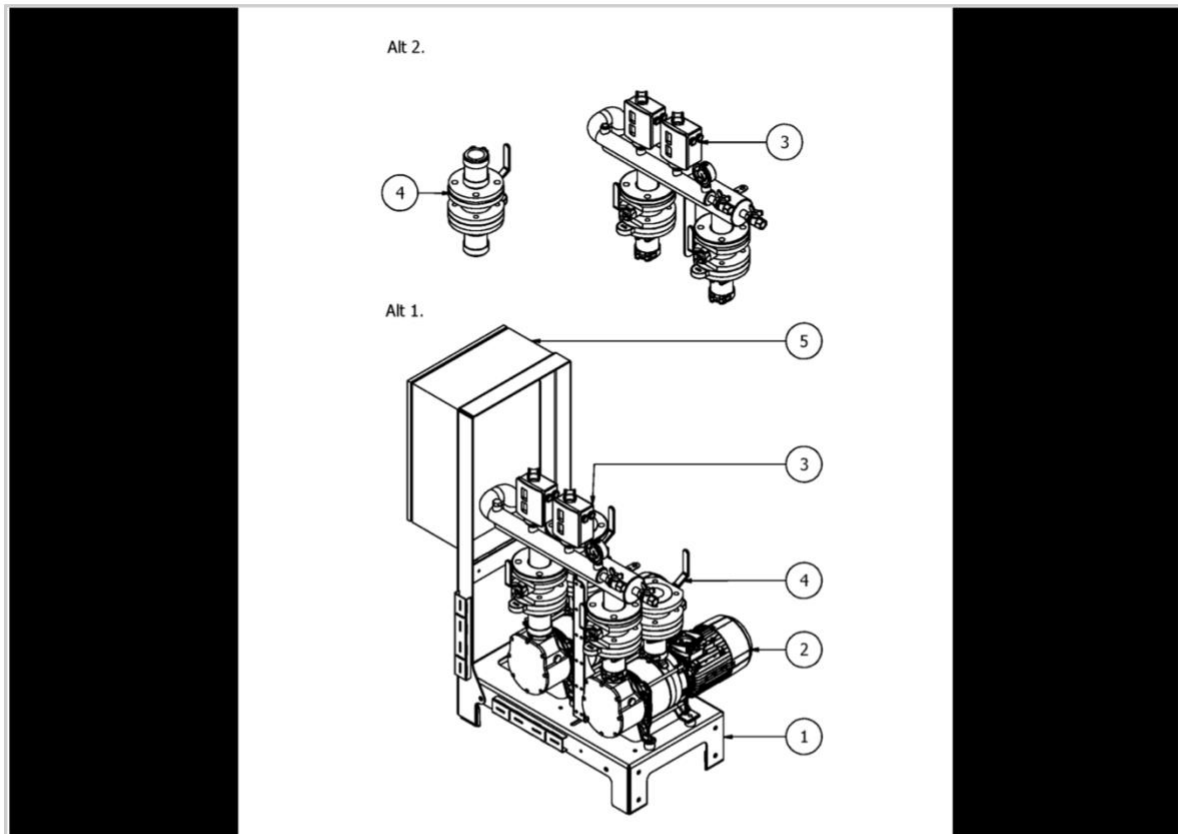
Technical Data



Pump Type.....	2 x Jets Edge S01 Vacuumator™ Pumps ①
	2 x Jets Edge S01D Vacuumator™ Pumps ②
	Alternatives -
	Flange Connection ①
	Pipe Connection ②
Outside Dimensions.....	971 x 678 x 1115 mm (LxWxH)
Control Type.....	Electromechanical
Connection Inlet.....	DN65, PN10 ①
	Ø 75 ②
Connection Outlet.....	DN50, PN10 ①
	Ø 50 ②
Back Pressure.....	Max. 0.2 bar ①
	Max. 0.3 bar ②
Capacity.....	①
	26 m³/h (ACMH) at 500 mbar abs. 50 Hz
	34 m³/h (ACMH) at 500 mbar abs. 60 Hz
	(50% Vacuum)
	②
	20 m³/h (ACMH) at 500 mbar abs. 50 Hz
	28 m³/h (ACMH) at 500 mbar abs. 60 Hz
	(50% Vacuum)
Ambient Temperature Range.....	+0 °C - 45 °C
Protection Class.....	IP 55
Frame material.....	S235JRG2
Weight.....	Approx. 180 kg
Wet Weight.....	Approx. 186 kg
Note:.....	For more information and capacity details refer to the pumps technical data sheet.

Operating Data

Voltage.....	Available in standard voltages from 208V to 690V
Power Consumption.....	Max. 8 kVA
Heat Dissipation.....	Approx. 0.8 kW

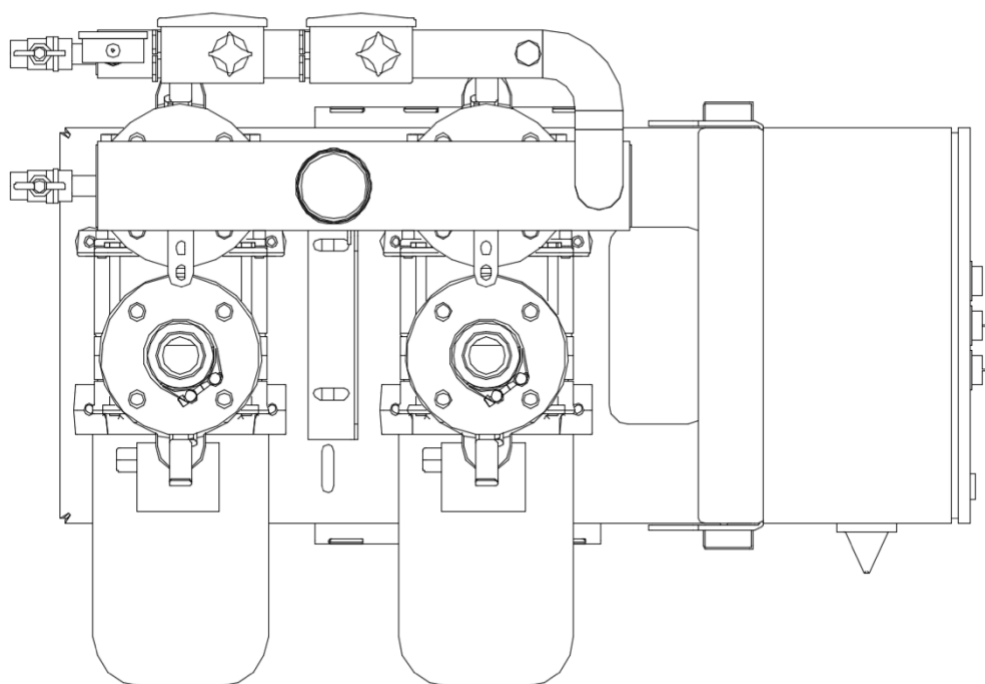
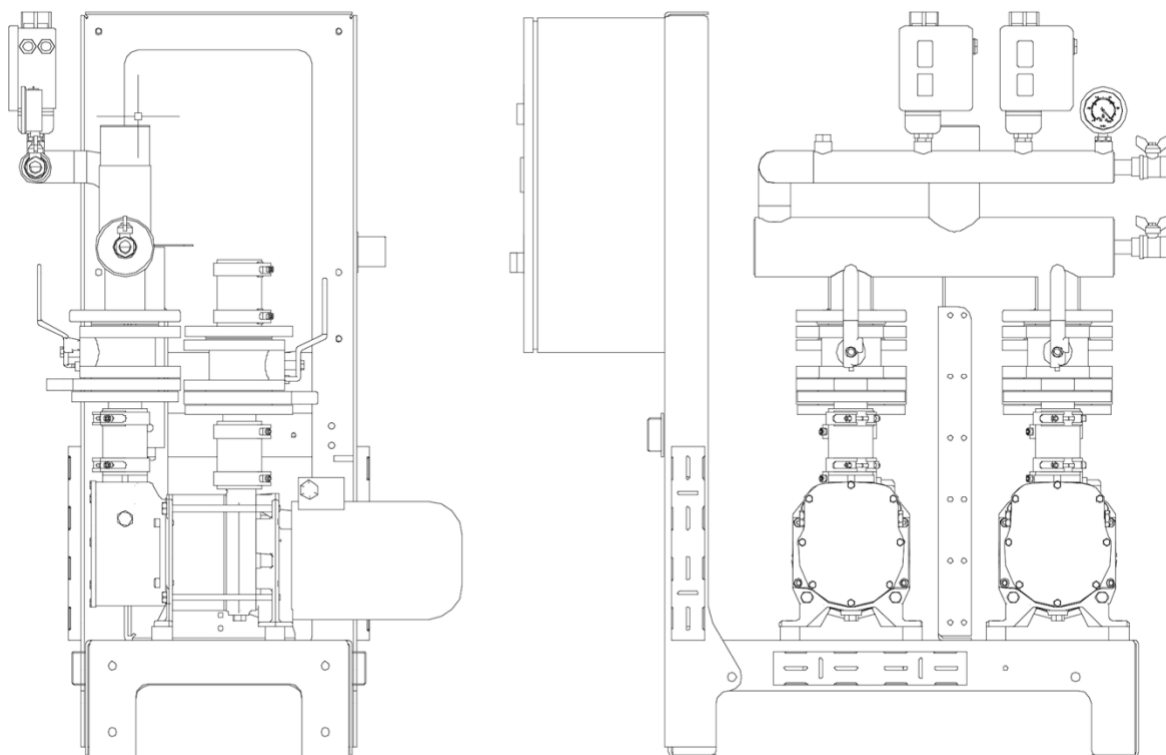


Components

- 1 | Foundation System see selected product
- 2 | Pump see selected product
- 3 | Manifold System see selected product
- 4 | Vacuumator Tank System see selected product
- 5 | Control Cabinet see selected product

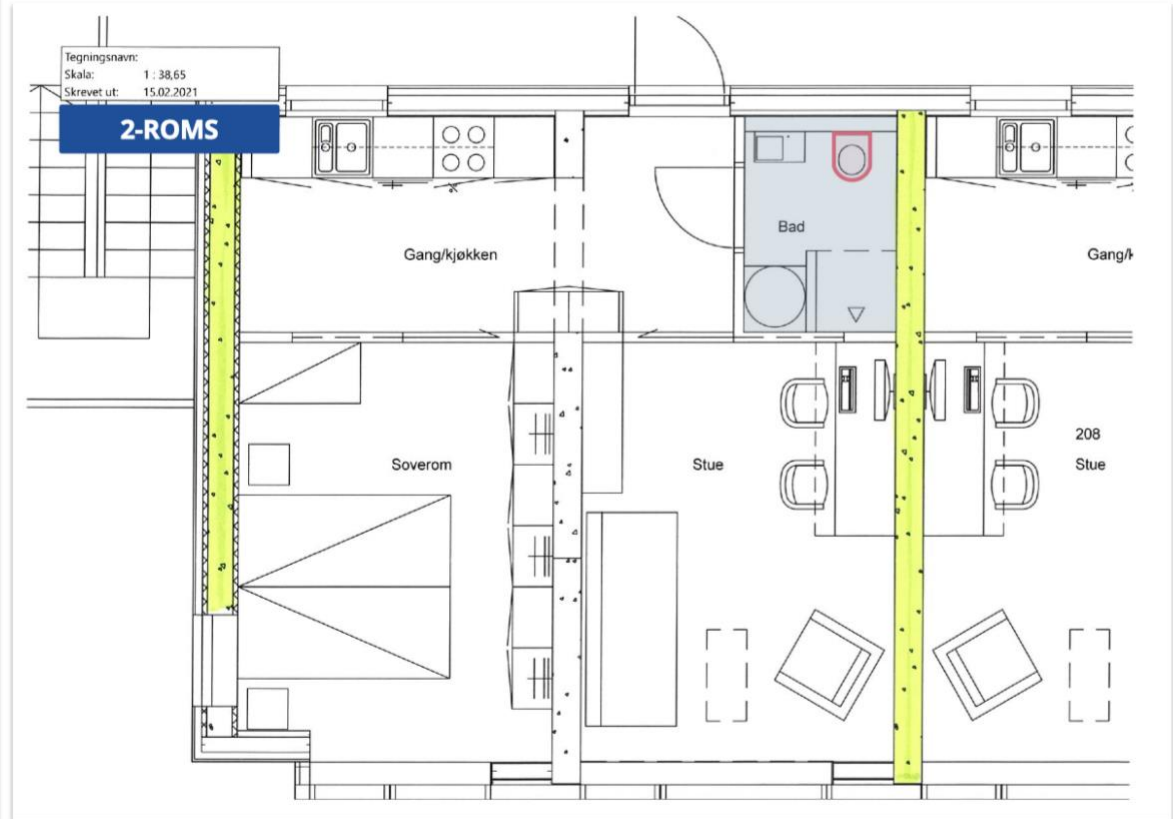
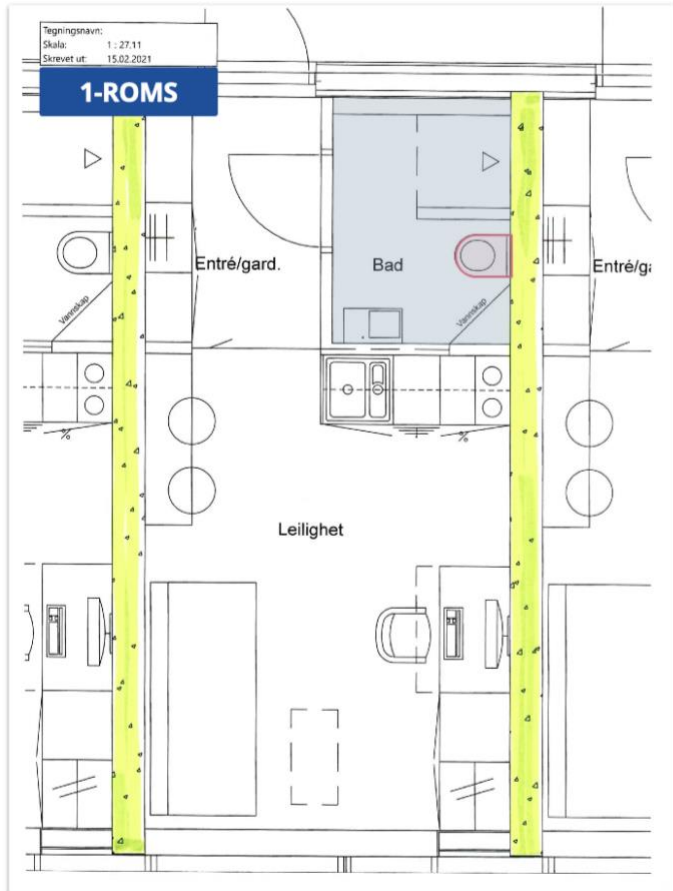
Only available for sale as a complete item.

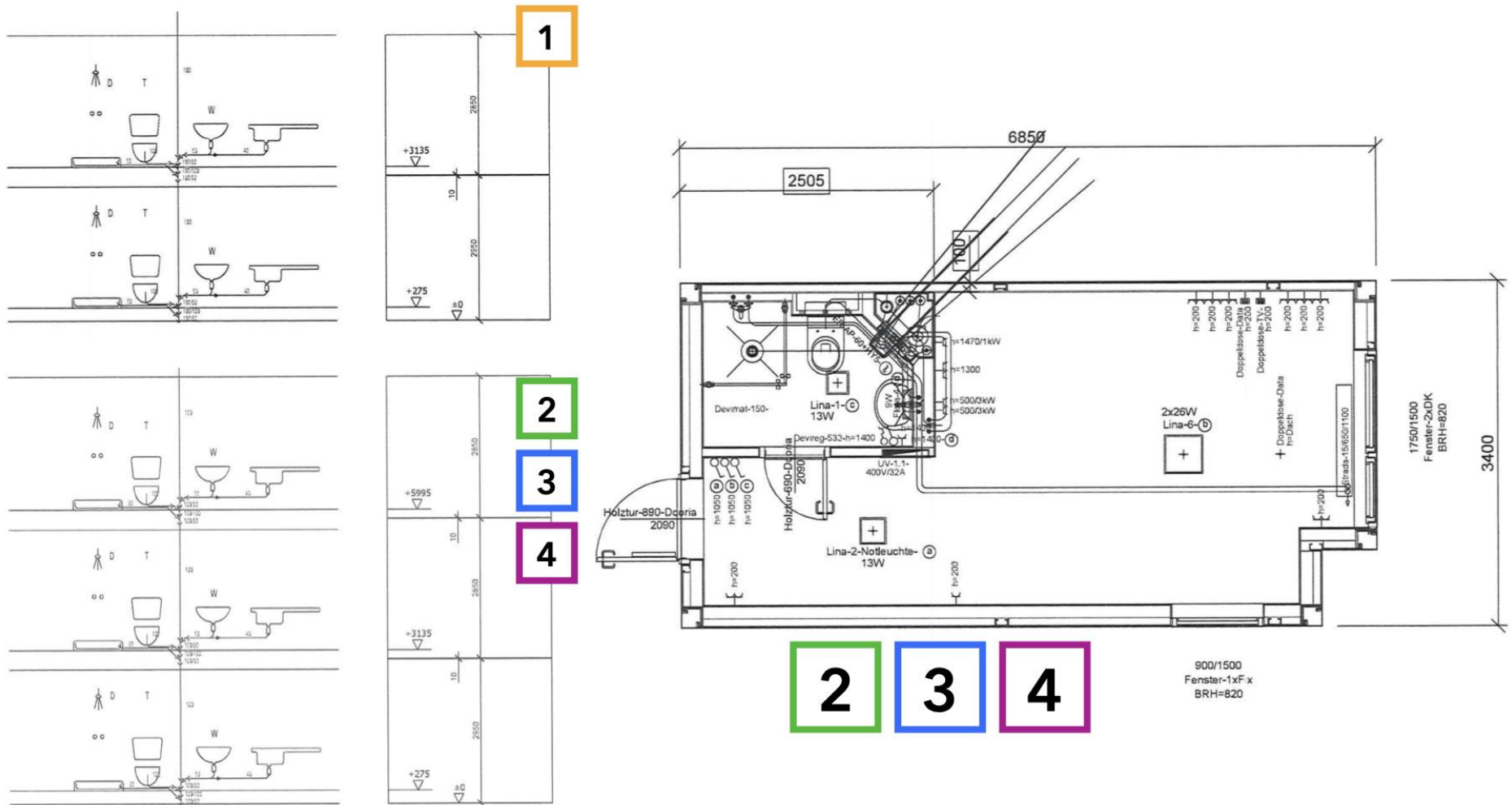
CAD Drawings



VEDLEGG 5

Dokumentasjon fra Sit





VEDLEGG 5

VEDLEGG 6

Prisliste poloplast rør og rørdeler 2021



NTNU


| Kunnskap for en bedre verden


Alle priser i NOK


Sist oppdatert: 26.01.2021





PRISLISTE POLOPLAST RØR OG RØRDELER 2021

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034399400	Rørpakke, toalett Ø50 mm	Rørpakke til toaletter Ø50 mm	455,00	568,75

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512639	Rør 32 mm x 3000 mm m/muffe	Ø32 mm, lengde 3000 mm PP	144,00	180,00
	034512657	Rør 32 mm x 500 mm	Ø32mm, lengde 500 mm	42,00	52,50
	034512658	Rør 32 mm x 1500 mm	Ø32mm, lengde 1500 mm	96,00	120,00
	034512640	Rør 50 mm x 1000 mm m/muffe	Ø50 mm, lengde 1000 mm	67,00	83,75
	034512620	Rør 50 mm x 3000 mm m/muffe	Ø50 mm, lengde 3000 mm PP	202,00	252,50
	034512659	Rør 50 mm x 500 mm	Ø50mm, lengde 500 mm	50,00	62,50
	034512660	Rør 50 mm x 1500 mm	Ø50mm, lengde 1500 mm	118,00	147,50
	034512647	Rør 75 mm x 500 mm m/muffe	Ø75 mm, lengde 500 mm	87,00	108,75
	034512656	Rør 75 mm x 1000 mm m/muffe	Ø75 mm, lengde 1000 mm PP	126,00	157,50
	034512629	Rør 75 mm x 3000 mm m/muffe	Ø75 mm, lengde 3000 mm PP	311,00	388,75

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512643	Reduserer 50-32 mm	Ø50-Ø32 mm PP	40,00	50,00
	034512633	Reduserer 75-50 mm	Ø75-Ø50 mm PP	46,00	57,50

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
 	034512641	Bend 32 mm x 45 gr	Ø32, 45 gr PP	24,00	30,00
	034512654	Bend 32 mm x 87,5 gr	Ø32, 87,5 gr PP	33,00	41,25
	034512627	Bend 50 mm x 15 gr	Ø50 mm 15 gr PP	33,00	41,25
	034512628	Bend 50 mm x 30 gr	Ø50 mm, 30 gr PP	28,00	35,00
	034512621	Bend 50 mm x 45 gr	Ø50 mm, 45 gr PP	30,00	37,50
	034512622	Bend 50 mm x 87,5 gr	Ø50 mm, 87,5 gr PP	33,00	41,25
	034512642	Bend 75 mm x 15 gr	Ø75 mm, 15 gr PP	49,00	61,25
	034512630	Bend 75 mm x 45 gr	Ø75 mm, 45 gr PP	48,00	60,00

Alle priser i NOK

Sist oppdatert: 26.01.2021



	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512623	Grennrør 50 mm x 50 mm x 45 gr	Ø50 mm x Ø50 mm x 45 gr PP	65,00	81,25
	034512624	Grennrør 50 mm x 50 mm x 87,5 gr	Ø50 mm x Ø50 mm x 87,5 gr PP	65,00	81,25
	034512632	Grennrør 75 mm x 75 mm x 45 gr	Ø75 mm x Ø75 mm x 45 gr PP	91,00	113,75
	034512653	Grennrør 50 mm x 32 mm x 45 gr	Ø50 mm x Ø32 mm x 45 gr PP	65,00	81,25
	034512631	Grennrør 75 mm x 50 mm x 45 gr	Ø75 mm x Ø50 mm x 45 gr PP	91,00	113,75
	034512648	Grennrør 75 mm x 50 mm x 87,5 gr	Ø75 mm x Ø50 mm x 87,5 gr PP	93,00	116,25

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512644	Dobbelmuffe Ø32 mm	Ø32 mm	37,00	46,25
	034512625	Dobbelmuffe Ø50 mm	Ø50 mm	37,00	46,25
	034512634	Dobbelmuffe Ø75 mm	Ø75 mm	49,00	61,25
	034512649	Muffe Ø75 mm, lang type	Ø75 mm	78,00	97,50

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512635	Ters for muffe Ø50 mm	Ø50 mm	37,00	46,25
	034512636	Ters for muffe Ø75 mm	Ø75 mm	48,00	60,00

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512626	Rørklemme 32 mm (Extraction Proof)	Ø32 mm m/låsemutter	35,00	43,75
	034512645	Rørklemme 40 mm (Extraction Proof)	Ø40 mm m/låsemutter	37,00	46,25
	034512637	Rørklemme 50 mm (Extraction Proof)	Ø50 mm m/låsemutter	54,00	67,50
	034512638	Rørklemme 75 mm (Extraction Proof)	Ø75 mm m/låsemutter	63,00	78,75

	PARTNUMMER	PRODUKTNAVN	BESKRIVELSE	PRIS EKS MVA	PRIS INKL MVA
	034512655	Ventil Ø50 mm	DN50	1 380,00	1 725,00
	816100090	Rørkutter Ø32 mm	DN32, inklusive ekstra kutteblad	433,00	541,25
	816100091	Rørkutter Ø50 mm	DN50, inklusive ekstra kutteblad	433,00	541,25
	816100092	Avfasingverktøy Ø32/40/50 mm	DN21/40/50	505,00	631,25

VEDLEGG 7

Data fra Revit

For 1-romsligheter med vakuumtoalett

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Nederste bit						
3	Size	Length mm					
4							
5	50 mmø	105					
6	50 mmø	105					
7	50 mmø	105					
8	50 mmø	105					
9	50 mmø	105					
10	50 mmø	105					
11	50 mmø	105					
12	50 mmø	105					
13	50 mmø	105					
14	50 mmø	105					
15	50 mmø	105					
16	50 mmø	105					
17	50 mmø	105					
18	50 mmø	105					
19	50 mmø	105					
20	50 mmø	105					
21	50 mmø	105					
22	50 mmø	105					
23	50 mmø	105					
24	50 mmø	105					
25	50 mmø	105					
26							
27	totalt	2205					

nederste toalett bit

Grenrør

toalett 2 og 3 etasje

Hovedrør

Totalt

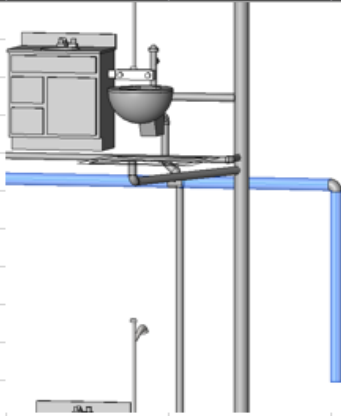
	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Grenrør						
3	Size	Length mm					
4							
5	50 mmø	2367					
6	50 mmø	2382					
7	50 mmø	2382					
8	50 mmø	2382					
9	50 mmø	2382					
10	50 mmø	2382					
11	50 mmø	2384					
12	50 mmø	2382					
13	50 mmø	2382					
14	50 mmø	2382					
15	50 mmø	2382					
16	50 mmø	2382					
17	50 mmø	2382					
18	50 mmø	2382					
19	50 mmø	2367					
20	50 mmø	2367					
21	50 mmø	2382					
22	50 mmø	2382					
23	50 mmø	2382					
24	50 mmø	2382					
25	50 mmø	2382					
26							
27	Totalt	49979					

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Column1	Column2		Kolonne1	Kolonne2		50 mme	336		50 mme	240							
2	Pipe Schedule 3			50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
3	Size	Length mm		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
4				50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
5	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
6	50 mme	331		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
7	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
8	50 mme	323		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
9	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
10	50 mme	336		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
11	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
12	50 mme	333		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
13	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
14	50 mme	333		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
15	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
16	50 mme	333		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
17	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
18	50 mme	333		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
19	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
20	50 mme	333		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
21	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
22	50 mme	331		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
23	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
24	50 mme	331		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
25	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
26	50 mme	341		50 mme	336		50 mme	240		50 mme	336							
27	50 mme	240		50 mme	240		50 mme	336		50 mme	240							
										Totalt	25311							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Hovedrør						
3	Size	Length mm					
4							
5	80 mmø	22740					
6	80 mmø	22608					
7	80 mmø	4160					
8	80 mmø	1120					
9	80 mmø	1000					
10	80 mmø	22740					
11	80 mmø	22608					
12	80 mmø	22740					
13	80 mmø	22608					
14							
15	Totalt:	142324					
16							
17							
18							
19							
20							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Type	Lengde mm					
2	Hovedrør	142324					
3	Grenrør	49979					
4	Toalett 2 og 3	25311					
5	Nederste toalettbit	2205					
6	Totalt	219819					
7							
8	I meter	219,819					
9							

For 2-roms leiligheter med vakuumpolett:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Pipe Schedule 3						
3	Diameter	Length					
4							
5	80 mm	15215					
6	80 mm	1480					
7							
8	totalt	16695					
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
	hovedrør 2 rom		utstikk fra alle toalett	utstikk 1	grenrør nede	Totalt	

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Pipe Schedule 3						
3	Diameter	Length					
4							
5	50 mm	250					
6	50 mm	250					
7	50 mm	250					
8	50 mm	279					
9	50 mm	279					
10	50 mm	279					
11							
12	Totalt	1587					
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

hovedrør 2 rom

utstikk fra alle toalett

utstikk 1

grenrør nede

Totalt

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Oppe						
3	Diameter	Length					
4							
5	50 mm	287					
6	50 mm	287					
7	50 mm	287					
8							
9							
10	Column1	Column2					
11	Nede						
12	Diameter	Length					
13							
14	50 mm	95					
15	50 mm	95					
16	50 mm	95					
17							
18	Totalt	1146					
19							
20							
21							
22							
23							
24							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Column1	Column2					
2	Pipe Schedule 3						
3	Diameter	Length					
4							
5	50 mm	2275					
6	50 mm	2280					
7	50 mm	2280					
8							
9	Totalt	6835					
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Type	Lengde					
2	Hovedrør	16695					
3	utstikk fra alle toalett	1587					
4	utstikk	1146					
5	grenrør nede	6835					
6	Totalt	26263					
7							
8	I meter	26,263					
9							

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	Size	Diameter	Length					
4								
5	100 mmø	100 mm	10155					
6	100 mmø	100 mm	10155					
7	100 mmø	100 mm	10155					
8	100 mmø	100 mm	10155					
9	100 mmø	100 mm	10155					
10	100 mmø	100 mm	10155					
11	100 mmø	100 mm	24890					
12	100 mmø	100 mm	10155					
13	100 mmø	100 mm	10155					
14	100 mmø	100 mm	10155					
15	100 mmø	100 mm	10155					
16	100 mmø	100 mm	10155					
17	100 mmø	100 mm	10155					
18	100 mmø	100 mm	10155					
19	100 mmø	100 mm	10155					
20	100 mmø	100 mm	10155					
21	100 mmø	100 mm	10155					
22	100 mmø	100 mm	10155					
23	100 mmø	100 mm	10155					
24	100 mmø	100 mm	10155					
25	100 mmø	100 mm	10155					
26	100 mmø	100 mm	10155					
27	100 mmø	100 mm	24890					
28	100 mmø	100 mm	24890					
29		Totalt	287925					

utstikk fra vask og dusj

utstikk fra toalett

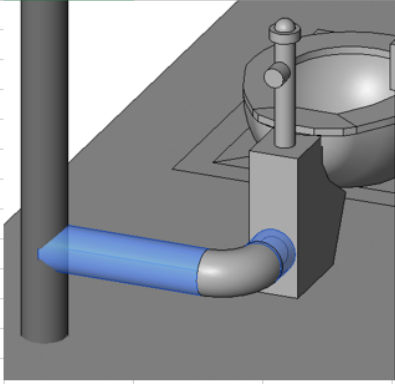
1 roms hovedrør

Ark1

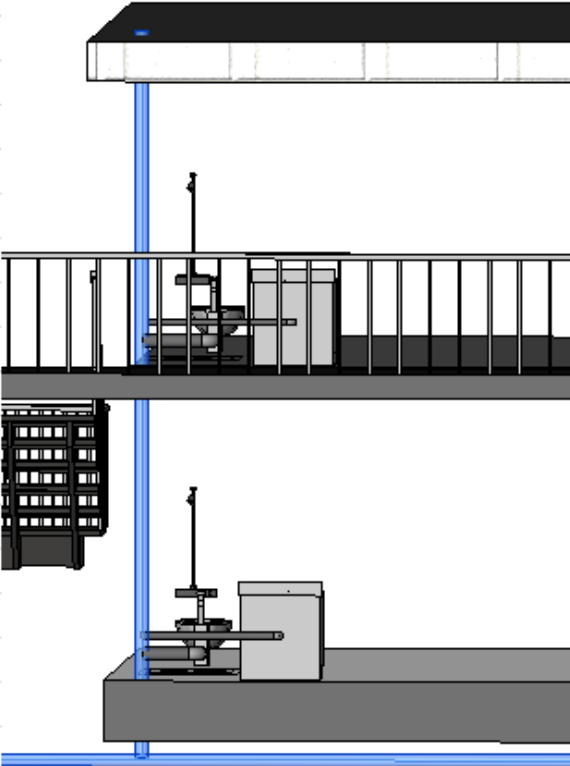


For 2-roms leiligheter med vannklosett:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Column1	Column2		Column1	Column2				
2	Utstikk 1			Utstikk 2					
3	Diameter	Length		Diameter	Length				
4									
5	100 mm	415		100 mm	90				
6	100 mm	415		100 mm	90				
7	100 mm	415		100 mm	90				
8	100 mm	415		100 mm	90				
9	100 mm	415		100 mm	90				
10	100 mm	415		100 mm	90				
11									
12	Totalt	2490		Totalt	540				
13									
14		Til sammen	3030						
15									

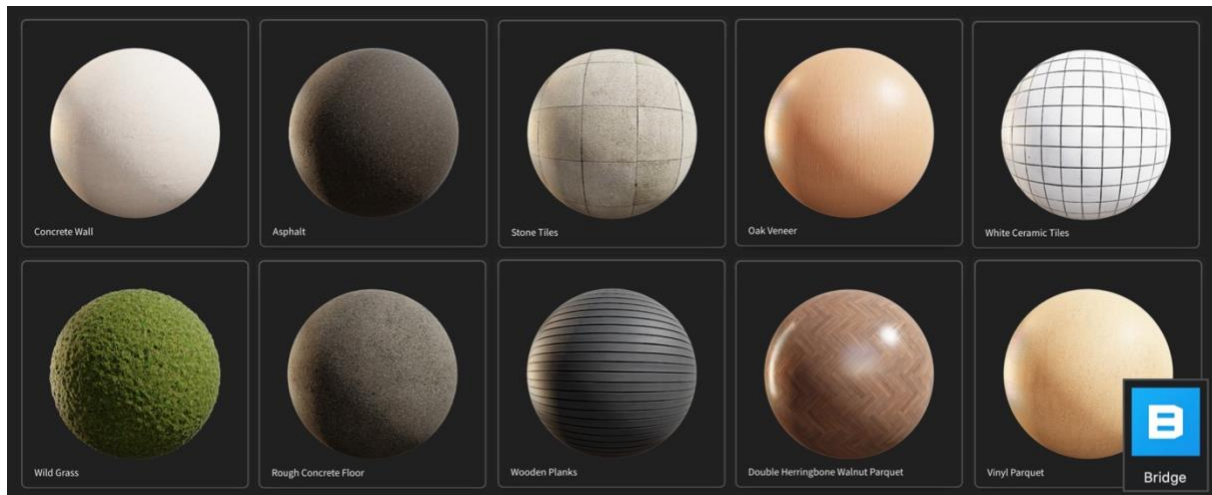


	A	B	C	D	E	F
1	Column1	Column2				
2	Hovedrør					
3	Diameter	Length				
4						
5	100 mm	6644				
6	100 mm	22357				
7	100 mm	6644				
8	100 mm	6645				
9						
10	Totalt	42290				
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						



VEDLEGG 8

3D-modell

Materialer i prosjektet:

Bilder er hentet fra programmet Bridge.

Det ble også brukt «Greenery Wallpaper», av Albert Vincent Wu, fra nettsiden Unsplash: <https://unsplash.com/photos/W1KgGkt2UPE>.

Eksterne 3D-modeller i prosjektet:

- «Fire Extinguisher» av Loïc, Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/fire-extinguisher-5676b179b3b744c0aaae53a3dcea2300>.
- «Hallie Sofa Bed, Aegean Blue with Copper Legs» av MADE.COM, Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/hallie-sofa-bed-aegean-blue-with-copper-legs-8d00d7feb744c12a10a696790195fd4>.
- «Toilet Paper Roll Holder With Cover» av Helindu, Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/toilet-paper-roll-holder-with-cover-9e36f39d4f4c453d8e9a6506bbc7cc70>.
- «Fridge» av Ankush Gupta, Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/fridge-537ed56a55104cdfb376c2095df2f66f>.
- «Twinmotion Posed Humans 1» av Epic Games, Unreal Marketplace: <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/twinmotion-posed-humans>.
- «VW Beetle Turbo 2015» av doncha_magoso, Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/vw-beetle-turbo-2015-338791a4a35041e5978fd37d0c610126>.

3D-modeller av POLOPLAST rørdeler i prosjektet:

POLO-KAL NG Bend DN 50/87°

- http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/bend/bend/1925-polo-kal-ng-bogen-50-87.html?search_query=POLO-KAL+NG+Bend+50%2F87&results=772

POLO-KAL NG Branch DN 75/50/45°

- <http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/branch/single-branch/1882-polo-kal-ng-abzweig-75-50-45.html>

POLO-KAL NG Branch DN 50/50/45°

- <http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/branch/single-branch/1885-polo-kal-ng-abzweig-50-50-45.html>

POLO-KAL NG Bend DN 50/45°

- <http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/bend/bend/1927-polo-kal-ng-bogen-50-45.html>

POLO-KAL NG Bend DN 75/45°

- <http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/bend/bend/1922-polo-kal-ng-bogen-75-45.html>

POLO-KAL NG Socket plug DN 50

- <http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/other-fittings/socket-plugs/1794-polo-kal-ng-muffenstopfen-50.html>

POLO-KAL NG Socket plug DN 75

- http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/other-fittings/socket-plugs/1793-polo-kal-ng-muffenstopfen-75.html?search_query=POLO-KAL+NG+Socket+plug+DN+75&results=781

POLO-KAL NG Double socket DN 50

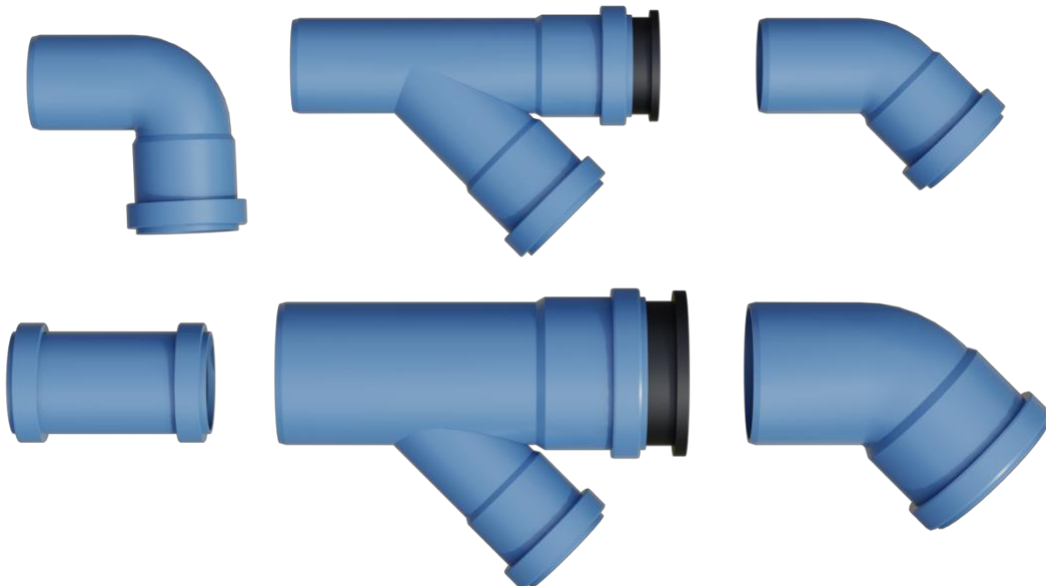
- http://produktkatalog.poloplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/socket/double-socket/1808-polo-kal-ng-doppelmuffe-50.html?search_query=POLO-KAL+NG+Double+socket&results=772

POLO-KAL NG ASV Extraction-proof DN 50

- <http://produktkatalog.ploplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/extraction-proof-connecting-element/polo-kal-ng-asv/2062-polo-kal-ng-asv-da-50.html>

POLO-KAL NG ASV Extraction-proof DN 75

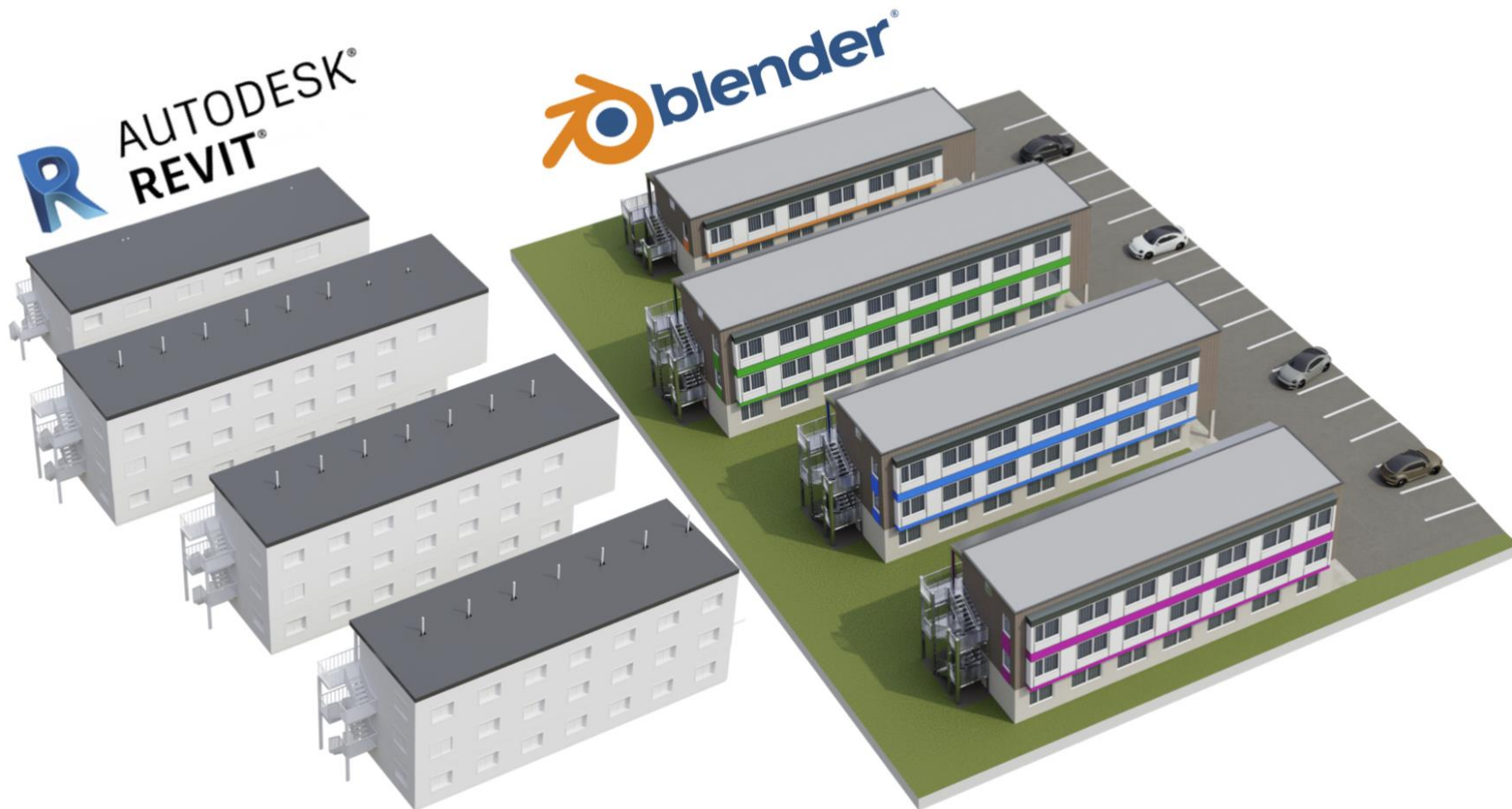
- <http://produktkatalog.ploplast.com/gb/building-drainage/polo-kal-ng/extraction-proof-connecting-element/polo-kal-ng-asv/2061-polo-kal-ng-asv-da-75.html>







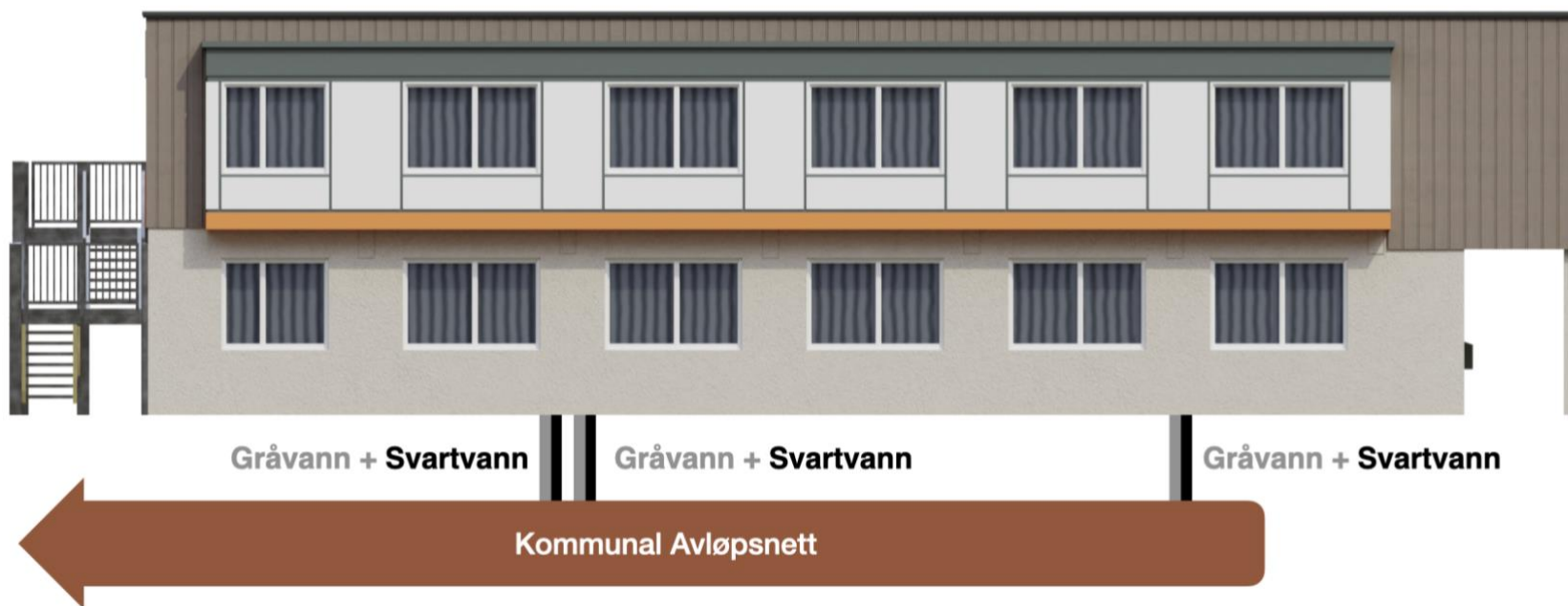
VEDLEGG 8



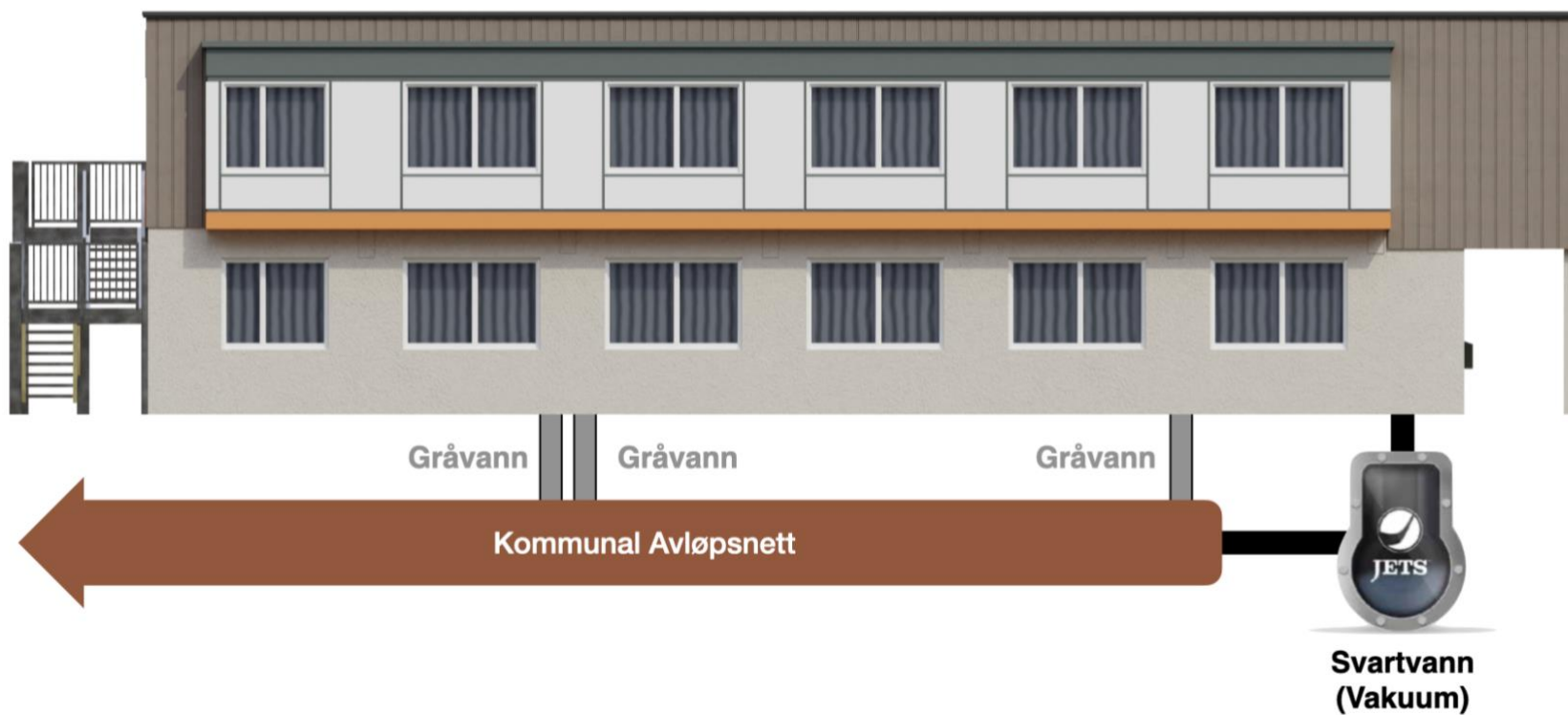




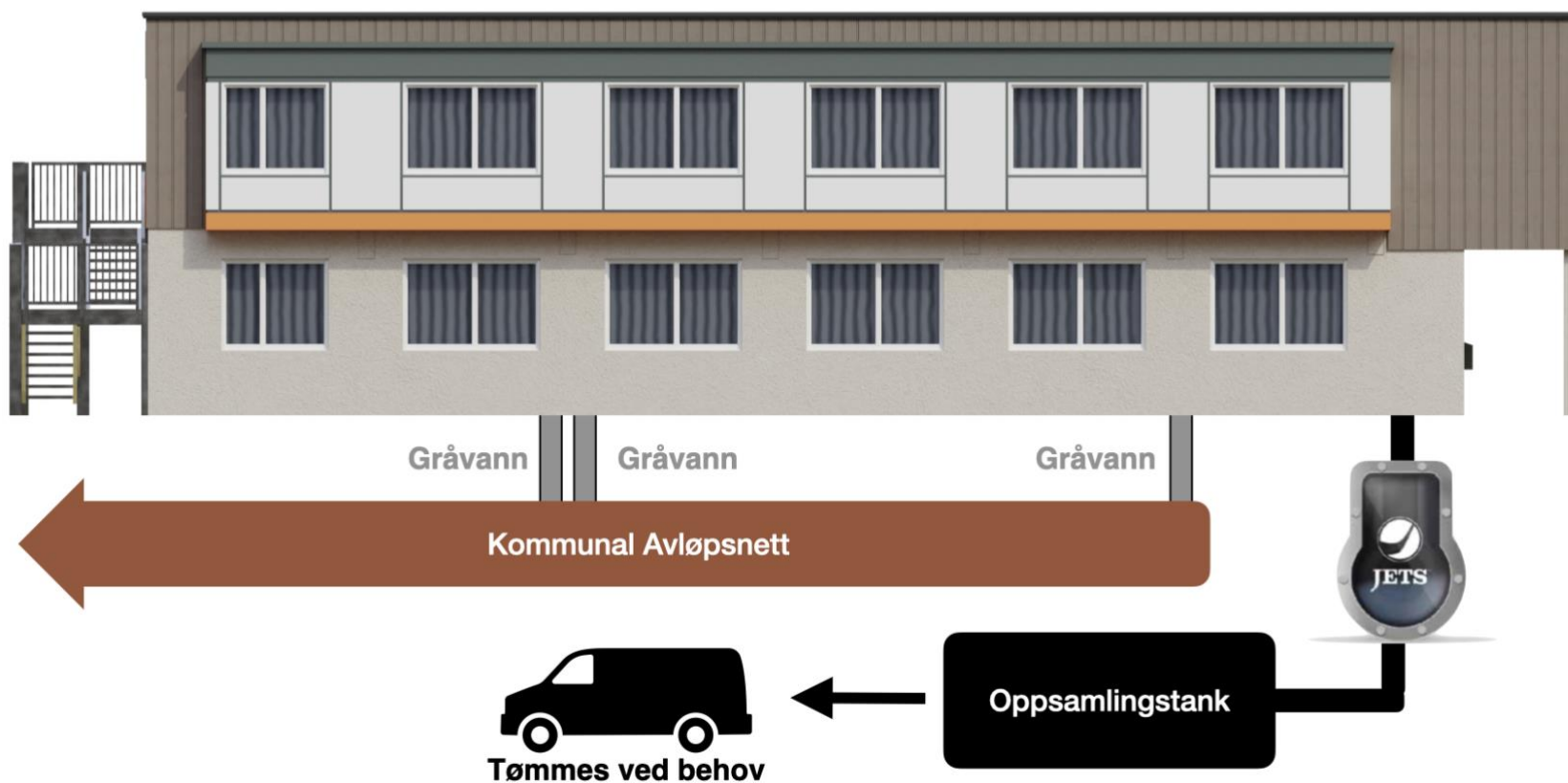
SCENARIO 1



SCENARIO 2

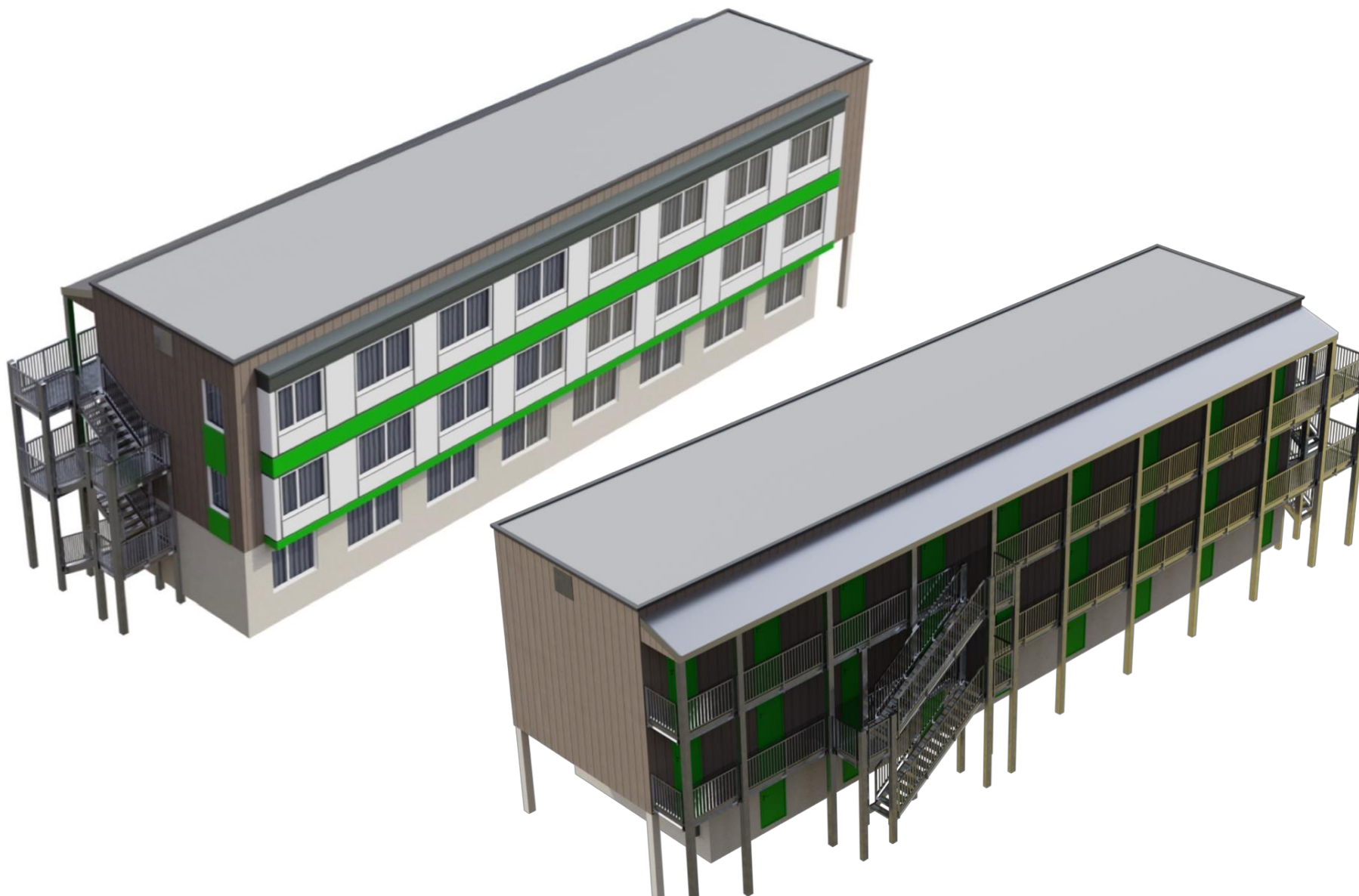


SCENARIO 3

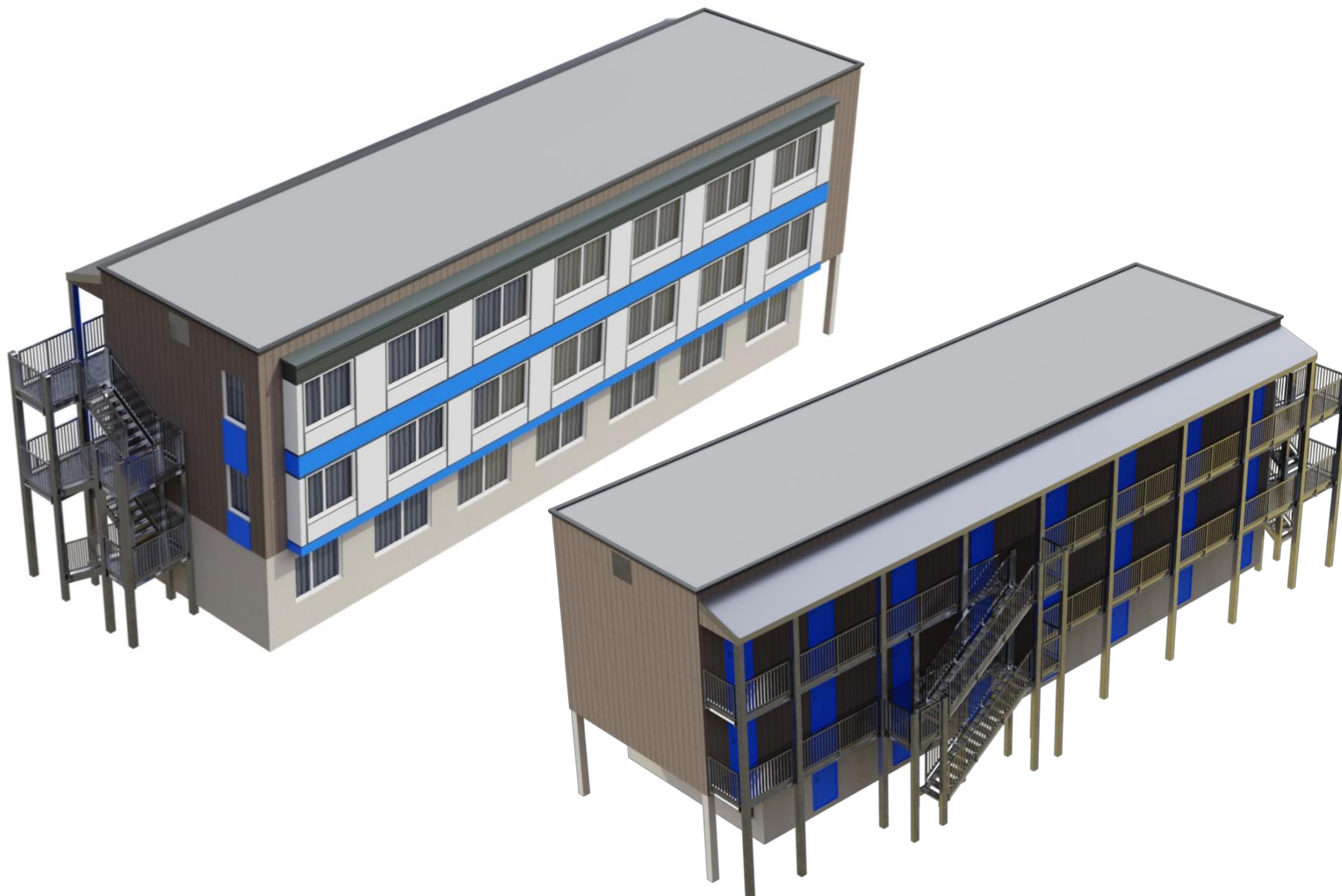




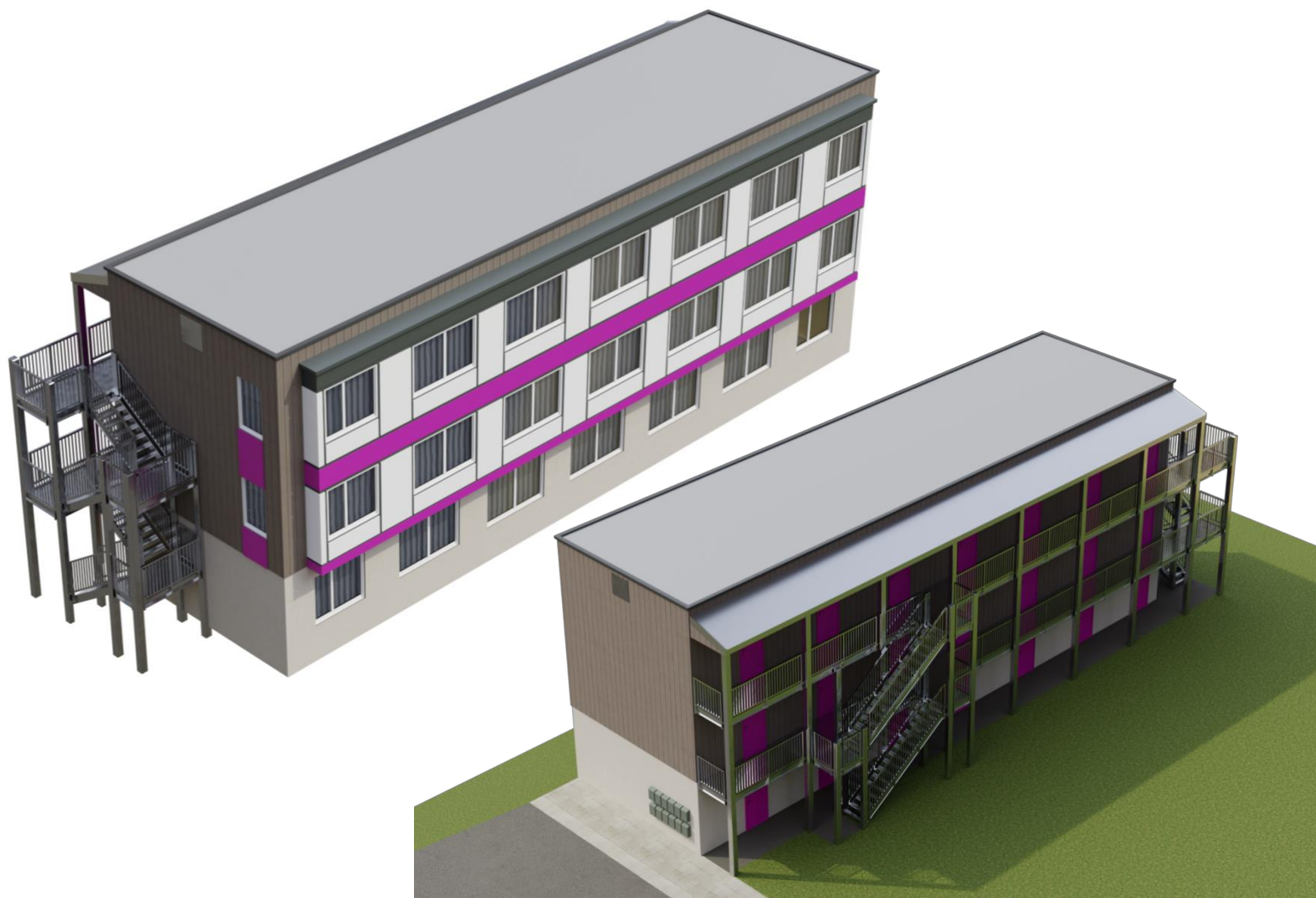
VEDLEGG 8



VEDLEGG 8



VEDLEGG 8



VEDLEGG 8







