

Bruk av nettmodell til vannforsyning og evaluering av Gemini Hydraulics

Use of network model for water supply and evaluation of Gemini Hydraulics

Trondheim Mai 2024

Navn studenter:

Mathias Gripsrud
Sondre Solberg Losnegård
Vandana Jeyachandran

Intern veileder:

Marius Møller Rokstad

Prosjektnr:
2024 - 22

Ekstern veileder:

Jon Røstum, Volue

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Rapporten er ÅPEN

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

Konkrete resultatmål for å fullføre bacheloroppgaven på en organisert måte:

- Utføre en kartlegging av bruken av nettmodeller i norske kommuner og identifisere de viktigste faktorene som hindrer kommunene i å etablere og vedlikeholde oppdaterte nettmodeller.
- Utforske funksjonaliteten til Gemini Hydraulics og undersøke hvordan norske kommuner kan dra nytte av dette verktøyet. Dette vil bli gjort gjennom nøye utvalgte analyser som vil bli gjennomført som en del av en case-studie i Sandnes kommune.
- Bruke spørreundersøkelser og intervjuer for å kartlegge potensialet for bruken av Gemini Hydraulics i norske kommuner, og identifisere bruksområder samt faktorer som kan bidra til eller hindre produktets suksess på markedet.
- Kombinere våre funn fra de foregående punktene med relevant litteratur for å utarbeide konkrete forslag til hvordan Gemini Hydraulics kan videreutvikles. Dette vil inkludere identifisering av potensielle nye funksjoner og forbedringer som kan inkorporeres i produktet for å møte behovene til norske kommuner og deres nettmodeller i fremtiden.

Stikkord fra prosjektet:

Gemini Hydraulics, Volue, DHI, Mike+, Vanninfrastruktur, Nettmodell, Drikkevannssystem, Kommuner, Konseptutvikling, Ledningskartverk, case-studie, Sandnes kommune

Forord

Våren 2024 markeres avslutningen på et spennende bachelorløp i Bygg innenfor veg, vann og anlegg for tre studenter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet ved Trondheim. Ettersom at interessen for drikkevannsystem var sterkest hos alle tre studentene i gruppen ble det tidlig enighet om at bacheloroppgaven skulle omhandle dette temaet. Derfor tok vi kontakt med vår foreleser i Vann- og avløpsteknikk Marius Møller Rokstad om forslag til bacheloroppgave, og fikk tildelt en oppgave.

Oppgaven er et resultat av utforskning av programvaren Gemini Hydraulics, og er gjennomført med Volue som oppdragsgiver. Det har vært en meget lærerik prosess inkludert læring om den teoretiske bakgrunnen til en nettmodell, testing av programvare, spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og mange diskusjoner. Slik har denne reisen bygget et sterkt fundament for vår videreutvikling i VA-bransjen.

Vi vil ta anledningen til å takk alle som har bidratt med veiledning, opplæring og informasjon i sammenheng med bacheloroppgaven vår.

En stor takk må rettes til Marius Møller Rokstad, som ikke bare hjalp oss med å finne oppgave, men også var vår interne veileder gjennom hele prosjektet. Han har hjulpet oss med framgangen av prosjektarbeidet, og gitt gode råd for å jobbe videre når vi stopper opp. Gjennom prosessen har han motivert oss og kommet med konstruktive tilbakemeldinger, noe som har vært svært hjelpsomt.

Vi retter også en stor takk til Jon Røstum fra Volue som har vært vår eksterne veileder, og kommet med gode råd og innspill til utførelse av bacheloroppgaven. Videre fortjener også Mads Aulie fra Volue en særlig oppmerksomhet som har hjulpet med demonstrasjon av Gemini Hydraulics. Begge har brukt mye tid på å besvare spørsmål og gi verdifull veiledning.

Avslutningsvis vil vi takke alle kommunene som deltok i både spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene for gode og nyttige besvarelser. Ettersom at vi fikk tilgang til Gemini Hydraulics via Sandnes kommune, retter vi en stor takk til dem.

Trondheim, 19.05.2024

Mullian Gjermund *Sondre S. Losnegård* *Nandina*

Abstract

A water distribution model is a crucial tool for assessing the functionality of a water supply system through hydraulic simulations and analyses. This enables the detection of maintenance needs and opportunities for improvement, ensuring the delivery of safe and reliable drinking water to all. However, what are the prerequisites for developing such a robust model?

In this project, our research question is “what are the requirements for developing an effective water distribution model and the water distribution models potential in Norwegian municipalities?”. To address this question, the group delved into understanding the theoretical foundation of building a water distribution model. Subsequently, a questionnaire was designed to obtain a general overview of the status of Norwegian municipalities regarding the use of water distribution models, with 73 respondents completing the survey. Furthermore, in-depth interviews were conducted to elucidate the responses of a selection of respondents. In total, six municipalities were interviewed, including Etne, Gratangen, Rana, Sandnes, Sortland, and one municipality opting to remain anonymous. Godt Vann was also interviewed. Valuable insights were obtained regarding the municipalities’ experiences with water distribution models and any challenges they encountered with existing models.

Finally, possibilities for future concept development are discussed, integrating both the theoretical framework from the first chapter and the findings from both the survey and the in-depth interviews. Based on the responses from the interviews, a question arises about whether all municipalities actually require a water distribution model at all, considering the size of the municipality, which is also deliberated in the concluding section.

Sammendrag

En nettmodell er et viktig verktøy innen sikker drift av vannforsyningsystem gjennom hydrauliske simuleringer og analyse. Slik kan man oppdage behov for vedlikehold og muligheter for forbedringer. Dette er viktig for å sikre at alle får trygt og pålitelig drikkevann. Men hva skal til for å bygge en slik god modell?

I denne prosjektoppgaven er problemstillingen vår “hva er forutsetninger for å utvikle en god nettmodell og potensialet for nettmodell i norske kommuner?”. For å svare på denne problemstillingen har gruppen gått i dybden for å forstå det teoretiske grunnlaget bak å utvikle en nettmodell. Deretter ble det utformet spørreskjema for å få en generell oversikt over Norges kommuner sin status i forhold til bruk av nettmodell. Spørreskjemaet fikk 73 respondenter. Videre ble det gjennomført dybdeintervjuer for å utdype svarene til et utvalg av respondentene. Det var dybdeintervju av 6 kommuner. Disse var Etne, Gratangen, Rana, Sandnes, Sortland og en kommune som ønsket å holde seg anonym. Godt Vann ble også intervjuet. Her fikk gruppen gode innspill om kommunenes erfaringer med nettmodell og eventuelle utfordringer med eksisterende modell som de opplevde.

Til slutt drøftes muligheter for fremtidig konseptutvikling der både teorien fra første kapittel og resultatene fra både spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene kombineres. Ut ifra svarene fra dybdeintervjuene ble det formet et spørsmål om alle kommuner behøver nettmodell i det hele tatt, basert på størrelsen på kommunen. Dette diskuteres også i den siste delen.

Innhold

Figurer	vii
Tabeller	vii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problembeskrivelse	1
2 Forutsetninger og datagrunnlag	2
2.1 Generelt om nettmodeller	2
2.2 Hydraulikk i nettmodeller	3
2.3 Nettmodelleringstjenester	5
2.3.1 Mike+	5
2.3.2 Epanet	5
2.4 Bruk og nytte av nettmodeller	6
2.4.1 Trykkforhold	6
2.4.2 Brannvannskapasitet	6
2.4.3 Vedlikehold	7
2.4.4 Vannkvalitet	7
2.4.5 Energiforvaltning	7
2.4.6 Planlegging og styring av infrastruktur	7
2.5 Datagrunnlag	8
2.5.1 Generell informasjon	8
2.5.2 Topologi og egenskaper	8
2.5.3 Forbruk	10
2.6 Kvalitet	11
2.6.1 Inndata	11

2.6.2	Kalibrering	11
2.6.3	Digital tvilling	12
2.7	Møte med DHI	13
2.8	Kompetanseutfordringer og digitalisering	13
3	Bruk av Gemini Hydraulics	15
3.1	Gemini Hydraulics	15
3.2	Test av Gemini Hydraulics	17
3.2.1	Slokkevann	17
3.2.2	Hydarulisk kritikalitet	20
3.2.3	Vannalder	21
3.3	Hvordan programmet er å bruke	22
4	Spørreundersøkelse til kommuner	23
4.1	Forarbeid til spørreundersøkelsen	23
4.1.1	Spørreundersøkelsen	23
4.1.2	Pretest	24
4.1.3	Utforming av spørreundersøkelsen	25
4.2	Analyse av spørreskjema	25
4.2.1	Evaluering av metode	25
4.2.2	Respondentene	26
4.2.3	Utbredelse av nettmodeller blant kommuner	27
4.3	Nettmodeller i kommuner	29
4.3.1	Bruk av nettmodeller i dag	29
4.3.2	Oppdateringer av nettmodell	31
4.3.3	Bruk av nettmodell	33
4.3.4	Verdi av nettmodell	35
4.4	Fremtidig anvendelse av Gemini Hydraulics	37

5 Dybdeintervjuer	40
5.1 Utvalg av kommuner	40
5.2 Forarbeid	40
5.3 Utførelse	41
5.4 Intervju med kommuner	42
5.4.1 Sandnes kommune	42
5.4.2 Sortland kommune	44
5.4.3 Rana kommune	45
5.4.4 Gratangen kommune	46
5.4.5 Etne kommune	46
5.4.6 Anonym middelstor kommune	47
5.4.7 Godt Vann i Glitrevannverket	47
6 Diskusjon	49
6.1 Innspill fra intervju	49
6.2 Innspill fra testing av Gemini Hydraulics	52
6.3 Måter å få kommuner til å ta i bruk Gemini Hydraulics på	54
7 Konklusjon	55
Referanser	56
A Nettskjema	I
B Intervjuguide	III

Figurer

1	Skjermutklipp fra en nettmodell i Mike+	5
2	Skjermutklipp fra en nettmodell i Epanet	5
3	Fargekoder for slokkevannskapasitet	15
4	Utsnitt over PVC-ledninger	16
5	Boligfelt før endring	17
6	Edited Pipes Analysis	18
7	Boligfelt etter endring	18
8	Sykehjem med lav slokkekapasitet	19
9	Sykehjem med tilfredsstillende brannslukkekapasitet	19
10	Ledning sin kritikalitet	20
11	SJG-ledning sin kritikalitet	20
12	Område med høy vannalder	21
13	Har kommunen en nettmodell?	27
14	Årsaker til kommunen ikke har nettmodell	28
15	Program benyttet til hydraulisk analyse	29
16	Viser hvor godt oppdatert er nettmodellen	31
17	Samsvarer den hydraulisk modellen med det reelle ledningsnettet	31
18	Frekvens av oppdatering til nettmodell	32
19	Hvem har nytte av nettmodell	36
20	Andel som har hørt om Gemini Hydraulics	37

Tabeller

1	Definisjon til betegnelser	4
2	Oversikt over nødvendig data til elementene i nettmodellen	9
3	Inndelingen av kommunestørrelse etter folketall	26

1 Innledning

Oppgaven har omhandlet kommunenes bruk av hydrauliske nettmodeller til vannforsyning og analyseløsningen Gemini Hydraulics. Oppgaven ble tildelt av teknologileverandøren Volue og utført i samarbeid med Sandnes kommune gjennom testing av deres nettmodell. Gemini Hydraulics er et nettbasert analyseverktøy som kan kjøre hydrauliske analyser på vannforsyningen direkte i et nettbasert kart, basert på kommunens ledningsdatabase. Formålet er å binde kommunenes ledningsdatabase i Gemini VA direkte i det nettbaserte kartet, og synkroniseres sammen med modellen. En nettmodell er en representasjon av det virkelige vannforsyningssystemet som skal gjengi de hydrauliske forholdene under forskjellige scenarier, og brukes til blant annet beregning av brannsvannskapasitet, vedlikeholdsarbeid og planlegging av systemet. Målet er å bidra til effektivisering, kostnadsbesparing, øke tilgjengelighet og senke terskelen for kommunene å selv forvalte eget vannforsyningssystem, uten å være avhengig av eksterne konsulenter.

1.1 Bakgrunn

En utfordring som har preget VA-bransjen er lav rekruttering kombinert med mangel på kompetanse i mange kommuner. Aldrende infrastruktur, oppgraderingsbehov og generell utvikling av VA-systemer gjør det viktig at kommunene kan forvalte VA-anleggene sine optimalt. Trenden har derimot vært at mange tekniske oppgaver har blitt overført til eksterne konsulenter. Dette gjelder spesielt små kommuner med få ansatte med et bredt ansvarsområde utover bare VA. Videre digitalisering av VA-bransjen har derfor blitt påpekt som et nødvendig tiltak for å møte utviklingen i VA-bransjen og tilfredstille god forsyningssikkerhet og beredskap.[1]

1.2 Problembeskrivelse

Oppgaven vil først ta for seg forutsetninger og datagrunnlag for en god nettmodell. Her ble det holdt et møte med selskapet DHI, som står bak nettmodellen Mike+ for diskusjon rundt arbeidet med å bygge nettmodeller. Deretter ble det foretatt en test av Sandnes kommune sin nettmodell i Gemini Hydraulics med formål å undersøke hvordan andre kommuner kan dra nytte av verktøyet og testet for ulike scenarier knyttet til blant annet brannsvannskapasitet og kritikalitet. Videre ble det kartlagt kommunenes bruk av nettmodell, i tillegg til potensial og hindringer på markedet gjennom spørreundersøkelse og dybdeintervjuer. Til slutt ble det vurdert utviklingsmuligheter for Gemini Hydraulics ut ifra funnene som ble gjort.

2 Forutsetninger og datagrunnlag

I dette kapittelet skal det presenteres generelt om nettmmodell som hydraulisk verktøy, og forutsetninger for hva som danner grunnlaget av en god nettmmodell for vannforsyningsystemet.

2.1 Generelt om nettmmodeller

En nettmmodell er et verktøy for å utføre simuleringer og hydrauliske analyser av et vannforsyningsystem, og utgjør en kritisk del av drift, vedlikehold og planleggingsarbeid på nettverket. Dette bidrar med å sikre effektiv, trygg og pålitelig forsyning av drikkevann til abonnenter. Nettmmodellen er en matematisk representasjon av det virkelige systemet som skal gjengi de hydrauliske forholdene under forskjellige omstendigheter. Dette gjør nettmmodellen til et verdifullt verktøy for å vurdere effekten av nye og eksisterende forhold uten å gå på bekostning av det virkelige systemet. [2]

De første digitale nettmmodellene ble bygd allerede på 1960- og 1970-tallet, men kunne var begrenset i grad av anvendelse og kunne bare utføre “steady-state”-simuleringer. [2] En slik simulering kjøres basert på konstante forhold, og tar ikke hensyn til forandringer over tid. [3] I tråd med introduksjonen av mer avanserte datamaskiner ble også nettmmodellene bedre og ble istand til å kjøre simuleringer over lengre tidsintervaller. Økningen av personlige datamaskiner fra 1980- og 1990-tallet ga grunnlag for eksponentiell utvikling av programvarene og introduserte nye egenskaper som blant annet trykkregulering, GPS-teknologi og vannkvalitetsanalyse. Siden har flere leverandører og programvareutviklere kommet med nettmmodelleringstjenester der oppgraderinger og nye egenskaper kan koordineres med eksisterende modelleringsverktøy. Kontinuerlig forbedring har gjort at simuleringene kan kjøres raskere, gir mer nøyaktige resultater og håndterer mer avanserte nettverk. [2, 3]

2.2 Hydraulikk i nettmodeller

Nettmodellen er avhengig av en matematisk beskrivelse av de hydrauliske forholdene i ledningsnettverket. Dette er en avansert oppbygning av hydrauliske prinsipper som skal gjengi hvordan vannet oppfører seg i det virkelige systemet med hensyn til blant annet trykk, strømning og energitap. Noen eksempler på viktige hydrauliske prinsipper er gjengitt nedenfor.

Energiformer

Vannets energi fordeler seg hovedsakelig på tre ulike energiformer. Disse er kinetisk energi, stillingsenergi og trykkenergi. [4] Vannets totale energimengde regnes derfor som summen av disse tre energiformelene uttrykt med følgende formel:

(1) Vannets totale energimengde.[4]

$$H = Z + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} \quad (1)$$

Bevaring av masse

Et annet grunnleggende prinsipp er bevaring av masse. Det vil si at vannføringen som går inn i systemet er lik vannføring som går ut.[5]

Bevaring av energi

Prinsippet om bevaring av energi dreier seg om at energi ikke kan oppstå eller forsvinne, men går over i en annen form. Prinsippet kan uttrykkes med Bernoulliligningen nedenfor:

(2) Bevaring av energi uttrykt med Bernoulliligningen.[5]

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (2)$$

Friksjonstap

Vannet vil normalt miste energi når det strømmer gjennom røret. Dette skyldes friksjonen, som vil være påvirket av ledningens egenskaper og hastigheten til vannet. Darcy-Weisbachs formel er en av metodene for å beregne dette energitapet[5]

(3) Darcy-Weisbachs formel.[5]

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

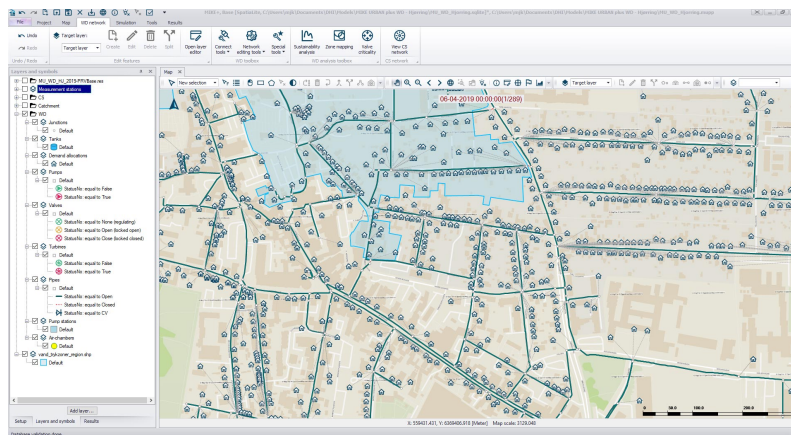
Tabell 1: Forklaring til betegnelse i ligningene [5]

Betegnelse	Definisjon
H	Total energi
Z	Høyde
V	Hastighet
P	Trykk
g	Tyngdeakselerasjon
γ	Vannets spesifikke vekt
ρ	Tetthet
H_f	Falltap
f	Friksjonsfaktor
L	Lengde
D	Diameter

2.3 Nettmodelleringstjenester

2.3.1 Mike+

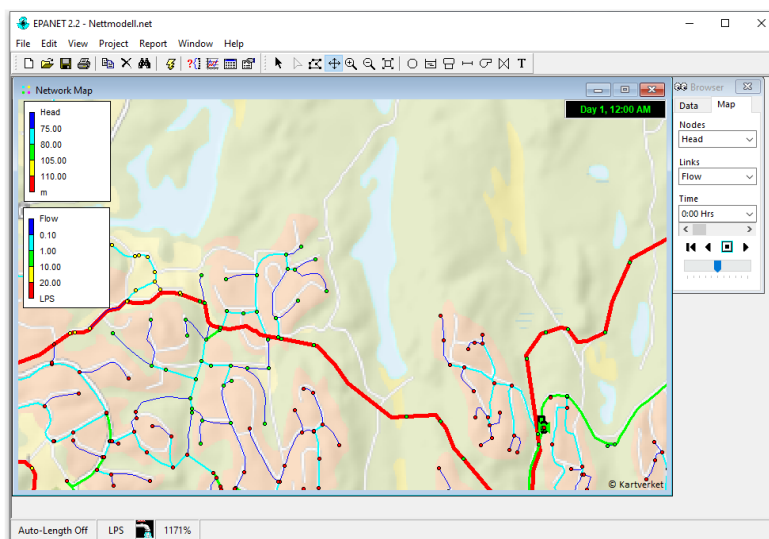
Mike+ er en nettmodelleringstjeneste utviklet av DHI, som ligger til grunn for de hydrauliske beregningene i Gemini Hydraulics. For å ta i bruk Gemini Hydraulics må man derfor ha en etablert Mike+-modell som linkes med kommunens ledningsdatabase i Gemini VA. [6]



Figur 1: Skjermtutklipp fra en nettmodell i Mike+ av DHI. [7]

2.3.2 Epanet

Epanet er imotsetning til Mike+ et gratis modelleringsverktøy, utviklet av United States Environmental Protection Agency”. [8] Tjenesten er mye brukt av kommunene for hydrauliske simuleringer av sine ledningsnettverk.



Figur 2: Skjermtutklipp fra en nettmodell i Epanet. [9]

2.4 Bruk og nytte av nettmodeller

Hydrauliske nettmodeller er anvendt i forbindelse med kommunenes drift av sine vannforsynings-system. Gjennom simuleringer av nettmodellen kan man under eksisterende eller endrede forhold, innhente nødvendig informasjon til prosjektering, planleggingsarbeid og drift av systemet. [10] Simuleringene vil gi resultater på effekt og kapasitet basert på definerte scenarier, momentant eller over et lengre tidsintervall. Varierende faktorer kan være knyttet til alt fra prosesstekniske-, fysiske- og forbruksmessige forhold. Eksempler kan være innstillinger for pumper og ventiler, dimensjoner på ledninger og ikke minst forbruk tilknyttet husholdninger, lekkasje og brannvannstapping. Ved å selv definere slike forhold skal den hydrauliske nettmodellen kunne gjengi den virkelige effekten. [11]

Det er flere nytteaspekter ved å anvende hydraulisk nettmodell innen drift av vannforsynings-systemet. Anvendelse bidrar med å øke kunnskapen om vannledningsnettets som gjør terskelen lavere for optimal drift av systemet. Nettmodeller fremmer også beredskap og sikkerhet gjennom trygg og pålitelig forsyning til abonnenter samt sørge for god evne til brannslukning. Bruk av nettmodell kan også bidra til god forvaltning av ressurser og holde driftskostnader nede. Dette kan oppnås gjennom blant annet effektivt søk etter lekkasjer og optimal allokering av investeringer. [12]

2.4.1 Trykkforhold

Å vurdere om trykkforholdene er innenfor tilfredstillende verdier er et av nettmodellens bruksområder. I et forsyningsområde anbefales det at trykket holder seg under 60-80 mVs. og over 15-20 mVs. ved maksimalt forbruk. Vannledningsnettets i Norge er preget av et høyere vanntrykk enn i mange europeiske land, som skyldes blant annet topografien. Dette er nødvendig "for å kunne dekke størst mulig områder med store variasjoner i høydenivået". [13] Høyere trykk enn anbefalt kan være kritisk med hensyn på kapasitet til enkelte rør, husholdningsutstyr og energikostnader ved pumping. Vurdering av trykkforhold er også viktig for å avdekke lekkasjer i ledningsnettets da "høyt trykk resulterer i større lekkasjetap ved utett nett". [14] Dette medfører samtidig raskere utvidelse av bruddpunktene og til slutt ledningsbrudd.

2.4.2 Brannvannskapasitet

Vurdering av brannvannskapasiteten er sentralt da ledningsnettverket skal sørge for vann til brannslukning. Veiledende brannvannsmengde er satt til 20l/s for småhus og 50l/s for annen bebyggelse, ofte over en periode på 4 timer. [15] Det bør også kunne tappes med et trykk på minst 10mVs. Uttak til brannslukning bør også i minst mulig grad påvirke forsyningsikkerheten i området slik at det ikke oppstår for lavt trykk eller undertrykk. Den hydrauliske nettmodellen vil kunne gjøre beregninger for alle deler av nettet for å sjekke trykk- og kapasitetsforholdene. Dersom resultatet fra en simu-

lering ikke tilfredsstillende, kan det for eksempel gjøres endringer på ledningsdimensjoner for å korrigere dette. [13]

2.4.3 Vedlikehold

Nettmodellen gir også nyttig informasjon ved vedlikehold av ledningsnettverket. Hydrauliske simuleringer vil vise effekten av ulike alternativer. Etersom komponentene i nettverket utsettes for aldring og slitasje må ledninger og komponenter etterhvert byttes ut eller renses. En nettmodell kan blant annet vise effekten ved stengning og åpning av deler i nettverket, som kan gi god informasjon for å oppnå optimal allokering av investeringer. [3]

2.4.4 Vannkvalitet

I tillegg til å kjøre hydrauliske simuleringer kan noen nettmodeller også gjøre undersøkelse av vannkvalitet. Dette kan undersøkes i form av kildesporing, vannalder, oppholdstid og konsentrasjonsanalyse. Nødvendige dimensjoner for å sikre brannvannstopping kan føre til at vannet i ledningsnettverket får så lang oppholdstid at det fører til nedsatt kvalitet. Dette bør også sjekkes under dimensjoneringen av systemet. [14]

2.4.5 Energiforvaltning

Nettmodeller er også med på å styre energibruken i nettverket. Simuleringer kan gi informasjon om driftskaraktistikk og energibruk til pumper, som er den mest energikrevende komponenten i systemet. På denne måten kan ulike strategier for pumping testes ut, og evaluert opp mot energiforbruket slik at riktig tiltak gjøres for å holde driftskostnader nede. [3]

2.4.6 Planlegging og styring av infrastruktur

Planlegging for fremtidig utvikling og behov er også veldig sentralt. En nettmodell kan bistå i evaluering av hvilke tiltak som er aktuelle for å opprettholde nødvendig sikkerhet og beredskap, i takt med forventet utvikling av nettverket. Denne prosessen har ofte et perspektiv over flere år. Slik kan modellen bistå med å avdekke potensielle problemområder med for eksempel lavt trykk eller dårlig vannkvalitet. I tillegg til å bistå i beslutningstaking ovenfor potensielle problemområder, er det også aktuelt for generell planlegging av nettverket. Beliggenhet og egenskaper til nye komponenter velges ut i fra hva som opprettholder optimal drift og forsyningsevne. Dette kan være relevant ved ekspansjon av ledningsnettverket i forbindelse med store utbyggingsprosjekter i form av boliger, næring, industri eller offentlige bygg. En nettmodell er dermed viktig for å bevare forsyningssikkerheten ettersom belastningene på nettverket vil øke over tid i takt med utvikling og aldring. [3]

2.5 Datagrunnlag

Bygging av en hydraulisk nettmodell er en ressurskrevende prosess bestående av flere ledd og involverte parter. En nettmodell kan bygges manuelt eller ved linking mellom ledningsdatabasen i programvaren. I starten av prosjektet ble det holdt et møte med DHI i Trondheim, for å skaffe bedre innsikt i oppbygningen av nettmodeller. Ved linking mellom Gemini VA databasen og Mike+-modell er underlagskvaliteten ofte en utfordring. Dette skyldes ofte varierende tilgang til dokumentasjon, som gjør databasen mindre egnet for direkte linking. Ved oppbygging av nettmodell, både tradisjonelt og ved linking, forutsettes det at all nødvendig dokumentasjon er innhentet fra kommunene. Et godt datagrunnlag inneholder grunnleggende informasjon om nettverkets struktur med alle komponenter i systemet. Det må også innhentes dokumentasjon om komponentenes egenskaper og funksjon, og ikke minst forbruket. Annen generell informasjon vil også være nyttig i modelleringsprosessen. [2, 3]

2.5.1 Generell informasjon

Mye dokumentasjon må innhentes for å etablere et godt datagrunnlag for ledningsnett. En viktig forutsetning er et godt ledningskart med strukturen og terrengbeskrivelsen for området, som er med på å gi et oversiktlig grunnlag. Dette er med på å gi et innblikk i ledningsnettets karakteristik og generell informasjon om plassering av hovedkomponenter og topografi. Annen informasjon som også bør være kjent er områdets befolkningsdistribusjonen, diverse infrastruktur, barrierer i landskapet og eventuelt trykksonegrenser. [2, 3]

2.5.2 Topologi og egenskaper

Nettverkstrukturen med alle fysiske elementer i systemet og deres egenskaper er en essensiell del av datagrunnlaget. De ulike elementene i nettverket er delt inn i “noder” og “forbindelser”. Nodene omfatter komponenter som kilder, høydebasseng og knutepunkt, mens forbindelser innebærer relasjonen mellom disse, ofte i form av ledninger, pumper og ventiler. [3] Pumper og ventiler kan ofte betraktes som både noder og forbindelser på grunn av sine funksjoner i nettverket. Forbindelser og noder lokaliseres med reelle koordinater med et ID-nummer for å opprettholde en systematikk i et avansert ledningsnettverk.

Egenskaper til komponentene er også grunnleggende, og er et viktig aspekt i tilfredstillende dokumentasjonen av ledningsnettverket. Noen eksempler på nødvendig data til de ulike elementene er oppgitt i tabell 2. For ledninger vil aktuell data være lengde, diameter og ruhet. [3] Data om ikke-fysiske egenskaper er også nødvendig for å bestemme hvordan nettverket skal styres. Dette innebærer for eksempel kurver for pumpekaraktistikk og styring, som gjerne blir delt inn i “enkle” og “regelstyrte”. “Enkle styringer endrer status på en forbindelse” ut i fra blant annet vannivået i

høydebasseng, tid på døgnet eller trykk i knutepunkt. [16] Regelstyrte styringer kan f.eks. aktivere og stenge pumper ut i fra vannvået i høydebassenget.

Tabell 2: Oversikt over nødvendig data til elementene i nettmodellen [3]

Element	Type element	Nødvendig data
Råvannskilde	Node	<ul style="list-style-type: none">• Høyde på vannoverflate• Vannkvalitet
Høydebasseng	Node	<ul style="list-style-type: none">• Volum• Maks- og min vannhøyde• “overflow”- og “base elevation”
Kum	Node	<ul style="list-style-type: none">• Høyde
Ledning	Forbindelse	<ul style="list-style-type: none">• Lengde• Diameter• Ruhet
Pumpe	Forbindelse/Node	<ul style="list-style-type: none">• Pumpekarakteristikk• Energiforbruk og effektivitet
Ventil	Forbindelse/Node	<ul style="list-style-type: none">• Type ventil• Driftsinnsillinger

2.5.3 Forbruk

For at den hydrauliske modellen skal kjøre simuleringer som gir representative resultater behøves forbruksdata. Alle områder i nettverket der vann forlater systemet anses som forbruk og legges inn i nettmodellen. De tre hovedkategoriene for vannforbruk regnes ofte som kundeforbruk “Customer demand”, tap “unaccounted-for water” og brannvann tapping “fire flow demand”. [3] Kundeforbruk vil typisk omfatte private husholdninger, næringsbygg og industri. Tap forekommer gjerne i form av lekkasje. Å angi forbruket i en hydraulisk modell er en prosess kalt “loading” som består av å fordele forbruket på nodene i systemet. Et gjennomsnittlig forbruksestimat for abonnentene i et område kan settes til å representere forbruket i en enkelt node. En viktig forutsetning er at fordelingen best mulig representerer den virkelige forbruksfordelingen. [3] Selve forbruksdataene kan baseres på vannmålere eller erfaringstall og normalt forbruk oppgitt i tekniske håndbøker. I Norge er vannmålere imidlertid lite utbredt blant husholdninger, men vanlig blant større forbrukere som industri- og næringsbygg. Data knyttet til lekkasje er ofte ikke basert på målinger, men “anslås ut fra grove vurderinger i hvert enkelt vannverk”. [13]

Forbruksmønsteret over tid må også legges inn i nettmodellen for å kjøre simuleringer over lengre tidsintervaller. Forbruksvariasjonen vil følge et mønster typisk i løpet av en time, et døgn, en uke eller over et år. Husholdningsforbruket vil normalt være på det laveste på natten, og øke tidlig på dagen, før det deretter avtar noe. Lekkasjen regnes normalt som konstant, men har en tendens til å øke over tid. Dette er på grunn av aldring av rør og belastning fra vanntrykket, som bidrar til å gjøre lekkasjeestimering utfordrende. Brannvannforbruket legges inn i modellen på grunnlag av gjeldene kapasitetskrav. Vannforbruket er avhengig av mange faktorer som må representeres i modellen for å gi nøyaktige resultater. [3]

2.6 Kvalitet

Forutsetninger for at en nettmmodell skal være til størst nytte er at den er oppdatert og gjengir eksisterende forhold så likt som mulig. Dette gjør resultatene fra ulike simuleringer mer troverdige. Ulike prosesser er involvert for å oppnå dette, og blir beskrevet i dette kapitlet.

2.6.1 Inndata

Kvaliteten på nettmmodellen blir sjelden bedre enn dataene den består av. Jo mer nøyaktig og detaljert inndata desto mer virkelighetsnære resultater vil modellen kunne gi. Mest grunnleggende må nettverksstrukturen være gjengitt med hva elementene er, og hvordan de er koplet sammen. Komponentene må henge sammen da det for eksempel vil være kritisk hvis en ledning ikke er koplet til en kum slik den skal. Nøyaktig data om egenskaper sikrer også bedre kvalitet på modellen. Dette innebærer god informasjon om blant annet dimensjoner og materiale på ledninger, samt driften til prosessutstyr som ventiler, pumper, høydebasseng og kilder. På samme måte bør forbruket og forbruksmønsteret representere virkeligheten godt. Dette innebærer god dokumentasjon fra vannmålere, vannbehandlingsanlegg, pumpestasjoner og høydebasseng. Nettmmodellens kvalitet er avhengig av at informasjon om struktur, egenskaper og forbruk stemmer overens med virkeligheten for å gi resultater av høyest nytteverdi. [3]

2.6.2 Kalibrering

Kalibrering av nettmmodellen må også foretas for å sikre kvaliteten til nettmmodellen. Selvom detaljert grunnlagsdata er implementert er ikke dette tilstrekkelig for å sørge for at eksisterende forhold er nøyaktig representert. Kvaliteten til nettmmodellen er derfor avhengig av hvor godt den er kalibrert. Prosessen innebærer å sammenligne resultater fra modellen gjennom blant annet målinger av trykk og forbruk som er gjort i det virkelige systemet. Deretter justeres de aktuelle dataene slik at resultatene samsvarer med målingene. Dette innebærer ofte justering av pumpekaraktistikk, forbruk og ruhet på ledninger. Slik opprettholdes nettmmodellens evne til å gjengi eksisterende forhold, samt avdekke eventuelle feil i grunnlagsdata. I tillegg gir prosessen innsikt i systemets karakteristikk med hensyn på verdier modellen reagerer sensitivt på. [3, 17]

2.6.3 Digital tvilling

Anvendelse av sanntidsdata er en fremtidsrettet visjon om forbedret nytte av hydrauliske nettmø-
deller. Selvom modellen jevnlig kalibreres vil dataene allikevel være preget av det gitte tidsinter-
vallet da forholdene ble målt. En modell med tilgang på sanntidsdata vil være svært fordelaktig
da nettmødellen vil fungere som en digital tvilling. Det vil si “en virtuell representasjon av en
fysisk virkelighet gjort mulig gjennom data og simulatorer for sanntidsberegninger, optimalisering,
overvåking, kontroll og forbedrer beslutningsevne”. [18] Slik teknologi har tidligere vært begren-
set grunnet høye kostnader knyttet til innsamling og målinger av sanntidsdata. Ny utvikling har
derimot gjort oppdatert sanntidsdata mer tilgjengelig. [19, 20]

I artikkelen “online modelling of a water distribution system: a UK case study” ble det gjort
erfaringer av effekten til en online nettmødel. En av disse er tidlig varsling om potensielle effekter
på ledninger i nettverket. Dette gjør det mulig å oppdage ledningsbrudd i forkant, og håndtere
dette før det eskalerer. I motsetning til konvensjonelle nettmødeller tilbyr online nettmødeller en
proaktiv tilnærming til driften av nettverket. Dette gir kommunen og nettverksoperatører utvidet
evne til å redusere effekt, oppdage feil og finne ut av hvilke abonnenter som er påvirket av ulike
forhold og hvor lenge. [19]

2.7 Møte med DHI

DHI Water & Environment AS er selskapet bak modelleringstjenesten Mike+, som er den hydrauliske “motoren” i Gemini Hydraulics. Det ble i starten holdt et møte med DHI i Trondheim for bedre innsikt i arbeidet med å bygge nettm modeller. Den hydrauliske modellen må først måtte bygges i Mike+ før anvendt i Gemini Hydraulics. Denne hydrauliske modellen vil inneholde hele ledningskartverket, og ha mulighet til å kunne tegne inn nye ledninger og vannverk. Det er likevel noen begrensninger, som at det ikke tas med alle private stikkledninger og renseanlegget. Den hydrauliske modellen lastes opp i Gemini Hydraulics, og virker på samme måte i Mike+. Fordelen er at Gemini Hydraulics har større potensial for å senke terskelen for å ta i bruk programmet, da Mike+ er vanskeligere å bruke.

Det ble også spurt om hvordan man jobber for å lage en modell, altså tradisjonelt og med linking mellom ledningsdatabase og modell. utfordringer som DHI har opplevd er blant annet varierende underlagskvalitet og varierende tilgang til dokumentasjon. De jobber konstant for forbedring av kvalitet. Hvis underlaget er bra, så spares det tid på automatisering. Hvis måledata er god, så spares også tid på vedlikehold. Det å finne feil og avvik er en tids- og ressurskrevende prosess. Volue samarbeider tett med DHI og jobber med å få struktur på databasene slik at de kan hentes direkte. Databasen inneholder all nødvendig data om ledninger, pumper, andre komponenter og deres egenskaper, som er strukturert i tabeller med kartreferanse fra kommunen.

Videre spurte gruppen om hvordan man jobber i Gemini VA for å lage en database som er godt egnet for å linke direkte til modell. Som nevnt tidligere i kapittelet er det kvaliteten på inndata som er essensielt. Dette kan for eksempel være at ledningsnettets henger sammen og knyttet riktig til ulike kummer, og at det som eksisterer i virkeligheten er korrekt representert. Derfor må all informasjon om nettverkstruktur, egenskaper, forbruk og prosesser legges inn, og samtidig sørge for at dataene er riktig oppdatert.

Til slutt ble det spurt om hva som kjennetegner en god og presis modell. Svaret var en modell som kan brukes til forskjellige ting. Ved beregning av brannvann ønskes et konservativt estimat, for å sikre pålitelighet. Det er også viktig at modellen er tilpasset bruksområde. Modellen må være tids- og kostnadsbesparende og kreve minimalt av ressurser, arbeid og kompetanse. Svarene fra DHI representerer erfaringer og perspektiver til de som arbeider med å utvikle og bygge slike modeller. Disse er svært nyttige, men det er også viktig å høre om erfaringer fra brukerne av slike hydrauliske modeller.

2.8 Kompetanseutfordringer og digitalisering

Et kompetansegap har blitt påpekt som en utfordring i VA-bransjen. Fram til årtusenskiftet var bransjen preget av lite utskiftninger som gjorde at mye kunnskap ble bevart internt. Senere har

sektoren vært preget av et generasjonskifte kombinert med lav rekruttering. En rapport fra Norsk Vann peker på at spesielt “små kommuner med mindre enn 5000 innbyggere” [21] ser ut til å ha et kompetansegap. Dette skyldes ofte et lite fagmiljø og få ansatte som skal dekke et bredt ansvarsområde som inkluderer både vei, vann og avløp. På denne måten kan det bli vanskeligere å sørge for optimal drift og oppgradering, samt opprettholde oppdatert kunnskap.

Mange kommuner er derfor avhengig av konsulentselskaper for å sørge for den nødvendige kompetansen. Selvom kommunene bør sørge for å ha tilstrekkelig kjernekompetanse, har trenden vært at mange av de ingeniørtekniske oppgavene har blitt overført til konsulentselskaper. Digitalisering blir dermed påpekt som et økende behov for å sikre tilfredstillende forvaltning i kommunene, samt grunnet utfordringer som aldring av infrastruktur, lekkasje, fremmedvann og store investeringskostnader. I tillegg er VA-systemene utsatt for større påkjenninger og krav enn tidligere, gjennom fortetting av byer og klimaeffekter. Videre digitalisering av bransjen blir dermed påpekt som en måte å bistå i de fremtidige utfordringene ved å oppnå økt “forståelse, overvåking, analyse og effektivisering”. [1], [1, 13, 21].

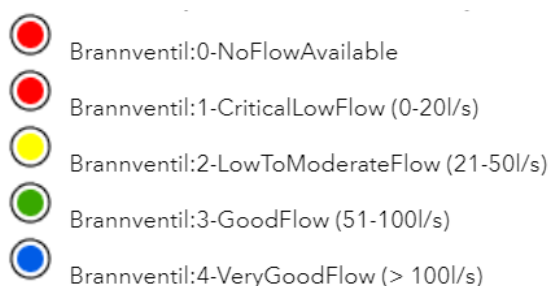
3 Bruk av Gemini Hydraulics

Denne delen vil handle om bruk av programmet Gemini Hydraulics. Dette er som nevnt en analyseløsning utviklet av selskapet Volue og skal gjøre analyser av vannforsyningsnettene enklere enn i dag.

3.1 Gemini Hydraulics

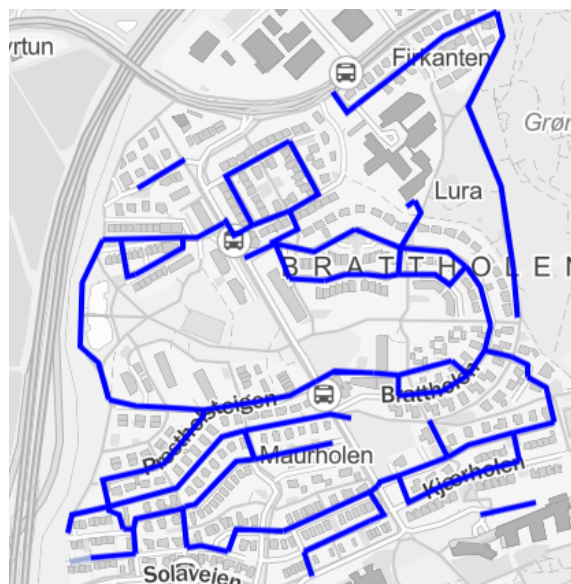
Gemini Hydraulics er et nettbasert program som blir brukt i en nettleser. Det bruker Mike+ som motor og kan ved dette kjøre hydrauliske beregninger direkte i nettleseren. Ved hjelp av dette verktøyet kan en bli kjent med vannforsyningsnettverket og finne potensielle svakheter og løse dem. Programmet kan blant annet bli brukt til å sjekke brannslukningskapasitet i et område før ny utbygging, for å se om vannforsyningen har nok kapasitet til ny bebyggelse.

Intensjonen med å teste Gemini Hydraulics er todelt: å teste og se hvordan det er å bruke, og finne områder i ledningsnettene til Sandnes kommune som kan utbedres. For å bruke det, må kommunen ha en nettmodell i Mike+ og ha Gemini Portal+ som kartdatabase. Når en logger på i Gemini Hydraulics, blir hele vannforsyningsnettene som ligger i de andre modellene vist på kartet. Standard visning i tillegg til ledningsnettene, er slokkevannskapasitet til hver brannventil som blir vist i kartet. Disse kummene er inndelt i farger som vist i figur 3 etter kapasitet.



Figur 3: Fargekoder for slokkevannskapasitet

Inne på softwaren kan en velge flere funksjoner. Det kan bli endret kartlag på, for eksempel mellom slokkevannskapasitet, vannalder og kritikalitet på ledning. Det kan også bli brukt filtrering for å få opp spesifikke komponenter i nettet som tilfredsstillir de valgte parameterene. I figur 4 er det filtrert etter PVC-ledninger i et område. Da vil bare ledningene som består av PVC bli vist i kartet. Dette er et godt verktøy som kan bli brukt til for eksempel å finne ledninger som bør byttes ut, etter gitte kriterier som blir satt.



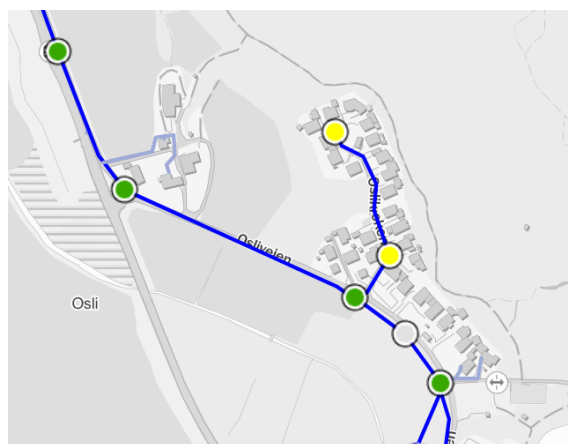
Figur 4: Utsnitt over PVC-ledninger

3.2 Test av Gemini Hydraulics

Før det ble gjennomført test av programmet fikk gruppen en gjennomgang av programmet med Volue. Det mest grunnleggende ble vist og bruk av programmet var ikke veldig vanskelig. Deretter hadde gruppen et møte med Sandnes kommune. Her ble det diskutert om det var noen områder de var interessert i å få oss til å utforske og teste. For Sandnes var et viktig hensikt med bruk av programmet å analysere brannvannskapasitet. Det ble derfor fokusert på dette. Her har det blitt forsøkt å prøve seg fram i områder med for lav kapasitet og se hvordan endringer på rørsystemet endrer kapasiteten. Under ligger flere eksempler på endringer i ledningsnett og områder med problem som for eksempel vannalder.

3.2.1 Slokkevann

For å teste og se på ulike scenarier har det blitt brukt ulike kriterier for å se på områder som kan forbedres. Områdene har blitt funnet ved å filtrere etter gitte parameter og så finne områder som har problem i dag med ledningsnett. Første eksempel er vist i figur 5. Dette er et boligområdet i Sandnes kommune. Her er det god kapasitet på hovedledningen. Inn i boligfeltet er det derimot for lav kapasitet og under 50 L/s, som er kravet til slokkevann. Her må rørdiameteren økes for å kunne tilfredsstille brannkrav.



Figur 5: Boligfelt før endring

Begge ledninger fra hovedledningen har idag en diameter på 100 mm og en ruhet på 2 mm. For å kunne endre på ledningsnett, må en gå inn på “Edited Pipes Analysis”. Da blir det åpnet en ny fane i nettleseren. Her ser grensesnittet ganske likt ut, men det er her endringer i ledningsnett og nye analyser blir utført. Figur 6 viser hvordan det ser ut i den ny fanen.

For å kunne gjennomføre endringer på ledningsnett, må en trykke på firkanten oppe i venstre hjørne i figur 6. Da skal en tegne et rektangel over området som det skal bli gjennomført endringer på. Etter det kan det bli gjort endringer på ledningsnettverket. Parameterene som kan bli endret

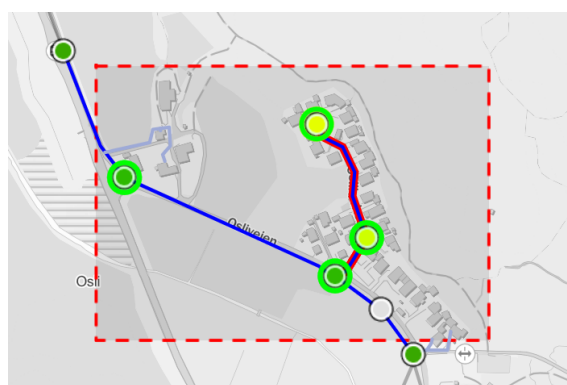
på er “Diameter”, “Roughness” og “Status”. “Diameter” endrer diameter på røret, “Roughness” endrer ruhet til røret og “Status” bestemmer om ventilen til røret er åpent eller lukket. Da kan en trykke på den ledningen som en vil endre på. Da kommer det opp en ny boks med info om den respektive ledningen.

Her står de tre nevnte parameterene, som en da endrer på. Når det er gjort, trykker en på knappen “Add To Processing” som vil lagre endringen som er gjort. Neste steg er å kjøre analysen med nye parametere. Da trykker en på “trekanten” i venstre hjørne som er vist i figur 6. Inne på menyen her trykker en på “Run Analysis” som vil kalkulere de nye verdiene. Da vil fargen i ytterkant av de ulike brannventilene endre seg til kapasiteten den har fått nå, som vist i figur 3. Ved å trykke på den nederste knappen i menyen til venstre i figur 6, blir det vist en fullstendig oversikt med gammel og ny kapasitet til alle brannkummene som er markert i det markerte rektangelet.



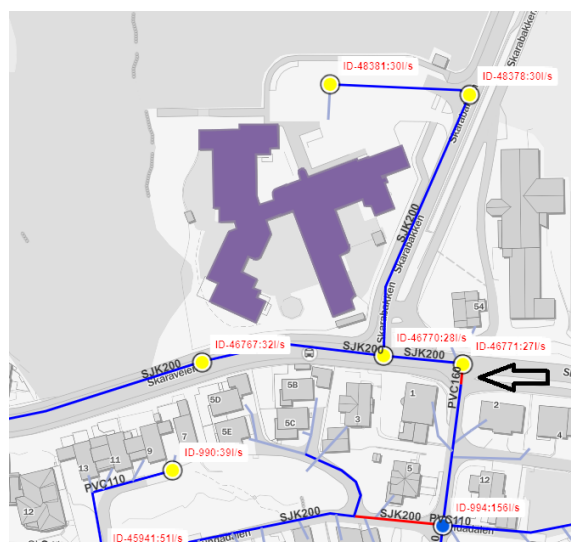
Figur 6: Edited Pipes Analysis

I det nevnte boligfeltet må det gjøres endringer. Rørene fra hovedledningen blir økt til 200 mm i diameter og det blir satt en ny ruhet på 1 mm. Dette gjør, som vist i figur 7, at fargen på den ytre sirkelen blir grønn. Det betyr at kapasiteten i begge to brannkummene tilfredsstillers kravene.



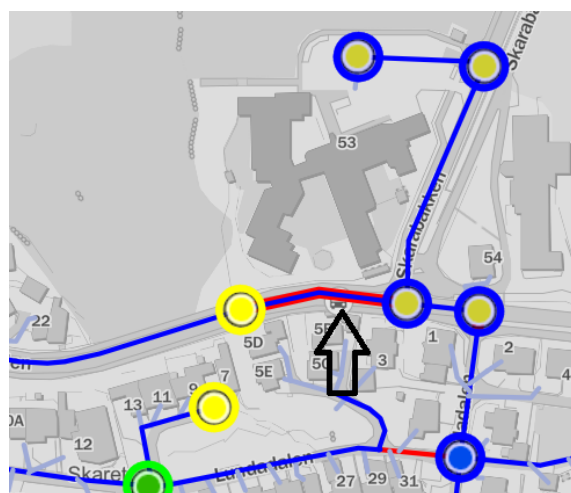
Figur 7: Boligfelt etter endring

I et annet område i kommunen ligger det et sykehjem. Her er dagens kapasitet til slokkevann 32 L/s, altså under kravet på 50 L/s. Siden dette er et sykehjem er det desto viktigere å ha nok kapasitet i ledningsnettet. Når en ser på figur 8, viser den svarte pilen en rød ledning. Det betyr at ventilen er stengt og vann vil ikke bli transportert i dette røret. En ser at alle brannventiler over pilen har en gul sirkel, mens den under pilen har en kapasitet på over 150 L/s. Her er det mest sannsynlig to forskjellige trykksoner som gjør at ledningen er stengt.



Figur 8: Sykehjem med lav slokkekapasitet

For å tilfredsstille kravene til brann, må den stengte ledningen bli åpnet. Kummen med 150 L/s i slokkekapasitet er mer enn nok til å forsyne sykehjemmet også. For å fortsatt ha forskjellig trykksone, vil ledningen som er merket med pil i figur 9 være lukket. Den blir da markert med en rødfarge i programmet. Den andre ledningen blir åpnet og som vist i figur 9 vil kapasiteten være over 100 L/s.



Figur 9: Sykehjem med tilfredsstillende brannslukkekapasitet

3.2.2 Hydarulisk kritikalitet

Et annet verktøy som kan bli brukt i Gemini Hydraulics er “Vannledning-hydraulisk-kritikalitet”. Dette sier noe om hvor sårbar en ledning er, etter gitte krav. I figur 10 viser det en ledning som har meget høy kritikalitet. Grunnen til det er at ledningen er en hovedledning med en diameter på 700 mm. Om det blir et brudd på ledningen, vil et stort område få problem med tilgang på drikkevann. For å kunne få ned kritikaliteten må det nok bygges ut ledninger som fører vann i samme retning som dette røret. Som en ser i figuren, er det fire parametere som er oppgitt.

Denne ledningen får en høy kritikalitet, spesielt på P1, som handler om forbruk. De tre andre parameterene går ut på vanntrykk, vannmengde og hvilket materiale ledningen består av. Dette er fire parametere som blir vektet likt og når det blir delt på fire, vil det bli gitt en total kritikalitet på ledningen. Desto større kritikalitet, vil antyde at ledningen er enten en flaskehals for vannforsyningen med transport av store mengder vann eller er laget av et ledningsmateriale som har stor sannsynlighet for brudd.

Kritikalitet klasse	6: Meget høy kritikalitet (>7,5)
Kritikalitet	13.00
P1-forbruk-kriterie	33.12
P2-leveranse-trykk-kriterie	5.81
P3-vannmengde-kriterie	5.37
P4-ledningslengde-kriterie	7.69

Figur 10: Ledning sin kritikalitet

Et annet eksempel om kritikalitet er en ledning laget av grått støpejern (SJG). Dette er et materiale som er relativt sprøtt og det har oppstått en del brudd i forbindelse med denne materialtypen. [22] For å finne SJG-ledninger, må det bli filtrert etter denne materialtypen. I figur 11 er det vist en ledning som består av materialet SJG sin kritikalitet. Her ser en at ledningen er fra 1962 og har en meget høy kritikalitet. For å få ned denne kritikaliteten bør en bytte ledningen til for eksempel duktilt støpejern (SJK).

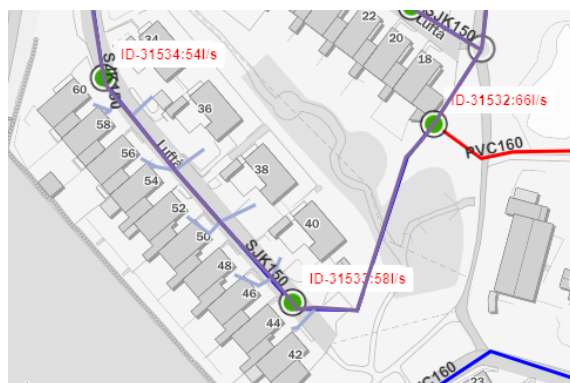
Materialkode	SJG
Nominell diameter (mm)	300
Anleggsår	1962
Kritikalitet klasse	6: Meget høy kritikalitet (>7,5)
Kritikalitet	7.97
P1-forbruk-kriterie	19.18
P2-leveranse-trykk-kriterie	4.06
P3-vannmengde-kriterie	3.02
P4-ledningslengde-kriterie	5.64

Figur 11: SJG-ledning sin kritikalitet

3.2.3 Vannalder

En til funksjon som er nyttig er vannalder. Dette er for å unngå å ha for stillestående vann i ledningsnettets som vil føre til lavere kvalitet på drikkevannet. Stillestående vann kan også øke slitasjen på vannrør. På samme måte som tidligere beskrevet, kan det filtreres for å finne områder som har problem med høy vannalder. Her kan en sjekke innmeldte klager fra innbyggerne opp mot analysen i dataprogrammet for å se om det stemmer. Hvis det er tilfelle kan en så gjøre tiltak, som eksempelvis å stenge en ventil.

I figur 12 viser et boligområde i Sandnes. Ledningen mellom boligfeltet, under veien, har en beregnet vannalder idag på 180 timer. Dette er et høyt tall som kan svekke vannkvaliteten. For å få ned vannalderen her, kan en stenge ventilen i kummen oppe til venstre i figur 12. Dette vil derimot svekke vannforsyningen siden ventilen er stengt og det ikke er dobbeltsidig forsyning. Det er dermed ikke nødvendig å stenge ventilen, med mindre det er klager i området om dårlig vannkvalitet.



Figur 12: Område med høy vannalder

3.3 Hvordan programmet er å bruke

Gemini Hydraulics er et anvendelig og lettvent program å bruke. Med sitt intuitive brukergrensesnitt og alle funksjonene som kan bli valgt, er dette et program som kan bli brukt av de fleste. For en nyansatt i en kommune eller en person som ikke er utdannet innenfor VA-bransjen, er et verktøy som dette lett å bruke, for å bli kjent med vannforsyningsnettets til kommunen. Det krever heller ikke særlig opplæring for å kunne bruke flere funksjonaliteter som for eksempel slokkevann. Det vil dermed spare kommuner for mye jobb med å slippe å lære ansatte avanserte program for å bli kjent med vannforsyningsystemet til kommunen.

Med de tre forskjellige analysene som er i dag, slokkevann, kritikalitet og vannalder, kan vannforsyningsnettets bli sjekket grundig. Dette gjør at kommunene kan gjøre disse analysene selv, istedenfor å leie inn konsulenter, som ofte er kostbart. I tillegg vil modellen bli oppdatert etter endringer i Gemini Portal+ som vil spare kommunen for mye tidsbruk, og modellen vil bli så korrekt som mulig.

En ulempe i dagens situasjon er begrensningen til å gjøre endringer og ny analyse, som for øyeblikket er begrenset til slokkevann alene. Dette utgjør en ulempe da det begrenser forståelsen av endringer på ledningsnettverket. Om en øker størrelsen på en ledning, hva vil skje med vannalderen? Dette er interessant å følge med på for å få et best mulig vannforsyning om en først skal gjøre en investering i vannettet. Siden programmet er relativt nytt, er nok dette noe det jobbes med for å lage flere muligheter med forskjellige analyser.

4 Spørreundersøkelse til kommuner

I dette kapittelet blir det gitt en gjennomgang av hvordan dataene til oppgaven ble samlet inn. Deretter vil det bli gjennomført en analyse av de innsamlede dataene. Formålet er å trekke ut verdifull innsikt om kommunenes syn på barrierer for implementering av tjenesten, og videre konseptutvikling av Gemini Hydraulics.

4.1 Forarbeid til spørreundersøkelsen

4.1.1 Spørreundersøkelsen

En mye brukt datainnsamlingsmetode er spørreundersøkelse. Et bestemt antall spørsmål stilles et større utvalg av personer, også kalt respondenter.[23] Respondentene får oppgitt de samme spørsmålene, gjerne med svaralternativer. Formålet er å skaffe et innblikk i kommunenes situasjon. Undersøkelsen gir derimot begrenset dybdeinnsikt. Prosjektgruppen vil derfor utdype spesifikke spørsmål rettet mot aktuelle kommuner i form av dybdeintervju. [23]

Spørreskjemaet er lagt ved i vedlegg A. Spørsmålene fra spørreskjema er også vist punktvis her;

- Navn på kommune
- Har kommunen en nettmodel for vannforsyningssystemet? Hvis ja, hvem har utviklet nettmodellen? (Kommunen selv? Innleid konsulent? etc.)
- Hvis dere har en hydraulisk nettmodell, er den da i samsvar med ledningskartverket?
- Hvem er det som i dag gjennomfører de hydrauliske nettberegningene? (Kommunen selv? Innleid konsulent? etc.)
- Hvem oppdaterer modellen etter at den er bygget?
- Hvor ofte oppdateres nettmodellen?
- Hvor ofte blir nettmodellen brukt, og hva brukes den til? Gjerne utdyp.
- Hvor god ledningsdatabase har kommunen? Er den godt oppdatert?
- Dersom kommunen ikke har en nettmodell, hva er årsaken?
- Hvor mange brukere i kommunen kan ha nytte av tilgang til hydrauliske nettberegninger?
- Kan inkludere f.eks. brannvesen og andre eksterne aktører
- Hvilke avdelinger/etater i kommunen vil ha nytte av hydrauliske nettberegninger?
- Har dere hørt om Gemini Hydraulics (Gemini Water Analysis)?

-
- Kan dere beskrive hvordan dere forestiller dere å anvende Gemini Hydraulics? Kan dette være nyttig? Eventuelt, hvorfor ikke?
 - Hvilke hydrauliske nettanalyseprogram benytter i såfall kommunen i dag?

Formålet med spørreundersøkelsen er å få en bedre forståelse av dagens status på bruk av hydraulisk modell for drift av vannforsyningssystemer rundt om i landet. Denne undersøkelsen besto av et spørreskjema som ble sendt ut til flere kommuner for å få en oversikt over blant annet bruk av nettmøll, hyppighet av oppdateringer og rutinemessige gjennomføringer. For effektiv distribusjon av undersøkelsen ble assistanse av Volue forespurt, som resulterte i et svært tilfredstillende antall besvarelser av undersøkelsen. Antall respondenter som ble tilsendt spørreskjemaet er uvisst, men 73 av dem besvarte undersøkelsen.

Forarbeidet før utsending av spørreundersøkelsen var essensielt for en presis formulering av spørsmålene vi ønsket besvart. Dette innebar møter med ulike fagkyndige innenfor VA-bransjen, derav intern veileder fra NTNU, eksterne veiledere fra Volue, rådgiver fra DHI og fagleder fra Sandnes kommune. Etter en del diskusjoner innad i gruppen ble det dannet et klarere bilde på hva oppgaven omhandlet og hvilke data som var viktig å få samlet inn for å besvare oppgaven.

Spørreundersøkelsen ble utarbeidet gjennom Nettskjema. Nettskjema er et datasamlingsverktøy som regnes å være Norges sikreste og mest brukte løsning.[24] Fordelen med dette verktøyet er at den har en funksjon kalt “Rapport” for å analysere innsendte besvarelser. Dette effektiviserer prosessen med å analysere innhentet data. Lenken til spørreskjemaet ble distribuert ut ved hjelp av Volue til de aktuelle kontaktpersonene og kundene i ulike kommuner. Denne måten å distribuere spørreundersøkelsen på var fordelaktig grunnet Volue sitt omfattende kontaktnettverk. Dette sikret derfor kvantitativ data som dannet en god representasjon på landsbasis av situasjonen.

4.1.2 Pretest

Før spørreundersøkelsen ble distribuert ut ble det gjennomført pretester. Fordelen med dette er muligheten til å oppdage eventuelle feil før de sendes til de aktuelle respondentene. Dette bevarer en viss standard og sørger for at undersøkelsen eventuelt ikke må repeteres av respondentene. Etter enkelte revideringer ble undersøkelsen sendt inn til ekstern veileder i Volue. Det ble deretter gitt forslag til forbedringer og eventuelle nye spørsmål som kunne blitt inkludert. Etter disse revideringen var spørreundersøkelsen ferdigstilt, og Volue sendte så undersøkelsen videre til kontaktpersoner rundt om i landet. [25].

4.1.3 Utforming av spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen besto av totalt 15 spørsmål der de fleste besto av flervalg. Undersøkelsen ble utformet for at den skulle kunne gjennomføres effektivt og dekke nok aspekter for å danne en god oversikt over status. Det var også lagt opp til mulighet for utdypning ved aktuelle spørsmål.

Undersøkelsen begynte med en kort introduksjon av formålet. Videre skulle respondenten fylle inn navnet på kommunen sin, for å få en geografisk oversikt over utbredelsen av nettmøllbruk for vannforsyningssystemet. De neste fem spørsmålene omgikk hvem som hadde stått for utvikling av nettmøll, hvem som bruker den og oppdatering av møll.

De neste seks spørsmålene omhandlet hvor god møll er. Hvor stor nytten er, og eventuelle grunner til at kommunen ikke har møll. Dette var med på gi et innblikk i potensielle barrierer en kommune hadde fra implementering av nettmøll.

Til slutt avsluttet undersøkelsen med spørsmål angående Gemini Hydraulics. Det ble gitt en kort beskrivelse av programvaren, og så spørsmål om hvilke programvarer som brukes i dag og hva som eventuelt kunne vært nyttig med Gemini Hydraulics. Disse besvarelsene ville være nyttig ved drøfting av aktuelle konsepter for Gemini Hydraulics. Formålet med disse spørsmålene var ikke bare å få bedre forståelse for dagens situasjon om bruk av VA-nettmøll, men å øke innsikten for hva kommunene eventuelt savner og fremtidige utviklingsmuligheter.

4.2 Analyse av spørreskjema

Denne delen av prosjektet omhandler analyse og drøfting av resultatene fra spørreundersøkelsen. Data som blir analysert og figurer som er hentet fra rapporten er hentet fra Nettskjema.

4.2.1 Evaluering av metode

Forskningsmetode under datainnsamling deles i to hovedtyper: kvantitativ metode og kvalitativ metode. Kvantitative metoder omhandler målbare data og eventuelle forskningsmønstre formet av disse dataene. Kvalitative metoder avdekker derimot forklaring og forståelse av motivasjoner og meninger blant respondenter [26]. Denne spørreundersøkelsen er en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode, ettersom noen av svarene ga grunnlag for bedre forståelse, mens andre svar ga grunnlag for statistisk analyse.

Ved evaluering av forskningsmetode vektlegges både validitet og reliabilitet. Validitet defineres som et kriterium på datakvalitet i vitenskapelige undersøkelser [27]. Det er altså et mål på hvor relevante dataene fra undersøkelsen er, og har en avgjørende innvirkning på tilliten til analysen. Gruppen har hatt møter med fagfolk fra både Volue og DHI på forhånd av utsending av spørreundersøkelsen. Dette har gitt gruppen en generell oversikt over dagens situasjon i forhold til bruk av nettmøll

for drikkevannsystem. Med denne kunnskapen i bakgrunnen har gruppen lest gjennom svarene fra spørreundersøkelsen. Ettersom at svarene samsvarer med teorien fra de fagkompetente hos Volue og DHI, vil validiteten til svarene fra spørreundersøkelsen være høy.

Reliabilitet er et begrep som defineres som konsistens og stabilitet i målinger [28]. Dette kan testes ved å sende ut spørreundersøkelsen igjen, og kontrollere om svarene samsvarer med resultatet fra den første utsendelsen. Undersøkelsen som ble sendt ut var relativt omfattende, og det hadde vært vanskelig og tidskrevende for respondentene å svare på de samme spørsmålene gjentatte ganger. Etter å ha lest gjennom svarene og med tanke på at spørreundersøkelsen ble sendt ut gjennom Volue, konkluderte gruppen med at det ikke var nødvendig å teste reliabiliteten.

4.2.2 Respondentene

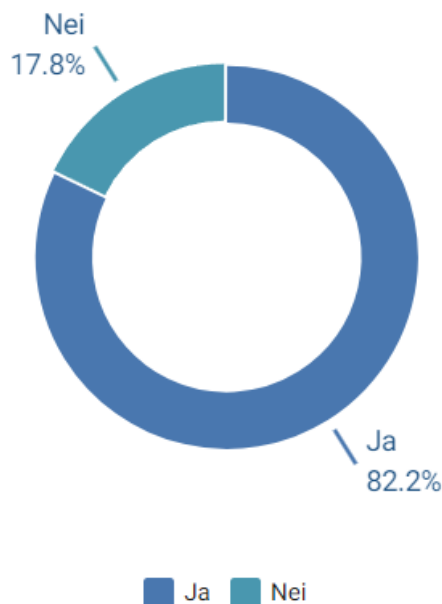
På tidspunktet spørreundersøkelsen ble analysert hadde den blitt besvart 77 ganger. Det ble motatt svar fra mange av landets kommuner. Enkelte responser ble også besvart av konsultantselskaper, og i noen store kommuner ble den besvart mer enn én gang. Det har dermed blitt anslått at spørreundersøkelsen ble besvart av 73 kommuner. Gruppen anså dette som et tilfredstillende antall respondenter. Nettskjema hadde organisert svarene slik at resultatene var mer oversiktlige. For å bevare kommunenes anonymitet ble det bestemt å navngi dem som “liten”, “middelsstor” eller “stor” kommune basert på folketall. Inndelingen etter folketall er vist i tabell 1.

Tabell 3: Inndelingen av kommunestørrelsene “liten”, “middelsstor” og “stor” etter folketall

Størrelse	Folketall
Liten	Mindre enn 10 000
Middelsstor	10 000 - 50 000
Stor	Mer enn 50 000

4.2.3 Utbredelse av nettmodeller blant kommuner

Spørreskjemaet begynner med å spørre respondenten om hvilken kommune som representeres. Videre ønsket gruppen en generell oversikt over hvor mange kommuner som faktisk hadde nettmodell. Figur 13 vist under, viser andel kommuner som har nettmodell.



Figur 13: Har kommunen en nettmodell?

Som figuren tydelig viser, er majoriteten av kommunene i Norge rustet med nettmodell for drikkevannsystemet. Det er flere årsaker til at de resterende kommunene ikke har en slik nettmodell.

Hovedårsakene er kostnader og usikkerhet på nytteverdi. Disse går hånd i hånd, ettersom at spørsmålet blant disse kommunene blir om det er verdt å investere penger i en slik nettmodell. To andre fremtredende årsaker er mangel på kompetanse og data. Manglende kompetanse kan være en bakenforliggende årsak til skepsis om nytteverdi. Dette kan dermed tyde på at kommunens begrenset innsikt i bruk av nettmodell kan hindre dem i å oppdage eventuelle fordeler ved anvendelse av nettmodell.

I spørreundersøkelsen ble respondentene spurt om årsaken til at de eventuelt ikke hadde en nettmodell. Spørsmålet var oppgitt med flervalg, og muligheten til å velge flere av alternativene. Her er det kommuner som trolig har misforstått spørsmålet, ettersom at 39 kommuner har valgt alternativet som sier "kommunen har en nettmodell". Dette samsvarer ikke med det tidligere spørsmålet, der 60 kommuner hadde svart ja til at de hadde nettmodell. Fordelingen i figur 14 er ikke en korrekt representasjon av årsakene til at visse kommuner ikke har nettmodell.

Svar	Antall	% av svar	
Kommunen har en nettmodell	39	72.2%	72.2%
Kostnader	5	9.3%	9.3%
Usikkerhet av nytteverdi	5	9.3%	9.3%
Mangel på kompetanse	4	7.4%	7.4%
Mangel på data	4	7.4%	7.4%
Annet	3	5.6%	5.6%
Mangel på teknologi	1	1.9%	1.9%
Politisk avgjørelse	1	1.9%	1.9%







Figur 14: Årsaker til kommunen ikke har nettmodell

Dermed valgte vi å sammenligne andelen vist i figur 14, med de individuelle svarene fra de 13 kommunene som fra begynnelsen svarte at de ikke hadde nettmodell. Dette var ikke så vanskelig ettersom at Nettskjema hadde en funksjon der svarene fra hver enkelt kommune var organisert i et Excel-dokument. Det å finne kommunene som svarte nei til at de hadde nettmodell også sjekke årsaken til dem individuelt ble gjort enkelt og effektivt. Svarene samsvarte med andelen vist i prosent i figur 14, siden flertallet hadde valgt kostnader og usikkerhet av nytteverdi som årsaker.

4.3 Nettmodeller i kommuner

4.3.1 Bruk av nettmodeller i dag

En utvikler av nettmodeller for drikkevannsystemer er ansvarlig for å designe, implementere og vedlikeholde kompliserte infrastrukturmodeller i digital form. Slik er Volue en utvikler av programvaren Gemini Hydraulics. Dette er en nyere programvare som nylig er introdusert til markedet, med pågående oppdateringer. Spørsmålet er da hvilke programvarer som kommunene bruker foreløpig.

Svar	Antall	% av svar	
Mike+/Mike Urban	17	25.8%	 25.8%
Epanet	25	37.9%	 37.9%
Aquis	5	7.6%	 7.6%
Watercad	3	4.5%	 4.5%
Annet	5	7.6%	 7.6%
Bruker ikke et hydrauliske nettanalyserprogram	11	16.7%	 16.7%

Figur 15: Program benyttet til hydraulisk analyse

Figur 15 ovenfor viser en fordeling av hvilke hydrauliske programvarer som brukes av kommunene i dag. De fleste bruker Epanet og Mike+/Mike Urban. Et etterfølgende spørsmål ble da, hvem som er ansvarlig for utviklingen av nettmodellen til disse kommunene.

Majoriteten av kommunene, som utgjorde 30 av respondentene, hadde innleide konsulenter for å gjøre jobben som utvikler av modellene sine. Her hadde noen av kommunene spesifisert at de hadde innhentet konsulenter fra blant annet Rambøll og Asplan Viak. [29] [30] Disse konsulentene jobber i samarbeid med kommunen. Et eksempel er en av kommunene som hadde samarbeid med SWECO.[31] En respondent svarte at de hadde konsulent fra SWECO, og at de ba de om data, når de trengte det. Det ble drøftet tidligere om sammenhengen mellom mangel på teknologi og størrelsen på kommunen. En av respondentene var en liten kommune som på tross av dette hadde en nettmodell som var bygget opp av Norconsult AS basert på modelleringsprogrammet WaterCad. Videre var ledningskartet på SOSI overført til modellen.

WaterCad er en avansert programvare som kan utføre hydrauliske beregninger for vannføring, hastighet, trykk, tap i systemet, ledig kapasitet, begrensende ledninger, kritiske ledninger, pumpe- og ledningskarakteristikk, brannvannkapasitet og lignende.[5] Programvaren ligner på Gemini Hydraulics, men er en eldre programvare med ulikt formål og funksjoner. Dette tyder på at størrelse på kommunen og hvor oppdatert kommunen er på VA-teknologi ikke nødvendigvis har en sammenheng.

En utvikler som også ble nevnt gjentatte ganger er Godt Vann. Et samarbeid mellom seks kommuner i Drammensregionen og Glitrevannverket IKS, med formål om høyere måloppnåelse gjennom utvikling og deling av tjenester og kompetanser. Samarbeidet består av blant annet fornying av vannledningsnett, og de er dermed ansvarlig for utvikling av nettmodell hos kommuner i Drammensregionen.

Det er to til tre tilfeller der kommunen selv har utviklet nettmodellen. I en annen liten kommune brukes Gemini VA til opprydding av data. Fra Gemini VA eksporteres det til Epanet, der det videreutvikles. Mange kommuner bruker Epanet på denne måten. En mer avansert programvare er Mike+ utarbeidet av DHI. I møte med DHI ble vi informert om at denne programvaren brukes av svært få kommuner, ettersom den ikke er like lett anvendelig.

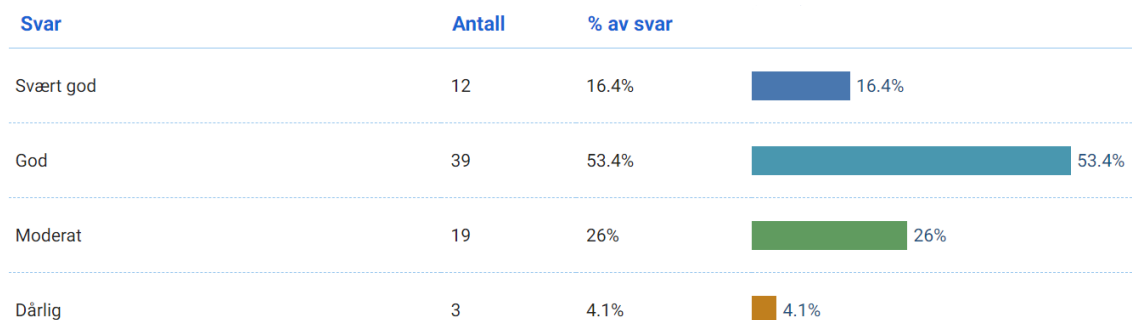
Denne påstanden bekreftes av en liten kommune som sier at de hadde tidligere Mike+ nettmodell, men at denne ikke ble vedlikeholdt og var dermed ikke i bruk. Likevel er det noen kommuner der modellen er utviklet av DHI selv, og at konsulenter fra DHI også foretar alle oppdateringer. Det er altså flere kommuner som selvstendig klarer å utføre enklere kapasitetsberegninger, men ved større simuleringer og framtidsscenarier blir konsulenter innleid med driftsavtale.

Sandnes kommune har innleid konsulent fra DHI i samarbeid med Volue. Her er Gemini Hydraulics allerede implementert. Derfor har gruppen fått tillatelse fra Sandnes kommune til å teste programvaren med Sandnes kommune sin ledningskart og data.

4.3.2 Oppdateringer av nettm modell

Som figur 16 tydelig viser mener de fleste kommunene, som tilsvarer 53,4 % av respondentene, at de har en godt oppdatert ledningsdatabase. Det er flere årsaker til at en jevnlig oppdatering av nettm modell er essensielt. Endringer i selve infrastrukturen, forbrukermønsteret, regler eller reguleringer vil kreve oppdateringer for at nettm modellen skal være ajourført og fortsatt gjengi forholdene i det virkelige systemet. I spørreundersøkelsen ble respondentene spurt om hvem som utførte oppdateringer av nettm modellen deres og hvor godt oppdatert ledningsdatabasen deres var.

Antall svar: 73

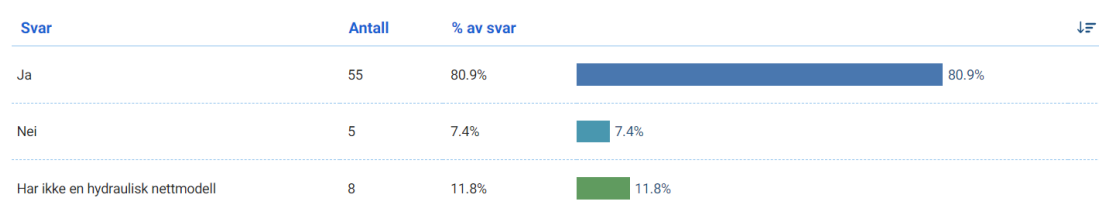


Figur 16: Viser hvor godt oppdatert er nettm modellen

Ved spørsmål om hvem som hadde ansvar for å utvikle nettm modellen, svarte majoriteten at kommunene at de selv var ansvarlige i samarbeid med innleid konsulent. Et interkommunalt selskap forklarte at den oppdaterte ledningsdatabasen oversendes til konsulent, som oppdaterer nettm modellen.

Det er likevel ikke alle kommuner som har oppdatert database. Ved spørsmål om den hydrauliske nettm modellen er i samsvar med ledningskartverket, svarte 7,4 % av respondentene at nettm modellen deres ikke gjorde det, se figur 17

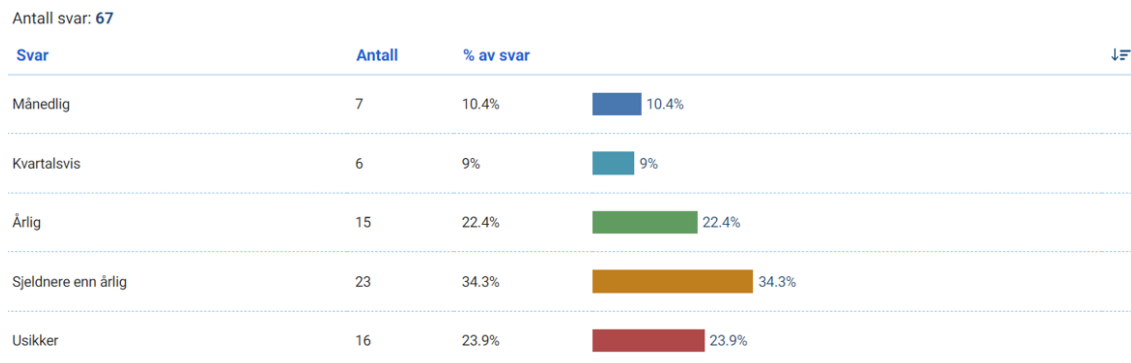
Antall svar: 68



Figur 17: Samsvarer den hydraulisk modellen med det reelle ledningsnett

Figur 17 viser også til statistisk avvik ettersom at kun 68 av 73 respondenter har besvart spørsmålet. Det er synlig at de 5 avvikende svarene tilhører respondenter som ikke har nettm modell ettersom at antall som har valgt dette alternativet er 8, og opprinnelig er det 13 kommuner som ikke har dette. Dermed har gruppen valgt å se på den prosentvise andelen, som utgir et mer korrekt resultat.

Videre ble respondentene spurt om hvor ofte nettmодellen oppdateres. Spørsmålet kunne besvares med flere alternativer. Alternativene var “månedlig”, “kvartalsvis”, “årlig”, “sjeldnere enn årlig” og “usikker”. Flertallet av kommunene oppdaterte nettmодellen årlig eller sjeldnere, se figur 18. Her har flere kommuner gitt uttrykk for at det kun gjøres oppdateringer etter behov ved blant annet planlegging av nye prosjekter og etter at prosjekter er utført.



Figur 18: Frekvens av oppdatering til nettmодell

Det er altså mangel på jevnlig oppdatering hos mange kommuner. En hovedårsak er kostnader, som medfører begrensede ressurser. I tillegg er kompleksitet av nettmодellen en grunnleggende årsak. Noen drikkevannssystemer kan være svært komplekse, med et stort antall komponenter og data som må oppdateres og vedlikeholdes regelmessig. Dette kan gjøre oppdateringsprosessen tidkrevende og utfordrende, noe som minimerer frekvensen av oppdateringer i nettmодellen generelt.

Noe som kan være årsak til mangel på jevnlig oppdateringer i nettmодell er holdningene til kommunen, og hvorvidt de anser nettmодell som et kostnadsbesparende verktøy. Hvor ofte modellen oppdateres er avhengig av om kommunen anser vedlikehold av nettmодellen som en prioritet. Som tidligere vist i figur 14, er det flere kommuner som stiller spørsmål til nytteverdien av nettmодell. Gruppen tolket dette som et resultat av en manglende bevissthet om viktigheten å oppdatere nettmодeller jevnlig. For å sikre effektiv drift og vedlikehold av drikkevannssystemet, er dette nødvendig. Det er altså et sterkt behov for å gjøre flere kommuner oppmerksom på dette, slik at dette prioriteres mer.

En middelstor kommune sin første modell er bare noen måneder gammel. “Vi har derfor ikke kommet så langt enda, men ser for oss et skippertak ved hjelp av konsulent om noen år”, utdypet respondenten. I mellomtiden har kommunen oppdatert med enkelte endringer på ledningsnett i modellen selv. Det er et eksempel på en utfordring flere kommuner opplever, nemlig mangel på kompetanse. Programvarene som brukes i dag er for kompliserte, og det er et behov for flere fagkompetente folk innen vann og avløp. En alternativ løsning er å forenkle selve programvaren som brukes.

4.3.3 Bruk av nettmmodell

En nettmmodell har flere formål. I spørreundersøkelsen ble respondentene bedt om hvor ofte nettmodellen deres ble brukt, og gjerne utdype hva den ble brukt til. Majoriteten av respondentene svarte at nettmodellen ble hovedsakelig brukt til kapasitetsberegninger.

Hvor ofte modellen brukes varierte veldig, og var avhengig av behovet. Noen kommuner bruker nettmodellen daglig eller ukentlig for simulering av brannvannskapasitet, mens andre omtrent 2 ganger i måneden ved forespørsel fra utbygger om kapasitet i kummer og ledningsnett for øvrig ved utbygging. “Modellen brukes også internt når vi skal legge ledninger for å beregne dimensjon”, utdyper et interkommunalt vann og avløpsselskap. Bruken av nettmodellen er altså svært relevant i forbindelse med reguleringsplaner og nye utbyggingsprosjekt, samt endringer av dimensjoner i nettet hos de fleste kommuner.

4.3.3.1 Revisjon av hovedplan

En liten kommune svarte at de bruker nettmodellen i forbindelse med hovedplan for vann og avløp. Hovedplanen for vann og avløp fungerer som et retningsgivende dokument som definerer målsettinger og strategier for oppbygging og vedlikehold av vann- og avløpssystemet. Nå benyttes den for å simulere trykk og vannmengde ved utbygginger i denne kommunen. Flere kommuner gjør lignende og bruker nettmmodell under revisjon av hovedplanen for vann og avløp.

4.3.3.2 Utvikling av reguleringsplan

Mange benytter nettmodellen ved utvikling av ny reguleringsplan eller ny kommunal infrastruktur. Dette kan være ved utbygging av nyanlegg, bolig, næringsområder, renovering eller ved sanering av gamle anlegg. Under prosjektering utsendes ofte spørsmål fra ulike utbyggere eller detaljregulering om for eksempel slokkevannskapasiteten i området. Dersom utbygger planlegger å bygge et vannkrevende næringsbygg, må det vurderes tiltak og konsekvenser på området rundt samt kapasitet på ledningsnettet. Tiltak på nett gjennomføres i samarbeid med plan- og driftsavdeling.

4.3.3.3 Oversikt over trykksoner

Utbyggere ønsker også å få innsikt i trykksoner. Dette er for å avdekke områder som vil få lavt trykk ved vannavslag og endringer i nettet. I visse tilfeller kan vannavslag være påkrevd for å sikre at deler av vannsystemet er uten trykk, noe som muliggjør utførelse av arbeid på ledningsnettverket. Hvilke områder som påvirkes av dette kan oppdages gjennom nettmmodell, slik at beboerne i området kan informeres på forhånd og forberede hushold ved eventuell stenging av vann. Vanntrykk regnes som den beste beskyttelsen mot potensiell forurensning i drikkevannet, og ved vannavslag vil trykket synke og beskyttelsen vil falle bort. I slike tilfeller kan spredningsanalyser eller beredskapsanalyser utført i nettmodellen oppdage og hindre spredning av forurenset vann.

4.3.3.4 Kapasitetsberegning

Ved snakk om kapasitetsberegning utdypet flere at modellen brukes til kapasitetsberegning for tilkoblingspunkter. Dette kunne være aktuelt ved for eksempel utvidelser, endringer av vannledningsnett, brannvannsanalyse og utarbeidelse av spyleplaner. Her er gjengående funksjoner til nettmodellen å kontrollere teoretiske trykkforhold, kapasitet og oppholdstid. Dette gjøres gjennom slokkevannsberegninger, beregninger av effekt av nye tiltak, analyse av vannalder og spredning.

Kapasitetsvurdering under rehabilitering har som formål å avklare behov for oppdimensjonering eller mulighet for neddimensjonering. Slik kan nettmodeller brukes til å finne riktige dimensjoner og effektive tiltak når man skal gjøre endringer på ledningsnett.

4.3.3.5 Brannvannsberegninger

Vurdering av brannvannskapasitet er det nettmodellen brukes mest til. Her har flere kommuner nevnt at nettmodell benyttes til dette flere ganger i måneden, og i noen tilfeller minst én gang i uken. Nettmodellen inneholder informasjon om brannvannsdekning ved nybygg innen eksisterende områder, men brukes også ofte til å kvalitetssikre tilstrekkelig vannforsyning til bygg med sprinkelanlegg. Dette er ofte aktuelt ved utbygging av boligfelt og næringsbygg etter henvendelse fra brannkonsulenter. Det blir altså brukt til å teste ulike slokkevannssituasjoner. For eksempel utføres brannvannsberegninger og simuleringer av brannvannsuttak for å se om den eksisterende mengden er tilstrekkelig og hva som skjer i nettet ved store uttak. Ut ifra resultatene kan man tilpasse dimensjoner i forhold til drikkevann og brannvannskapasitet og legge inn nye tilkoblinger, samt planlegge utvidelser av kapasitet i ledningsnett.

4.3.3.6 Valg av ledningsdimensjoner

Analyser og kartlegging gjennom hydrauliske nettmodeller kan predikere utfall av ventilstenging, stenging av større ledninger (> 300 mm), reduksjon av dimensjon og prosjektering av ny vannledning. I tillegg til konsekvensene på ledningsnett ved installering av nye stasjoner, basseng, ledninger og ventiler. Slik kan kapasitetsberegninger være til hjelp ved valg av blant annet ledningsdimensjoner. Fra disse beregningene kan det også hentes analytiske modeller som QH-kurver og slokkevannskart.

4.3.3.7 Lekkasjearbeid

Lekkasjearbeid er et viktig bruksområde til nettmodeller. Gjennom lekkasjesøk kan man lokalisere vannledninger der reparasjoner bør prioriteres. Ved simulering av vannstrøm kan det identifiseres områder med unormal vannstrøm eller trykkfall, som kan indikere mulige lekkasjer.

Det er altså store variasjoner i bruken av nettmodell blant kommuner. En stor kommune uttrykte at de bruker modellen nesten daglig, og mest for brannvannsforespørsler og sprinklerberegninger. Den blir også brukt ved konsekvensutredning når ledninger skal legges om, ved opp- eller neddimensjonering av ledninger, trykk- og forsyningsvurderinger samt vurdering av vannalder, vannhastigheter

og vannretning. Hos andre kommuner, som for eksempel en liten kommune skrev, hadde de ikke tatt i bruk modellen ennå, men oppdatering og opplæring var pågående. Et mønster her er at en del kommuner som ikke bruker hydraulisk modell mye akkurat nå, ønsker å øke bruken med økende erfaring. “Kanskje dobbelt så ofte”, skriver respondenten fra en middelstor kommune.

Sandnes kommune som tidligere nevnt bruker allerede Gemini Hydraulics til å utføre brannvannsanalyser. De hadde brukt modellen flere ganger i løpet av året, og uttrykte stor tilfredshet med verktøyet.

4.3.4 Verdi av nettmodell

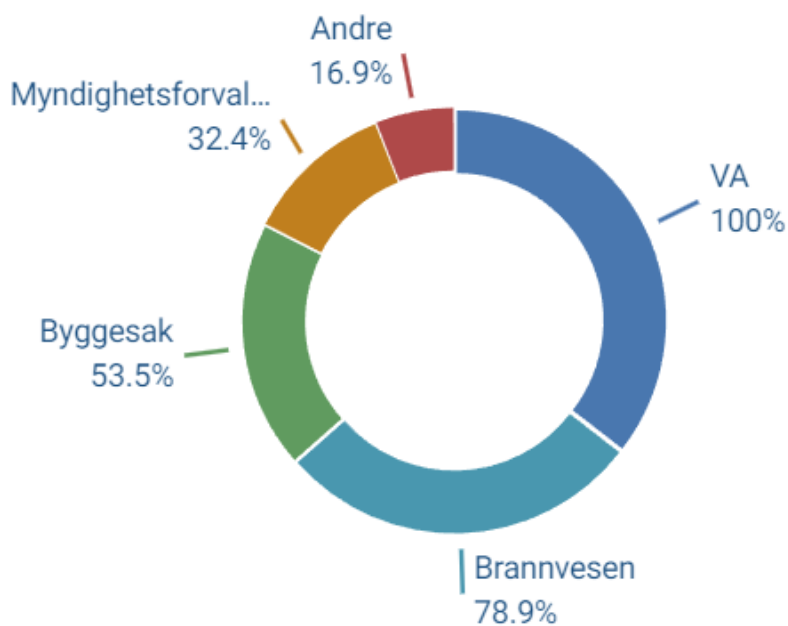
Etter å ha sett de forskjellige bruksområdene til en hydraulisk modell, er det tydelig at det er stor nytteverdi å bruke slike modeller. Men hvem og hvor mange kan ha nytte av tilgang til disse hydrauliske nettberegningene? Etter å ha spurt respondentene i undersøkelsen var det flere som var usikre og en del som estimerte at 2-5 personer kunne nytte av en slik modell. Et interkommunalt vann og avløpssekskap påpekte at kun ansatte hos dem kunne nytte av nettmodell, ettersom at en måtte ha kunnskap om VA-nett og VA-fag for å kunne bruke modellen riktig.

Noen kommuner svarte at enheter som brannvesen og byggesak kan oppleve en slik nettmodell som nyttig. Dette kan være gjennom f.eks. forgiftning av drikkevann eller ved endring av spyleplaner. Brannvesen samarbeider med flere kommuner og kartlegger manglende kapasitet på brannvann, brannkummer og brannhydranter via modellen. Mens andre kommuner mente at det ikke var ønskelig at f.eks. plan og byggesak hadde tilgang til dette, da modellberegninger kan tolkes feil, dersom det brukes av folk med begrenset kompetanse innen VA. Beregningene burde gjøres av kyndig personell. Andre etater i kommunen kunne spørre ved behov, slik at de fikk en kunnskapsbasert vurdering av resultatene.

En respondent påpekte vanskeligheten med bruk og utnyttelse av nettmodell. Det å modellere et ledningsanlegg krever at en må ha genuin interesse for hvordan nettet er bygget opp (høy- og lavtrykksoner, soneventiler, normale ventilstillinger osv.), samt hvordan modelleringsverktøyet er utviklet. Dette er en oppgave som ikke kan gjøres to til tre ganger i året, men må utføres kontinuerlig. Det er en viktig oppgave og må derfor utføres av personer som er over gjennomsnittet interessert i å finne ut av trykk og kapasitet på et sted i vannledningsnettet. Mangel på interesse i fagfeltet vil dermed minke nytteverdien av slike nettberegninger.

Et viktig faktum som må påpekes er at tilgang til nettmodellen ikke kan deles ut til alle. En nettmodell har sensitive opplysninger om vannforsyningen i kommunen og kan ikke deles ut til hvem som helst. Likevel kan flere enheter ha nytte av beregningene utført i en slik hydraulisk modell.

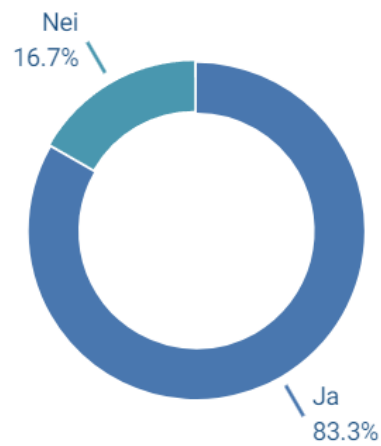
Et flervalgsspørsmål dreide seg om hvilke etater eller avdelinger i kommunen som ville ha nytte av hydrauliske nettberegninger. Etterfulgt av VA, stemte et stort flertall på brannvesen, og deretter myndighetsforvaltning og byggesak. Se fordelingen i figur 19 under.



Figur 19: Hvem har nytte av nettmodell

4.4 Fremtidig anvendelse av Gemini Hydraulics

Gemini Hydraulics er en analyseløsning som har som formål å binde Gemini VA basen med DHI sin Mike+ -modell og kjøre analyser på vannforsyningen direkte fra Gemini sitt webbaserte kart. Med denne introduksjonen av programvaren ble respondentene spurt om de hadde hørt om Gemini Hydraulics tidligere, ettersom at den er relativt ny.



Figur 20: Andel som har hørt om Gemini Hydraulics

Figur 20 viser andelen som har hørt om Gemini Hydraulics. Dette overrasket gruppen. En majoritet på 83,3 % hadde allerede hørt om Gemini Hydraulics, som figuren ovenfor viser.

Som et etterfølgende spørsmål ble respondentene bedt om å beskrive hvordan de forestilte seg å anvende Gemini Hydraulics, og om dette kunne være nyttig for dem. Det var stor variasjon i svarene til respondentene ved dette spørsmålet. Programmet var ukjent for en del kommuner. En respondent så for seg at de ville benytte Gemini Hydraulics slik som de benytter modellen de allerede hadde, bare at det ville bli smidigere, enklere og forhåpentligvis billigere, siden de ikke blir avhengig av ekstern konsulent. De fleste respondentene forestilte seg at det omhandlet analyse og vurderinger av hvordan ledningsnettets ville “oppføre” seg basert på ulike scenarier, undersøkning av alternative løsninger og brannvannskapasitet. I tillegg ble avdekking av eventuelle feil i datagrunnlaget sett på som aktuelt. Sandnes kommune brukte Gemini Hydraulics allerede primært for å besvare forespørsler fra konsulenter knyttet til bl.a. prosjektering av sprinklersystem.

En annen respondent som hadde fått demonstrasjon av programvaren oppfattet den som en lett-fattelig modell som flere kunne bruke. Respondenten mente det var positivt at programvaren var koblet mot kartverket og alltid oppdatert. Det var flere kommuner som var nysgjerrige på f.eks. brukergrensesnittet, og ønsket en demo av løsningen. Dette kan oppnås gjennom workshops og videomøter mellom enkelte kommuner og Volue.

Likevel er det en del som stiller spørsmål til kostnader. En middelstor kommune uttrykte at de allerede hadde betalt for Aquis som de opplevde som et bra program. Respondenten beskrev at dersom det var mulig å få koblet Aquis til Gemini Hydraulics, så hadde det nok vært større sannsynlighet for at de ville ha benyttet programmet. Det var også et ønske om å kunne koble det til Epanet. “Egentlig skulle det være mulig å koble alle de ulike hydrauliske nettanalyseprogram til Gemini Hydraulics slik at alle stiller likt”, skriver respondenten fra en middelstor kommune. Slik var det flere kommuner som per dags dato allerede benyttet seg av Aquis eller Epanet, og dermed var usikre på om det var verdt å bytte til Gemini Hydraulics.

Ikke alle respondentene var like optimistiske. Noen mente programvaren ikke ville kunne erstatte en komplett nettmodell som ble kjørt av personer med kompetanse på vannmodellering og kommunens ledningsnett. Et interkommunalt vann- og avløpsselskap hadde allerede fra etablering av modellen implementert innsynsverktøyet WaterNet Advisor. For dem var det ikke aktuelt å ta i bruk Gemini Hydraulics da deres inntrykk var at den hadde færre verktøy/applikasjoner enn WNA. Respondenten fra en middelstor kommune sa følgende: “Vi er redd ledningsdataene ikke er gode nok, og at oppdatering derfor ikke går så smooth som det er lagt opp til (vi har en ledningsdatabase som er veldig oppdatert om man tenker rent kart, men ikke nødvendigvis 100 % på egenskaper)”. Konsulentene deres hadde også uttrykt skepsis til at dette ville fungere. Slik var det noen som ønsket å vente til produktet hadde “modnet” seg litt mer. Det er dermed tegn til skepsis rundt Gemini Hydraulics på markedet blant godt etablerte konkurrenter.

På tross av dette hadde de fleste en positiv holdning og var åpne til å teste Gemini Hydraulics. Dette viste en middelstor kommune som var ganske fornøyd med Epanet per dags dato. Kommunen så imidlertid fordelen med å ha nettmodellen i samme system som ledningskartet samt at ledningsdata i modellen oppdateres automatisk fra Gemini Portal+, da det er mye jobb å oppdatere dette manuelt. En liten kommune med begrenset antall ansatte, anså programvaren som nyttig.

Flere kommuner mente at Gemini Hydraulics kunne vært nyttig da man i større grad kan vise kapasiteter i VA-kartet som benyttes av mange innen VA-avdelingen. I dag opplever enkelte kommuner at teoretiske beregninger fra nettmodellen er fjernt fra det de jobber med. Videre utvikling av modell og innhenting av data til ledningsnett kan videre gi mulighet for å kunne finne feil i modell eller feil i ledningsnett, eksempelvis ukjent stengt ventil.

Det er tydelig at det var en kombinasjon av både positive og negative holdninger til programvaren. De fleste var imidlertid nysgjerrige, og ønsket å vite mer. En av respondentene kom med noen gode spørsmål. Etersom at all kalibrering skjer etter sanntidsdata, hender det jevnlig at modellen justeres vekk fra kartdatabasen for å overensstemme med faktiske måledata. I slike situasjoner vil ikke automatisk oppdateringer nødvendigvis stemme bedre med en faktisk situasjon. Denne respondenten lurte også på hvem som skulle drifte/vedlikeholde en slik modell. Hvordan f.eks. trykksoner vil oppdateres ved bl.a. automatisk justering av en soneventil. Dette er gode spørsmål for videreutvikling, og kan drøftes nærmere i kapittel 6 om mulige ideer eller konsepter som Gemini Hydraulics kan utvikles videre på.

5 Dybdeintervjuer

Dybdeintervju er en kvalitativ undersøkelsesmetode der formålet er å oppnå dybdekunnskap om meninger, holdninger eller ønsker til respondentene. [32] I starten av semesteret hadde gruppen lite forståelse av konseptet bak en nettmodell for et drikkevannsystem. Etter å ha snakket med både ekstern veileder fra Volue, rådgiver fra DHI og motatt svar fra spørreundersøkelsen opplevde gruppen at konseptet bak en nettmodell begynte å virke mer forståelig.

Spørsmålene i spørreskjemaet er basert mye på den grunnleggende informasjonen som ble oppnådd fra møtet med rådgiveren fra DHI. Etter å ha mottatt flere kvalifiserte besvarelser fra spørreundersøkelsen, ble et utvalg av kommuner forespurt om muligheten til å ha et dybdeintervju. Formålet var å få en utvidet forståelse for svarene fra spørreundersøkelsen. Slik har gruppen brukt dybdeintervju til å samle inn erfaringer fra forskjellige folk som jobber innenfor VA-feltet.

5.1 Utvalg av kommuner

Valg av kommunene var basert på besvarelsene mottatt fra spørreskjemaet. Gruppen leste gjennom alle svarene, og dersom noe var uklart eller interessant å kunne utdype fra en spesifikk kommune ble navnet på denne kommunen notert ned. Det ble forsøkt å ta kontakt med 9 kommuner, men enkelte var ikke interessert i å ta et dybdeintervju. Da endte en opp med å ha intervju med 6 kommuner og 1 interkommunalt vann og avløpsselskap. Kommunene som deltok var Etne, Gratangen, Rana, Sandnes, Sortland og en anonym kommune. Det ble også tatt et intervju med Godt Vann. Det ble avholdt et møte der det ble diskutert hvorfor disse kommunene ble valgt og tips til hvordan gruppen burde strukturere intervjuene med Volue. Etter møtet fikk gruppen tilsendt en liste over telefonnummer og eposter til de utvalgte kommunene for å få kontakt med de.

5.2 Forarbeid

Hvert gruppemedlem tok kontakt med tre kommuner hver, siden det var totalt ni kommuner. Før intervjuene var det essensielt at gruppen utformet en overordnet intervjuguide. En intervjuguide er en form for manuskript som inneholder spørsmål og tema som skal gjennomgås under selve intervjuet. Formålet med en slik intervjuguide er å holde det så strukturert som mulig. Dette effektiviserer prosessen for både intervjuer og intervjuobjekt.

Intervjuguiden besto for det meste av de samme spørsmålene fra spørreskjemaet, se vedlegg B. Forskjellen var at de som ble intervjuet skulle utdype svarene sine, altså forklare dypere hvorfor og hvordan de ulike tingene fungerte. For hvert intervju virket intervjuguiden som en mal, og før et intervju forberedte hvert gruppemedlem seg og tilpasset skjemaet til den individuelle kommunen. Dette ble gjort ved å notere ned hva kommunen hadde svart tidligere i spørreundersøkelsen, og lagt til flere spørsmål som var relevant ut ifra svarene deres.

5.3 Utførelse

Intervjuene ble avholdt gjennom både teams og over telefon. Varigheten på intervjuene var gjennomsnittlig mellom 30 til 40 minutter. Intervjuet startet med at intervjuer presenterte seg selv og problemstillingen til bacheloroppgaven. Deretter ble intervjuobjektet bedt om å presentere seg selv, altså navn og stilling. Så begynte selve spørsmålene. Selve intervjuet hadde 20 hovedspørsmål fordelt over 6 temaer. Først ble kommunen spurt 6 spørsmål generelt om vannforsyningssystemet hos dem. Dette var spørsmål om de hadde etablert nettmødel for vannforsyningssystemet, hvem som var ansvarlig, om den var i samsvar med ledningskartverket, hvilke hydrauliske nettanalyseprogrammer som ble benyttet og identifisere mangler med dagens modell dersom kommunen skulle oppleve dette.

Neste tema var oppdatering og bruk av nettmødel. Her ble respondentene spurt 4 spørsmål, deriblant hvem som er ansvarlig for oppdateringene, hyppighet av bruk og oppdateringer av mødel og formålet bak bruken. I tillegg ble kommunene spurt om dersom det ble nødvendig å engasjere eksterne konsulenter, hva vanlig kostnad for disse tjenestene var og hvilke oppgaver de typisk utfører. Og om det var et forsøk på å begrense bruken av eksterne konsulenter av økonomiske årsaker. Flere av kommunene hadde ikke så mange tanker rundt dette.

Tredje tema i intervjuguiden omhandlet ledningsdatabase og grunnlag. Dette var 2 spørsmål om kvaliteten på kommunens ledningsdatabase, om den er tilstrekkelig oppdatert og eventuelt hovedårsakene til at kommunen ikke hadde etablert en nettmødel. Her hadde kommuner krysset av en del generelle årsaker i spørreskjemaet, og gruppen ønsket en mer utdypet forklaring bak årsakene.

Etterfølgende tema var potensiell nytte og interesse for nettmødel. Her var det 2 korte spørsmål om hvilke brukere og avdelinger som kan få nytte av en slik mødel. Neste tema handlet om Gemini Hydraulics. Kommunene ble spurt 4 spørsmål om de hadde hørt om den tidligere. De ble også spurt om hvordan de så for seg å anvende Gemini Hydraulics, og om mulige fordeler og ulemper ved et slikt program. Videre ble de spurt om de så noen utfordringer med å implementere Gemini Hydraulics, for eksempel om det var noe bekymring rundt kostnadene ved å etablere en mødel. Og basert på egne erfaringer om kommunene opplevde spesifikke analyser eller funksjoner, utover de som allerede eksisterer i Gemini, som kommunen mente ville vært gunstig å inkludere.

Siste tema var fremtidige utfordringer og trender. Dette var 2 spørsmål om hva de mente var de mest betydningsfulle utfordringene og mulighetene for videre forskning og utvikling innenfor nettmødel for vannforsyningssystemer. De ble også spurt om hvordan de personlig trodde fremtidige trender ville forme dette feltet. Deretter avsluttet intervjuer med å takke for deltakelsen og den verdifulle informasjonen. Videre ble intervjuobjektet tilbudt muligheten for ytterligere spørsmål eller tilleggsinformasjon. Til slutt ble intervjuet avsluttet med informasjon angående oppfølging og bruk av dataene fra intervjuet i bacheloroppgaven og samarbeidet med Volue.

5.4 Intervju med kommuner

5.4.1 Sandnes kommune

Sandnes kommune var en av kommunene som ble intervjuet som gruppen forøvrig har hatt et samarbeid i forhold til testing av Gemini Hydraulics. Det ble i intervjuet lagt vekk på deres erfaringer med verktøyet.

Sandnes forklarte at de fikk en forespørsel fra Volue om å være testkommune før Gemini Hydraulics ble lansert på markedet. Dette var en del av motivasjonen bak valget av Gemini Hydraulics som nettmmodellverktøy, men hovedsakelig var det et ønske om å få et verktøy for lett og oversiktlig kartlegging av brannvannskapasitet av hele kommunen. En annen faktor var på bakgrunn av forespørsler fra konsulenter om å gi data til blant annet kapasiteten fra ledningsnettet, utdypende respondenten fra Sandnes. Sandnes så på programvaren som et godt verktøy de ønsket å teste, etter å ha opplevd synkroniseringen mellom Gemini databasen og den hydrauliske modell som en viktig funksjon.

Ved spørsmål om hvordan Sandnes kommune anvendte Gemini Hydraulics i dag svarte respondenten “hovedsakelig brannvann”. I tillegg benyttes det til å svare på forespørsler fra konsulenter som er avhengig av data innen brannvannskapasitet, utbygging av nye boligprosjekter, sprinklersystemer etc. Programvaren ble opplevd som et godt verktøy som ga et overblikk over hele ledningssystemet. “Den gjør det oversiktlig og lett å avdekke enkelte områder som har utfordringer med brannvann”, forklarte respondenten videre. En indirekte funksjon som Sandnes har hatt nytte av er kvalitetssikring av Gemini VA. Slik har det vært mulig å avdekke ting som ikke stemmer gjennom resultater og vært mulig å undersøke om alt er riktig programmert.

Implementeringen av Gemini Hydraulics har påvirket Sandnes kommunes evne til å håndtere vannforsyningssystemet på flere måter. For det første er det blitt lettere å hente dataene ut ifra modellen og avdekke hva som mangler i databasen. Det ble påpekt at noen nye funksjoner i de nyeste oppdateringene som f.eks. kritikalitetsanalyse og vannalder er ikke tatt i bruk enda.

Videre ble kommunen spurt om det hadde vært noen utfordringer eller begrensninger i bruken av Gemini Hydraulics og hvordan disse hadde blitt håndtert. Da Sandnes hadde vært en forsøkskommune fra starten hadde de opplevd forventede «barnesyntomer», ettersom at det var en selvfølge at ikke alt var helt riktig modellert. “Så det var naturlig å forvente”, uttrykte respondenten fra Sandnes. Ellers var det ikke så store utfordringer. Sandnes hadde hatt dialog med Volue for å rette opp i de utfordringer som følge av “barnesyntomene”. Volue fikk innspill og tilbakemeldinger, og løste problemene enten direkte fra Volue eller gjennom DHI. Sandnes kommune opplevde implementeringen som en gjensidig prosess der de har sagt fra om hva de ønsker og eventuelle feil, og at det deretter ble håndtert.

Det ble spurt om det hadde vært opplæring og støtte fra leverandøren under implementeringen

og etterpå. Sandnes kommune hadde ingen formell opplæring, og så heller ikke veldig behov for opplæring. Det ble helt i starten gitt en presentasjon av verktøyet og en forenklet bruksanvisning. Siden verktøyet i utgangspunktet er intuitivt hadde de prøvd seg litt frem selv i tråd med at produktet hadde vokst mens de hadde brukt det.

Sandnes sine perspektiver angående hindringer og utfordringer var at det viktigste med en hydraulisk modell som ligger i bunn, på ingen måte en selvfølge. Ikke alle kommuner hadde det, spesielt ikke mindre kommuner. En hydraulisk modell måtte være oppdatert på implementeringstidspunktet. Spesielt med tanke på synkronisering er det viktig at Gemini databasen er fullstendig og at dataen i Gemini databasen er lagt hydraulisk riktig, dvs. reflekterer virkeligheten altså det fysiske, egenskaper og prosesser.

Det å legge inn slik data er en stor jobb i Gemini VA. Noe som ofte blir gjort er at konsulentene dumper alt som finnes i Gemini database og fyller på manglende data i Mike+. Oppdateringer må dermed gjøres på to plasser. Dette vil unngås med synkroniseringsfunksjonen. Det er en fordel at alt er inne i Gemini VA fra starten og ved eksport vil all nødvendig informasjon komme inn i Mike+, utdypende respondenten med sine erfaringer. Personen hadde snakket med andre kommuner som hadde et inntrykk av at det var en uoverkommelig vei til å lage en Gemini VA som var god nok, men mente selv at dette bare var noe som må gjøres én gang.

Til slutt ble Sandnes spurt om de så noen områder hvor Gemini Hydraulics eller andre nettmødelverktøy kunne forbedres for å bedre imøtekomme behovene til kommunene i fremtiden. Her ble det nevnt synkroniseringsfunksjonen. Ved synkronisering ville nye ledninger som var etablert, ikke bli modellert i den hydrauliske modellen. Dette fordi Volue hadde programmert det slik at man får med seg endringer knyttet til eksisterende objekter. Erfaringsmessig ville det i de fleste situasjoner ikke bli endring av dimensjoner eller vanlige endringer som skjer i databasen. Veldig ofte ble nye rør lagt inn, også måtte de gå inn i den hydrauliske modellen og oppdatere databasen, opplevde respondenten. "Når de legger inn nye ledningstrekkninger med ID nummer, forsvinner noen rør mens nye kommer uten å bli modellert. Men dette jobber Volue med for å fikse", fortsatte respondenten fra Sandnes.

Et forslag til potensielle forbedringer og fremtidige behov med hensyn til andre kommuner var mer grunnleggende opplæring. Formelle kurs om alle funksjonene og god driftsinstruks som forklarer hvordan man skal legge data inn i Gemini for å gjøre det enklere å eksportere og bygge hydraulisk modell, ble anbefalt. Sandnes opplevde fortsatt noen ting som var uklare, f.eks. hvordan noen stikkledninger skulle legges inn. Derfor kunne det vært fornuftig med en form for driftsinstruks som viste hvordan ting skulle legges inn. Et kurs som ble avholdt var rettet mot hvordan man lå data inn i detaljmodus i Gemini VA. Men mange bruker ressurser på litt mer avanserte ting som f.eks. hvordan man skal legge inn stasjoner og høydebasseng.

Etter sine egne erfaringer hadde respondenten brukt mye ressurser på å legge inn data i detalj-

modus. For å kunne gjøre dette måtte man ha kontroll på trykksoneinndeling og det måtte være registret i Gemini VA. Dette var viktig, ellers hadde det blitt vanskelig å bygge om dersom man ikke har kontroll på dette. Det var viktig at de som lå det inn i Gemini VA visste hvordan dette gjøres, og respondenten hadde selv gjort ting feil, ble det forklart. Derfor var opplæring i form av kurs i programvaren essensielt for å ikke gjøre feil og for å kunne utnytte programvaren effektivt.

Intervjuet ble avsluttet med spørsmål om hva de trodde vil være de viktigste trendene og utviklingsmulighetene innen nettmøllverktøy for vannforsyningssystemer i fremtiden. Noe som hadde blitt diskutert lenge er statiske modeller som går på ubestemte tidspunkt, modellerer situasjoner som er lagt inn i modellen, forbruksmønster og dataene knyttet til ledningsnett. Her nevnte han stikkord som digital tvilling, modellere sanntidssituasjon, oppdage lekkasje og muligheten til å knytte modell til dataene fra forskjellige måleinstrumenter. Dette var gode ideer for drøfting i neste kapittel.

5.4.2 Sortland kommune

Etter å ha tatt kontakt med Sortland kommune, ble gruppen informert om at kommunen ikke hadde tid til et intervju. Likevel var de villige til å svare dypere på spørsmålene via e-post. Dermed utnyttet gruppen muligheten til å spesifisere spørsmålene utfra Sortland kommune sine svar fra spørreundersøkelsen, og sendte dem gjennom gitt mailadresse. Sortland kommune hadde i dag ingen nettmøll for analyser av vann eller avløpsnett. Derfor ble de spurt om de hadde opplevd mangelen på en slik nettmøll. “Vi ser stadig et større behov for å integrere dette inn i våre fagsystemer” svarte GIS Spesialisten innenfor vei, vann & avløp fra Sortland kommune.

Ved spørsmål om kommunen hadde interesse for å lage en Mike+-modell og kjøpe tilgang til Gemini Hydraulics, ble det forklart at kommunen akkurat nå hadde et større prosjekt. Dette handlet om analyser av fremmedvann i avløpsnett og simuleringer rundt både avløpsystemet og overvann. Det var dermed et ønske om at Volue kan kunne levere systemer som kunne integreres inn i dette prosjektet for å lettere analysere ut ifra målinger som blir utført. Selv om kommunen ikke hadde nettmøll per dags dato er det tydelig at de har et åpent og positivt syn på ideen, og ønsker å kunne satse mer på dette fremover med riktige fagsystemer og kompetanse.

5.4.3 Rana kommune

Rana kommune delte sine erfaringer med bruk av Epanet. “Det funker til å analysere brannvann og vannalder”, sier avdelingsingeniør i Rana kommune. “Har brukt tid på å verifisere og få modellen mest mulig realistisk, men kritikalitetsanalyse er ikke så enkelt å gjennomføre i Epanet”, blir det utdypet videre.

Selve nettmodellen var utviklet av kommunen selv, og samsvarte godt med Gemini VA. Kommunen oppdaterte også modellen selv. Her sier respondenten selv “ikke så ofte som en burde”. Prosjektene er i sommerhalvåret, og nettmodellen oppdateres ofte om høsten, blir det forklart.

De bruker konsulenter til prosjektering og rehabilitering av ledninger. I dag brukes modellen til å sjekke om det er nok kapasitet til å bygge ut et område. For eksempel om det er for store dimensjoner som er planlagt, og dermed nedjustere dimensjonen for å sikre god kvalitet på drikkevannet. Byggesaksbehandlere sender inn forespørsler om det for eksempel er nok kapasitet på et område når dette er relevant. Ellers benyttes nettmodellen til å sjekke om det er nok kapasitet, sjekke brannvann, til prosjekter og for å lage forskjellige scenarioer for å se hva som funker best.

Ved spørsmål om det var noen mangler med modellen kommunen brukte i dag svarer Rana kommune at det i dag oppleves masse manuelt arbeid med modellen. Og at det må legges inn manuelt etter endringer i Gemini VA. Dette var tidkrevende, og det var dermed et ønske om effektivisering av prosessen.

Respondenten sa at de “ser ikke for seg å lage en ny modell i Mike+ når den modellen de har i dag funker greit”. De er altså komfortable med de eksisterende ressursene, og det virker tidkrevende og ressurskrevende å bytte nettmodell. Respondenten ser fordel med at modellen blir oppdatert med å endre i Gemini VA for å spare tid, også at det blir samlet i Gemini-plattformen. Kommunen er dog fornøyd i dag med Epanet, siden den er gratis og tilfredsstillende kommunen sitt behov i dag. Kostnader var dermed også en faktor for kommunen ved valg av programvare. Rana kommune hadde ikke hørt om Gemini Hydraulics før intervjuet.

Siste spørsmålet omhandlet utfordringer og muligheter mulighetene for videre forskning og utvikling innen nettmodeller for vannforsyningssystemer. Her listet respondenten opp noen faktorer som reelt vannkonsum i ledningsnett i nåtid, data fra trykkmålere og få reelle verdier fra ledningsnett. I dag måtte de ut og teste ledningsnett for å få opp trykkverdier. “Har prøvd å stressteste systemet med å ta ut så mye vann som mulig og teste trykket i ledningsnett da”, sa respondenten. Det krevde mye ressurser. Videre var vedkommende også interessert i å få en analyse av restklor i vannet etter en gitt tid i modellen. Det hadde de ikke brukt i Epanet-modellen, men sier at det skulle være mulig å gjøre det. Dette var en mulighet flere kommuner kunne vært interessert i, og vil derfor drøftes i kommende kapittel.

5.4.4 Gratangen kommune

Enkelte kommuner hadde hatt intervjuene via telefon ettersom at det var enklere. Gruppen fikk muligheten til å snakke med en byggingeniør som var ansvarlig for drift i Gratangen. I spørreundersøkelsen hadde det blitt besvart at kommunen ikke hadde nettmødel, mens byggingeniøren sa de holdt på med Gemini VA nå og at de tidligere holdt på med et annet system.

Det som var interessant med svaret var at det ikke samsvarte med svaret fra spørreundersøkelsen. Årsaken til dette kan være noe form for informasjon- og kommunikasjonssvikt. I tillegg hadde bachelorgruppen stilt et spørsmål angående hvilke brukere i kommunen som kunne hatt nytte av tilgang til hydrauliske nettberegninger. I spørreundersøkelsen hadde det blitt svart "ingen", men dette var respondenten som ble intervjuet uenig i. Byggingeniøren forklarte at "det er veldig viktig ved feilsøking og graving, og dermed nyttig for flere avdelinger i kommunen".

Nettmødelen deres oppdateres årlig. "Det er en liten kommune på 1200 innbyggere", sa byggingeniøren og forklarte at de ikke hadde like stort behov for å oppdatere nettmødelen jevnlig slik som større kommuner kunne ha. Ved spørsmål om nettmødelen var godt oppdatert, hadde kommunen svart at den var dårlig i spørreundersøkelsen. Årsaken til dette hadde sammenheng med den pågående byttingen av programvare til Gemini, utdypet byggingeniøren. Om Gemini Hydraulics var nyttig måtte avgjøres av sammenligning med tidligere system, pris og oppdateringer. Noen av ønskene deres var utvidet info om hva som er i kummene, god spesifisering generelt og at kartene er riktige.

5.4.5 Etne kommune

Dette var også et intervju via telefon med VA-ansvarlig for Etne kommune. Kommunen hadde ikke nettmødel. Årsaken til dette var at det rett og slett ikke var en prioritet. "Det er ikke behov", sa respondenten. Ettersom at Etne kommune er en liten kommune på 5000 innbyggere, hadde de behov for dette en gang hvert tredje år, utdypet respondenten videre, og forklarte at en eventuell utbygger som ønsket nødvendige beregninger angående kapasitet selv hadde ansvar for dette. Utbygger måtte selv beregne og dokumentere for eksempel kapasitet til spinkelanlegg.

Kommunenens ledningsdatabase var moderat oppdatert. Forklaringen bak dette var at den besto av gammel data fra slutten av 90-tallet, og at nøyaktigheten av stikkledninger ikke hadde blitt dokumentert før ledningskartverket ble kommunalt. Her var det tydelig at konseptet nettmødel for drikkevannsystem ikke var vektlagt i kommunen ettersom at de ikke hadde opplevd behov for det, og dermed hadde de ikke fokusert på å innføre det heller.

5.4.6 Anonym middelstor kommune

Ikke alle kommuner ønsket å bli navngitt i bacheloroppgaven. Svarene deres er likevel nyttig for prosjektet, og dermed refereres kommunen som “middelstor” kommune basert på innbyggertall. Ved diskusjon om bruk av dagens nettmmodell uttrykte kommunen at de ikke hadde “identifisert noen spesifikke behov så langt”. Den eneste utfordringen ville vært oppdatering av kartdata, da oppdateringen ikke er en automatisk prosess og at det ikke oppdateres i samme program. Ettersom at den nåværende nettmmodellen er relativ ny, så hadde ikke denne middelstore kommunen noe erfaring med revidering eller kalibrering av nettmmodellen, og dermed ikke møtt på noen utfordringer i forbindelse med dette.

Kommunen viste generell skepsis til Gemini Hydraulics da oppfatningen er at Gemini Hydraulics var avhengig av en allerede etablert nettmmodell som de ikke selv kunne bygge. Ved spørsmål om hvordan kostnader påvirker kommunens vurdering av å implementere Gemini Hydraulics, og hvilken rolle dette spiller i beslutningsprosessen, vistes kommunens skepsis igjen. “Har allerede tilfredsstillende verktøy for å avdekke dette, og ses ikke på som kostnadseffektivt å investere mer i noe kommunen ikke har stort behov for”, utdypet respondenten.

Kommunen kjente til at Volue tilbyr mange moduler på markedet, som for eksempel moduler som bidrar til å finne lekkasjer. De så på Gemini Hydraulics som en “halveisløsning” da implementering av Gemini Hydraulics forutsetter at grunnlaget må bygges ved hjelp av en annen part (DHI), som er en ressurskrevende prosess. Dermed oppleves det ikke som lav nok terskel til å investere i programvaren. Respondenten uttrykte også at det var mangelfull informasjon fra Volue sin side. Dette kan forklare den generelle skepsisen. Kommunen var veldig fornøyd med dagens nettmmodell i Epanet. Den eneste utfordringene oppsto ved oppdatering av modellen, sa respondenten fra den anonyme kommunen. Et viktig poeng som kunne trekkes ut fra dette intervjuet var at mangel på informasjon kan føre til skepsis til mulige løsninger. Dermed ville opplæring og informasjonsformidling vært en essensiell del ved videreutviklingen.

5.4.7 Godt Vann i Glitrevannverket

Gruppen fikk intervjuet to respondenter fra Godt Vann i Glitrevannverket. Godt Vann er samarbeid mellom kommuner rundt Drammensregionen, og fungerer som en slags konsulent for kommunene hvor de gjør beregninger for kommunene. Disse kommunene inkluderer Drammen, Lier, Frogn og deler av Asker og Holmestrand.

Godt Vann brukte Mike+ og WaterNet Advisor. [33] “Dette ligner litt på Gemini Hydraulics”, sa den ene respondenten om WaterNet Advisor. Dette er et program som var utviklet av DHI og skulle blant annet vise ledningsnettverket til kommunen med realtidsinformasjon. [6] I WaterNet Advisor ble det gitt tilgang til kommunene hvor de kunne gjøre forskjellige beregninger forklares det. Selve nettmmodellen var utviklet av Godt Vann. Den endres etter behov. De hadde flere modeller

for kommunene, en for hvert vannverk. I dag kalibreres modellen i forhold til sanntidsdata. Det betyr at de har kalibrert dataen etter trykk observert i sanntid, slik at ruhet etc. ble endret etter sanntidsdata og ikke bruker data til ledningen som er oppgitt i Gemini VA. Parameterne i databasen kunne dermed være feil i forhold til reelle verdier. Slik forklarte den ene respondenten hvordan nettmodellen deres samsvarte med ledningskartverket.

Ved spørsmål om mangler med modellen kommunen brukte i dag, var svaret blant annet spredningsanalyse og vannaldersanalyse. I dag er det krevende å endre ledningsnett og simulere hva som skjer i ledningsnett. Det oppleves som vanskelig å bygge om ledningsnett i WaterNetadvisor og sjekke det nye forsyningssystemet. “Det hadde vært fint å kunne sammenligne flere scenarioer med hverandre på et område for å finne beste løsning”, sa Glitrevannverket. I dag hadde VA-avdeling i kommunene tilgang på WaterNet Advisor.

Godt Vann hadde hørt om Gemini Hydraulics, og var med på et prøveprosjekt i fjor. Likevel hadde de det bra i dag med WaterNet Advisor. I tillegg hadde de ikke Gemini Portal+ som underlag, og derfor ville det bli vanskelig å kunne bruke dette programmet forklares det.

Ved snakk om fremtidige trender som vil forme utvikling innen nettmodeller for vannforsynings-systemer, hadde Godt Vann flere gode tanker. Den andre respondenten så for seg å lage en mer moderne motor (Mike+) enn det som er i dag. Her nevnes Aquis som muligens en mer moderne modell. Det var et ønske om å bygge en sanntidsmodell i WaterNet Advisor og lage digitale tvillinger med sanntidsmålere som måler trykk, nivå på høgdebasseng, vannmengdemåler og pumpestatus. Målet var å få dette implementert i WaterNet Advisor. Godt Vann holdt på med å koble dette sammen. Slik fikk de en bedre kalibrert modell. Den viste for eksempel en forventet verdi på trykk der en ikke hadde trykkmåler. Da ville ledninger bli kalibrert og gitt ny ruhet etter målinger som ble gjennomført på disse stedene slik at modellen ble ganske korrekt.

Den andre respondenten nevnte også at kvaliteten til vannforsyningsnett ikke var tilstrekkelig godt nok til å kunne modellere en modell uten videre. Det er krevende å modellere og man må ha mye informasjon om for eksempel pumpekurver og dette krever god kvalitet på nettverket. Respondenten tror også at flere kommuner som ikke hadde modellert før, ikke hadde denne informasjonen lett tilgjengelig for å lage en modell. En gammel pumpe kan ha fått en ny pumpekurve som kan gjøre modellen helt annerledes enn den er i virkeligheten. Slik påpekte respondenten utfordringer som flere kommuner kunne oppleve.

6 Diskusjon

Dette kapittelet handler om hvordan Gemini Hydraulics kan utvikles i fremtiden. Det vil ta erfaringer fra de tidligere kapitlene og det vil bli lagt frem ideer og det vil bli diskutert for mulig fremtidig utvikling av Gemini Hydraulics.

6.1 Innspill fra intervju

I dag har Gemini Hydraulics tre primære analyser, som nemt i kapittel 3. Siden dette er et forholdsvis nytt program, er det stadig under utvikling. I løpet av intervjuene som ble gjort, har en funnet ut av flere ulike funksjoner som er etterspurt av kommuner i et analyseprogram som Gemini Hydraulics.

Data som er spesielt nyttig å ha i et verktøy som Gemini Hydraulics, er muligheten for å kunne få sanntidsdata. Dette innebærer å ha smarte målere i vannsystemet som kan måle vannforbruk, trykk og annet utstyr i sanntid, som høydebasseng. Under dybdeintervjuet med Godt Vann sa de at dette er under arbeid med å få implementert et slikt system i Waternet Advisor. Da vil en få en bedre oversikt over vannforsyningsnettets i kommunen.

Dette er et viktig steg å gå for å kunne lage en digital tvilling av vannforsyningsnettets. Det kan også bli mulig ved et slikt system å finne ut av estimert trykktap i ledningsnettets. Hvis du har et vanntrykk i en smart vannmåler på et sted i ledningsnettets og et annet trykk en annen plass, kan en ved hjelp av dette finne ut av ruheten til ledningen. Ved å bruke disse dataene kan det bli funnet ut hvilke ledninger som har størst tap på grunn av stor ruhet. Hvis et område har for lite trykk og ledningene der har en høy ruhet, kan en da finne ut hvilke ledninger som bør byttes ut for å øke kapasiteten.

I en rapport fra Norsk Vann er det estimert et behov for å investere 81 milliarder kroner til ledningsnettets for vannforsyning. [34] For å kunne gjøre disse investeringene best mulig, er den en fordel å kunne bruke en digital tvilling. Da er det mer oversiktlig å finne ut hvor det må byttes ledninger og gjøre investeringen mest mulig lønnsom vil derfor være viktig fremover. Gemini Hydraulics kan gjøre dette ved å ta i bruk smarte målere på vannforsyningsnettets og vise hvor behovet er størst. Det kan for eksempel bli laget mulighet for å filtrere ut hvor i nettets det er størst tap i trykk, enten på grunn av høy ruhet eller brudd i ledning. Med å vite det er det lettere å ta gode avgjørelser til oppgradering av ledningsnettets.

I dag vil modellen bli oppdatert etter informasjonen som er lagt inn i modellen fra Gemini Portal/Mike+. Disse parameterene som er gitt der trenger ikke nødvendigvis å stemme, som Godt Vann har erfaringer med. Ofte må en endre for eksempel ruhet til ledningen for å få rett reell trykk som er blitt målt i ledningsnettets. Dette kan bli mulig å endre på om det blir montert smarte målere i ledningsnettets som blir koblet opp til Gemini Hydraulics.

Et annet hinder som Godt Vann nevnte er muligheten til å sammenligne ulike løsninger på ledningsnett. Dette er for å kunne forbedre og oppgradere vannforsyningsnett. Slik det er nå er det tungtvint å lage flere ulike løsninger på et område i et program og gjøre en simulering av hva som skjer i ledningsnett. For å gjøre dette i dag må modellen som er i dag, bli endret på og dette er tidkrevende arbeid. Det blir da enda mer krevende om det skal bli vurdert flere potensielle løsninger. For å kunne forbedre dette i Gemini Hydraulics kan det for eksempel bli implementert en løsning til å kunne tegne opp nye ledninger på i et område. Dette kan bli gjort slik at det blir enkelt å lage flere mulig løsninger på samme plass og som er relativt lett å lage. Når dette har blitt gjort, kan det bli foretatt simuleringer til de nye og potensielle nye ledningene i Gemini Hydraulics. Etter å ha sett på flere løsninger og sammenlignet de, kan det bli tatt en beslutning til hva som er den beste løsningen i dette området til å tilfredstille kravene som er blitt satt.

I samtale med flere kommuner har flere sagt de ikke er villig til å lage en ny hydraulisk modell til vannforsyningsnett sitt. Dette fordi kommunen er fornøyd med modellen de har i dag og det vil ikke være hensiktsmessig å lage en ny modell i Mike+. Dette vil føre til at den kommunen ikke kan ta i bruk Gemini Hydraulics siden det krever Mike+ som modell på ledningsnett. Det er nok ikke enkelt å kunne implementere flere modeller, som eksempelvis Epanet, men om mulig vil Gemini Hydraulics nå ut til langt flere kommuner. Det vil føre til at mengden kommuner som kan ta i bruk programmet vil øke vesentlig, siden "bare" 26 % av kommunene har Mike+ i dag, som vist i figur 15.

En analyse som ikke er mulig i dag i Gemini Hydraulics, er analyse av restklor i drikkevannet. Dette er et mål på mengden klor som er i drikkevannet etter en viss tid i et gitt punkt i nettverket. Desinfisering med klor er en av den mest brukte metodene for å rense vannet på, og kan derfor være interessant å kunne analysere. [35] Rana kommune nevnte at de er interessert i å kunne bruke en analyse til å måle restklor og se hvordan nivået av klor i vannet vil endre seg og finne ut i hvilke områder det er problem med mangel på klor. Dette kan bli sett i sammenheng med analysen til vannalder og om kommunen har et register etter innmeldte klager på vannkvalitet, kan det bli sammenlignet opp mot de to analysene som har blitt gjort. Er det sammenheng mellom disse analysene og innmeldte klager, vil det indikere svakheter med dagens forsyningsnett og tiltak bør bli gjennomført for å levere bedre vannkvalitet.

En annen fordel med Gemini Hydraulics er den automatiske oppdateringen av modellen når Gemini Portal+ blir endret. I dag må kommunene som har Gemini Portal+ og en nettmmodell oppdatere hver for seg. Dette er en tungvint prosess som fører til en modell som ikke samsvarer helt med det reelle nettverket, siden oppdatering av nettmmodellen gjerne blir utsatt. Som figur 16 viser, ser en at over halvparten av kommunene har en godt oppdatert modell. Når en derimot ser på frekvensen av oppdateringer, som figur 18 viser, ser en at over halvparten av kommunene oppdaterer modellen årlig eller sjeldnere. Dette er nok ikke det største problemet siden under 1 % av ledningsnettene blir fornyet hvert år. [36] Det er dermed ikke så farlig om modellen ikke blir oppdatert kontinuerlig etter fornyelse av ledningsnettene. Da er det større gevinst i å arbeide med å ha en mest mulig korrekt nettmmodell av ledningsnettene.

Et annet aspekt med automatisk oppdatering av nettmmodellen er at ruheten til ledningen ikke nødvendigvis er korrekt med ruheten når ledningen var ny. Godt Vann nevnte at de korrigerer modellen sin etter utførte målinger for å få modellen likt det reelle vannforsyningsnettene. Når det blir foretatt målinger må gjerne modellen bli endret på for å bli likt det reelle ledningsnettene. Her vil det hjelpe med å få trykkmålere i ledningsnettene som kan gjøre at nettmmodellen kalibrerer seg etter målingene for å være mest mulig likt ledningsnettene.

6.2 Innspill fra testing av Gemini Hydraulics

Testingen underveis i Gemini Hydraulics har vist gruppen et program som fungerer til dagens analyser. For å kunne utvikle programmet er en potensiell idé å kunne kombinere analysene. I dag når det blir endret på rørdiameter til en ledning, vil det ikke være mulig å se hvordan vannalder og ledningens kritikalitet blir påvirket av endringen.

Det er heller ikke mulig å endre på ledningsnettets for å få nye tall på kritikalitet og alder på vannet. Her kan det for eksempel bli erstattet et rør som er laget av SJG og det nye røret er av SJK. Her vil det være viktig å se resultatet av endringen og dermed hvor mye kritikaliteten vil bli endret av å bytte rørmateriale. Om det blir mulig å kombinere alle disse parameterene, vil det være mulig å gjøre mer presise endringer på ledningsnettets. Det vil føre til et bedre analyseverktøy til vannforsyningsnettets etter at det har blitt oppgradert.

Som nevnt tidligere vil smarte vannmålere gi en stor fordel for å lage en presis nettmodell. Et steg videre fra strategisk plasserte målere på vannettet, er å ha digitale vannmålere i hvert uttak av vann. Dette vil i praksis funke som de relativt nye målerene for strømforbruk. Dette har ført til at det er lettere å ha oversikt over strømnettets. [37] Om alle forbrukere i et vannforsyningsnett får dette installert, vil det gi et nøyaktig overblikk over vannforbruket og hvordan vannforsyningen vil oppføre seg. Dette vil gi en innsikt i vannforbruket som medfører at det blant annet vil bli lettere å finne ut i hvilke områder vannlekkasjen er størst. [38]

Får å utnytte dette best mulig er det en fordel å få data på vannforbruket i Gemini Hydraulics i sanntid. Det vil da bli enklere å få ned lekkasjen av vann ved å finne ut hvor tapet av vann er og dermed bytte ut ledningen. Dette vil føre til mindre uttak av vann fra vannkilden som gjør at vannmangel i tørkeperioder vil bli et mindre problem. [39] Det er gjerne i tørkeperioder vannbehovet er størst, hvor folk ofte forbruker mer vann mens vannkilden blir tappet. Senest i år har flere kommuner innført restriksjoner på grunn av "en kritisk vannforsynings situasjon". [40]

Ved å installere smarte vannmålere vil det også føre til mye mindre jobb enn hvordan det er i dag med manuelle målere. Da vil ansatte i kommunen slippe å reise ut og innhente data. Det vil også intensivere forbrukeren når smarte vannmålere er installert til å redusere sitt forbruk av vann, siden det er vannforbruket som blir betalt. I dag er det vanlig med stipulert forbruk til vannforbruk. [41] Dette vil føre til mindre sløsing av vannressurser og folk vil bli mer bevisst på sitt eget vannforbruk.

Slik som i dag er det vanlig å anta ca. 30 % tap til vannlekkasje. [36] Dette vil i seg selv påvirke ledningsnettets til å øke dimensjonen til en dimensjon som er større, enn om tapet er lavere. Det er derfor et godt økonomisk argument å få ned lekkasjetapet i ledningsnettets, da det vil føre til behov for mindre dimensjoner ved oppgraderinger av eksisterende infrastruktur. Dette kan over tid føre til lavere kommunale avgifter som er knyttet til vanngebyr.

En spennende og fremtidsrettet måte å utvikle Gemini Hydraulics på, kan være å utvikle programvaren til å gjennomføre analysene for deg. For eksempel kan en brannkum i kommunen ha for lav kapasitet til brannvann. Det som kan bli innført i programvaren for å kunne oppnå dagens krav, kan være en mulighet til å endre dagens brannvannskapasitet til kravet. Når kravet har blitt satt vil programvaren automatisk komme med flere forslag til å endre ledningsnettets som vil tilfredsstille kravet. Hvordan dette kan bli innført er. Den kan for eksempel vise om enkelte ventiler må bli åpnet/stengt eller hvilke ledninger som må få økt sin diameter.

En til mulighet for fremtidig utvikling, er mulighet for å kontrollere ventiler og åpne/stenge de etter behov. Det kan være ved hjelp av motoriserte ventiler som er koblet opp mot Gemini Hydraulics. Dette kan bli brukt om det oppstår et plutselig fall i vanntrykket, gjerne på grunn av et brudd i ledningsnettets. Da kan ventilen automatisk bli stengt for å få ned vannlekkasjen og problemet med dette. På steder med dobbeltsidig forsyning, er dette mer aktuelt og den aktuelle ledningen som har brudd stenges i begge ender av kummen.

6.3 Måter å få kommuner til å ta i bruk Gemini Hydraulics på

Dagens situasjon er relativt forskjellig for ulike kommuner. De større kommunene har i dag forholdsvis god kontroll på ledningsnettverket sitt og har som regel en hydraulisk modell til det. Dess mindre kommunen blir, jo mindre blir en nettmmodell til vannforsyning brukt. Problemet her er at terskelen for å lage en nettmmodell er høy, siden den krever mye data for å lage en god nettmmodell.

De mindre kommunene har også mindre tilgang på ressurser for å kunne lage en nettmmodell. Det er gjerne her kommunene ikke ser behov for å ha en nettmmodell. For å øke forståelsen med å ha en nettmmodell som kommuner kan anvende, kan en informere kommunene om fordelene. Dette kan gjøres gjennom workshops hvor Volue kan informere om hvorfor alle kommuner bør ha en nettmmodell. Det kan også holdes kurs i opplæring av programmet, som Sandes kommune opplevde som mangelfullt. Dette vil føre til bedre utnytting av programmet og kommunen vil oppleve større nytte ved programmet med å kunne utnytte alle funksjonene til det.

Det er også viktig å ta med hvorfor en bør ta i bruk en nettmmodell og et program som Gemini Hydraulics. Her er det viktig å nevne at det vil bli lettere å ha kontroll på ledningsnettets sitt. Med potensielle utviklinger i fremtiden, vil det bli enda viktigere å ha en nettmmodell. For eksempel vil kommunene spare store kostnader om en selv kan gjennomføre analyser og slipper å leie inn eksterne konsulenter. Det kan også bli lettere å spore vannlekkasjer og dermed unngå å tape vann.

7 Konklusjon

En hydraulisk nettmodell av høy kvalitet og størst nytteverdi må reflektere det virkelige vannforsyningsystemet, og ha varierte bruksområder. Gemini Hydraulics retter seg mot å senke terskelen for bruk av nettmodeller, og bidra til effektivisering og kostnadsbesparing. En komplett og nøyaktig database gjøre arbeidet med implementering mer effektivt. Det kan derimot være en ressurskrevende prosess å etablere dette, avhengig av både kommunenes ressurser og eksisterende dokumentasjon. Mange kommuner overlater derfor viktige oppgaver til eksterne. For mange små kommuner er dette en tilfredstillende løsning da lønnsomheten, intern kompetanse og behovet ikke er høyt nok.

For å samle inn data på mest effektiv måte ble det gjennomført både en spørreundersøkelse og dybdeintervjuer. Spørreundersøkelsen ga gruppen en generell oversikt over kommunens bruk av nettmodell, ulike programvarer i bruk, hyppighet av oppdateringer, utviklingsansvarlig osv. Den ble besvart av 73 kommuner. Resultatene viste at nesten 17 prosent av kommunene som deltok ikke hadde nettmodell. Hovedårsakene til dette var kostnader og usikkerhet om nytteverdi. De kommunene som hadde nettmodell brukte for det meste Epanet og Mike+. Majoriteten av kommunene besvarte at de oppdaterer sjeldnere enn årlig. Dette kan tolkes som at kommunene ikke prioriterer vedlikehold av nettmodell, ettersom at det ikke sees behov for det. For å tydeliggjøre nytteverdien av nettmodell, bør dermed kommunene informeres mer om fordelene av å bruke slikt verktøy. Dette vil kunne føre til stor vekst og effektivisering i den fremtidige VA-bransjen.

For å få kommuner til å ta i bruk Gemini Hydraulics, er en viktig faktor å få de til å se nytten av et slikt program. Det er derfor viktig å informere om nytten og fordeler et slikt program vil gi til kommunen. Da vil kommunen få en vesentlig større innsikt i sitt eget ledningsnett, som vil gjøre det enklere å drifte. Kommunen vil også kunne spare penger på å få ned konsulentbruk siden kommunen selv vil ha oversikt og kontroll på sin egen nettmodell. Med videre utvikling i fremtiden av nettmodeller, vil nytten en nettmodell gir, bli større. Det vil blant annet være mulig med smarte vannmålere å få korrekt oversikt over vannforsyningsnettets som vil hjelpe kommunen med drift av ledningsnettets. Det er derfor flere grunner for en kommune til å lage en god nettmodell for vannforsyningsnettets sitt.

Referanser

- [1] Bruaset S. og Røstum J. *Digitalisering av VA-sektoren i Norge - status, utfordringer og behov*. 2022. URL: <https://va-kompetanse.no/butikk/c-15-digitalisering-av-va%e2%80%90sektoren-i-norge-status-utfordringer-og-behov/> (sjekket 5. mai 2024).
- [2] Trifunović N. *Introduction to Urban Water Distribution*. Taylor & Francis/Balkema, 2006.
- [3] Walski T. mfl. *Advanced Water distribution modeling and management*. Haestad Press, 2003.
- [4] Epanet.no. *Hydraulikk i EPANET*. 2024. URL: <https://epanet.no/kom-i-gang/teori/hydraulikk-i-epanet/> (sjekket 15. mai 2024).
- [5] Rynning E.R. *Modellbasert undersøkelse av vannledningsnettverk*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 2013.
- [6] DHI. *Why MIKE WaterNet Advisor?* 2023. URL: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/waternet-advisor> (sjekket 14. mai 2024).
- [7] DHI. *Plan, manage and optimise your water distribution network*. URL: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mikeplus/water-distribution/> (sjekket 15. mai 2024).
- [8] *Modellering av vannforsyning*. 2020. URL: <https://epanet.no/> (sjekket 8. mai 2024).
- [9] Epanet.no. *Modellering av vannforsyning*. 2020. URL: <https://epanet.no/> (sjekket 15. mai 2024).
- [10] Epanet.no. *Generelt om nettmodeller*. 2020. URL: <https://epanet.no/bruksomrader/generelt-om-nettmodeller/> (sjekket 13. apr. 2024).
- [11] DHI. *Water supply and distribution modelling*. URL: https://www.mikepoweredbydhi.com/-/media/shared%20content/dhi/flyers%20and%20pdf/solution%20flyers/water%20supply%20and%20distribution%20modelling%20-%20dhi%20technology%20flyer_v1,-d-,1.pdf (sjekket 10. apr. 2024).
- [12] Helleberg I. og Magnussen R.A.G. *IT-strategi for VA-sektoren Veiledning*. 2003. URL: https://va-kompetanse.no/wp-content/uploads/rapport133_2003.pdf (sjekket 16. apr. 2024).
- [13] Ødegaard H. *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann, 2014.
- [14] Lindholm O. mfl. *Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem*. 2012. URL: <https://bitly.ws/3i4eU> (sjekket 15. apr. 2024).
- [15] Direktoratet for byggkvalitet. *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. 2023. URL: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/v/11-17> (sjekket 13. mai 2024).
- [16] Epanet.no. *Ikke-fysiske komponenter i Epanet*. 2020. URL: <https://epanet.no/kom-i-gang/teori/komponenter-i-epanet/ikke-fysiske-komponenter/#kurver-curves> (sjekket 15. mai 2024).
- [17] Ostfeld A. mfl. *Battle of the Water Calibration Networks*. 2012. URL: [https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061%2F\(ASCE\)WR.1943-5452.0000191](https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061%2F(ASCE)WR.1943-5452.0000191) (sjekket 16. mai 2024).

-
- [18] Johanessen K.A. *Digital tvilling*. URL: <https://www.sintef.no/ekspertise/digital/anvendt-matematik/digital-tvilling/> (sjekket 5. mai 2024).
- [19] Machell J., Mounce S.R. og Boxall J.B. *Online modelling of water distribution systems: a UK case study*. 2010. URL: <https://dwes.copernicus.org/articles/3/21/2010/dwes-3-21-2010.pdf> (sjekket 4. mai 2024).
- [20] Rasheed A., San O. og Kvamsdal T. *Digital Twin: Values, Challenges and Enablers from a modelling perspective*. 2020. URL: <https://www.sintef.no/en/publications/publication/1783639/> (sjekket 4. mai 2024).
- [21] Lindholm O.G. *Rekrutteringsbehov i vannbransjen*. 2020. URL: <https://bit.ly/3JON0JQ> (sjekket 5. mai 2024).
- [22] Haaland Ø. *Fremtidens kommunale vannledninger*. 2021. URL: <https://f.hubspotusercontent00.net/hubfs/468752/Rapporter/Kommunale%20vannledninger%20PE%20versus%20SJK.pdf> (sjekket 15. mai 2024).
- [23] Hellevik O. *Spørreundersøkelser*. 2015. URL: <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/sporreundersokelser/> (sjekket 15. mai 2024).
- [24] Universitetet i Oslo. *Nettskjema*. URL: <https://nettskjema.no/> (sjekket 15. mai 2024).
- [25] Sander K. *Pretest og endelig utforming*. 2023. URL: <https://estudie.no/pretest-endelig-utforming/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [26] Studybud. *Forskjellen mellom kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode*. 2021. URL: <https://studybud.no/forskjellen-mellom-kvantitativ-og-kvalitativ-forskningsmetode/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [27] Grønmo S. *Validitet*. 2024. URL: <https://snl.no/validitet> (sjekket 17. apr. 2024).
- [28] Grønmo S. *Reliabilitet*. 2020. URL: <https://snl.no/reliabilitet> (sjekket 17. apr. 2024).
- [29] Rambøll. *Norge*. URL: <https://www.ramboll.com/no-no/kontakt-oss/norge> (sjekket 15. mai 2024).
- [30] Asplan Viak. *Sammen med våre kunder skaper vi varige verdier for et samfunn i endring*. URL: <https://www.asplanviak.no/> (sjekket 15. mai 2024).
- [31] SWECO. *Transforming Society Together*. URL: <https://www.sweco.no/> (sjekket 15. mai 2024).
- [32] Olseng E.T. og Sundbye L.M.T. *Observasjon, eksperiment og dybdeintervju*. 2021. URL: <https://ndla.no/nb/subject:1:a7c337ca-d3b6-492f-ace2-b05c45f54e93/topic:1:1254b264-03b8-406c-b529-e4af3e9182fb/topic:1:76b6c12f-7f63-4a04-aa48-22d07fdc2fa7/resource:35f48ad2-0e29-4201-83fe-1be598982c5b> (sjekket 16. mai 2024).
- [33] DHI. *Why MIKE WaterNet Advisor?* 2024. URL: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/waternet-advisor> (sjekket 19. mai 2024).
-

-
- [34] Norsk Vann. *Investeringsbehovet i kommunalt eide vann- og avløpsanlegg fortsetter å øke*. 2023. URL: <https://norskvann.no/interessepolitikk/investeringsbehovet-i-vann-og-avlopsanlegg/> (sjekket 8. mai 2024).
- [35] Berg J.D. *Desinfeksjon - Aktuelle prosesser*. 2015. URL: https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/1989_31405.pdf (sjekket 10. mai 2024).
- [36] Landsem T.L. *30 prosent av vannet går til spille*. 2023. URL: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/vann-og-avlop/statistikk/kommunal-vannforsyning/artikler/30-prosent-av-vannet-gar-til-spille> (sjekket 15. mai 2024).
- [37] NVE. *Smarte strømmålere (AMS)*. 2015. URL: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/stroem/stroemkunde/smart-stroemmaalere-ams/> (sjekket 12. mai 2024).
- [38] SYENSQO. *A Guide to Smart Water Meters*. 2023. URL: <https://www.syensqo.com/en/solutions-market/building/plumbing-sanitary/water-meters/smart-water-meters-guide> (sjekket 15. mai 2024).
- [39] NRK. *Vannmangel på Østlandet*. 2022. URL: <https://www.nrk.no/stor-oslo/vannmangel-pa-ostlandet-1.15954791> (sjekket 15. mai 2024).
- [40] Bergh M. *Nå er dette forbudt på Nesodden: – Kritisk*. 2024. URL: <https://www.amta.no/na-er-dette-forbudt-pa-nesodden-kritisk/s/5-3-1664800> (sjekket 16. mai 2024).
- [41] Bergen kommune. *Lønner det seg med vannmåler?* 2023. URL: <https://www.bergen.kommune.no/innbyggerhjelpen/vann-vei-og-trafikk/vann-og-avlop/priser-og-gebyrer/lonner-det-seg-med-vannmaler> (sjekket 12. mai 2024).

A Nettskjema



Spørreskjema om nettmodell til vannforsyning

Vi er tre studenter ved NTNU i Trondheim som skriver en bacheloroppgave i samarbeid med Volue om Gemini Hydraulics (Gemini Water Analysis). Formålet med spørreundersøkelsen er å få innblikk i kommunenes erfaring med en nettmodell for vannforsyning.

Navn på kommune

Har kommunen en nettmodell for vannforsyningssystemet?

- Ja
- Nei

Hvis ja, hvem har utviklet nettmodellen? (Kommunen selv? Innleid konsulent? etc.)

Hvis dere har en hydraulisk nettmodell, er den da i samsvar med ledningskartverket?

- Ja
- Nei
- Har ikke en hydraulisk nettmodell

Hvem er det som i dag gjennomfører de hydrauliske nettberegningene? (Kommunen selv? Innleid konsulent? etc.)

Hvem oppdaterer modellen etter at den er bygget?

Hvor ofte oppdateres nettmodellen?

- Månedlig
- Kvartalsvis
- Årlig
- Sjeldnere enn årlig
- Usikker

Hvor ofte blir nettmodellen brukt, og hva brukes den til? Gjerne utdyp.

Hvor god ledningsdatabase har kommunen? Er den godt oppdatert?

- Svært god
- God
- Moderat
- Dårlig

Dersom kommunen ikke har en nettmodell, hva er årsaken?

- Kostnader
- Mangel på kompetanse
- Mangel på data
- Mangel på teknologi
- Politisk avgjørelse
- Usikkerhet av nytteverdi

Annet

Kommunen har en nettmodell

Hvor mange brukere i kommunen kan ha nytte av tilgang til hydrauliske nettberegninger?

Kan inkludere f.eks. brannvesen og andre eksterne aktører

Hvilke avdelinger/etater i kommunen vil ha nytte av hydrauliske nettberegninger?

VA

Byggesak

Myndighetsforvaltning

Brannvesen

Andre

Har dere hørt om Gemini Hydraulics (Gemini Water Analysis) ?

Ja

Nei

Gemini Hydraulics

Gemini Hydraulics er en analyseløsning som har som formål å binde Gemini VA basen med DHI sin Mike+ -modell og kan kjøre analyser på vannforsyningen direkte fra Gemini sitt webbaserte kart.

Kan dere beskrive hvordan dere forestiller dere å anvende Gemini Hydraulics? Kan dette være nyttig? Eventuelt, hvorfor ikke?

Hvilke hydrauliske nettanalyserprogram benytter i såfall kommunen i dag?

Mike+/Mike Urban

Epanet

Aquis

Watercad

Annet

Bruker ikke et hydrauliske nettanalyserprogram

B Intervjuguide

Intervjuguide for dybdeintervju av kommuner:

Introduksjon

Presenter deg selv og ditt team.

Forklar formålet med spørreundersøkelsen og betydningen av kommunenes deltakelse.

La respondenten presentere seg selv

Generelle spørsmål om vannforsyningsystemet

- a. Har kommunen en nettmodell for vannforsyningsystemet?
- b. Hvis ja, hvem har utviklet nettmodellen? (Kommunen selv? Innleid konsulent? etc.)
- c. Hvilke hydrauliske nettanalyseprogram benytter i så fall kommunen i dag?
- d. Er den hydrauliske nettmodellen i samsvar med ledningskartverket?
- e. Hvem utfører de hydrauliske nettberegningene i dag? (Kommunen selv? Innleid konsulent?)
- f. Er det noen mangler med modellen i dag som kommunen vil ha bruk for?

Oppdatering og bruk av nettmodellen

- a. Hvem oppdaterer nettmodellen etter at den er bygget?
- b. Hvor ofte oppdateres nettmodellen?
- c. Hvor ofte blir nettmodellen brukt, og hva brukes den til? Gjerne utdyp.
- d. Hvis en må kontakte konsulent, hvor stor kostnad er dette og hva blir som regel gjort av konsulenten da? Blir det unngått å bruke konsulent pga pris til å bruke konsulent?

Ledningsdatabase og grunnlag

- a. Hvor god er kommunens ledningsdatabase? Er den godt oppdatert?
- b. Dersom kommunen ikke har en nettmodell, hva er årsaken?

Potensiell nytte og interesse

- a. Hvor mange brukere i kommunen kan ha nytte av tilgang til hydrauliske nettberegninger?
- b. Hvilke avdelinger/etater i kommunen vil ha nytte av hydrauliske nettberegninger?
- c. Noen analyser utover de som er i Gemini i dag som kommunen synes hadde vært bra å kunne benytte?
- d. Ser kommunen noen problem med å ta i bruk Gemini Hydraulics? For store kostnader å lage modell etc.?

Gemini Hydraulics

- a. Har dere hørt om Gemini Hydraulics (Gemini Water Analysis)?
- b. Kan dere beskrive hvordan dere forestiller dere å anvende Gemini Hydraulics? Kan dette være nyttig? Eventuelt, hvorfor ikke?
- c. Hva ser du som de viktigste utfordringene og mulighetene for videre forskning og utvikling innen nettmodeller for vannforsyningsystemer, og hvilke fremtidige trender tror du vil forme feltet?

Avslutning:

Takk for deltakelsen og verdifull informasjon.

Tilby muligheten for ytterligere spørsmål eller tilleggsinformasjon.

Informere om oppfølging og bruk av dataene fra intervjuet i bacheloroppgaven og samarbeidet med Volue.