

Oppdragsgiver: Melhus kommune
Oppdragsnavn: VVA Områdetplan Brekkåsen
Oppdragsnummer: 636893-05
Utarbeidet av: Axel König og Martin Solbakken Løvaas
Oppdragsleder: Monica Andrea Matthieson
Dato: 21.04.2023
Tilgjengelighet: Åpent

Overordnet notat VAO: Samling av grunnlagsmateriale utarbeidet i forbindelse med VVA-Områdeplan Brekkåsen

Versjonslogg:

02	Dato	Oppdatert oversiktskart over brekkåsen	MSL	MAM
01	Dato	Nytt dokument	MSL, AK	HMK, MAM
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Sammendrag

Asplan Viak AS er engasjert av Melhus kommune for å utarbeide et overordnet VAO-notat som samler og vurderer all dokumentasjon som er blitt utarbeidet i forbindelse med områdeplan for Brekkåsen. Notat er delt opp i områdene ledningsnett for vann, spillvann, overvann og flomfare.

Analysene i forhold til vann, spillvann og overvann ansees som ikke ferdig utarbeidet. Noen analyser mangler, og noen analyser er basert på foreldet grunnlag.

For vannforsyning anbefales det å supplere eksisterende analyser med flere tiltakssimuleringer som inkluderer utbyggingen og fremtidig forbruk.

Spillvannsnettet har endret seg betydelig siden de første utredninger. Eksisterende analyser baserer seg i tillegg på andre og flere utbyggingsområder, slik at utredningen må gjentas med endrete forutsetninger. Det mangler dessuten en kapasitetsanalyse av eksisterende nett.

Eksisterende analyser på overvann er heller ikke fullstendig. Det mangler kapasitetsanalyser av eksisterende nett, beregninger av nødvendig fordrøyningsvolum og anbefalinger for maksimale utslippsmengder fra de ulike områdene.

Flomberegninger og påfølgende hydrauliske simuleringer anses som noe konservative. Til tross for høye vannmengder og uheldige forenklinger i modellen, er det ikke direkte flomfare for noen av de aktuelle utbyggingsområdene. Dette forutsetter imidlertid at lokal overvannshåndtering er tilstrekkelig.

Erosjonspotensialet kan ikke utledes i sin helhet basert på de flomfareutredningene som foreligger. Uheldig oppstuvning rundt tette kulverter gir kunstig lave vannhastigheter, og reel erosjonsfare må utredes. Enkelte raviner er erosjonssikret, og området kan potensielt ha kvikkleire i grunnen. En helhetlig, tværfaglig utredning som hensyntar grunnforhold og mindre konservative vannmengder og realistiske skjærspenninger, anbefales.

Analysene av eksisterende grunnlag gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å kunne avklare om det er behov for nye reguleringsformål eller reguleringsbestemmelser i områdeplan. Det kan heller ikke avklares pr. nå om eventuelle begrensninger i eksisterende infrastruktur eller behov for nytt infrastruktur før et fullstendig og mer oppdatert grunnlag er ferdigstilt.

Innhold

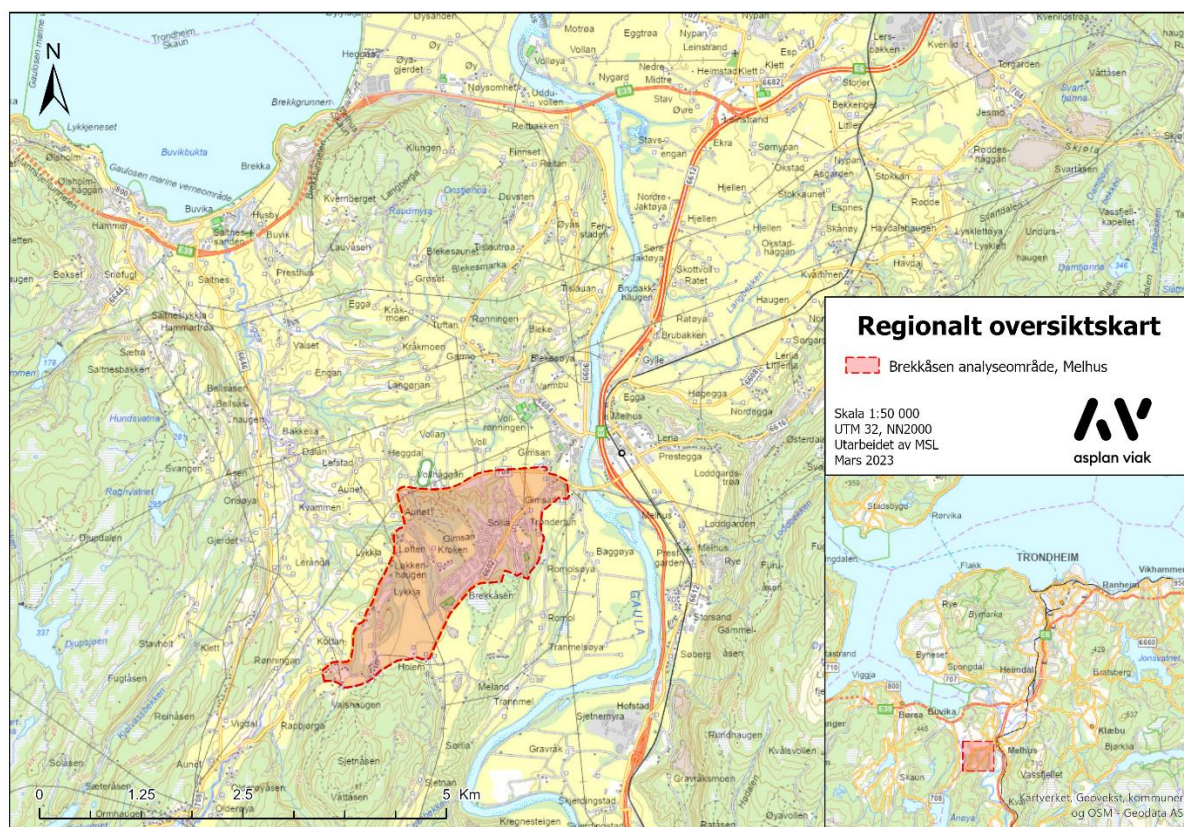
Overordnet notat VAO: Samling av grunnlagsmateriale utarbeidet i forbindelse med VVA-Områdeplan Brekkåsen	1
1 BAKGRUNN	5
2 INNLEDNING.....	6
3 VANN.....	8
3.1. Analysegrunnlaget.....	8
3.1.1. Sweco rapport «Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen».....	8
3.1.2. DHI rapport «Vurdering av brannvannsdekning på Brekkåsen» ..9	
3.2. Konklusjon og anbefaling	11
4 SPILLVANN	13
4.1. Analysegrunnlaget.....	13
4.1.1. Sweco rapport «Forstudie avløpsplan Vollmarka»	13
4.1.2. Sweco rapport «Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen».....	16
4.1.3. Melhus kommune rapport «Saneringsplan for Gimse/Brekkåsen»18	
4.2. Konklusjon og anbefaling	18
5 OVERVANN	19
5.1. Analysegrunnlaget.....	19
5.1.1. Overvannsberegninger for Caprotomta, Tamabartun, Brekktrøa, Lete og Krogen	19
5.1.2. Oversiktskart A0 overvannsoner JIR	20
5.1.3. Forprosjekt Merradalen, Forurensning i overvannsnett	21
5.2. Konklusjon og anbefaling	23
6 FLOM	25
6.1. Flomfare	25
6.1.1. Ekstremnedbør og flomberegninger	25
6.1.2. Hydraulisk modellering	26
6.1.3. Flomveger.....	27

6.1.4. Flomfare aktuelle utbyggingsområder.....	28
6.2. Erosjonsfare	31
6.2.1. Erosjonspotensialet	31
6.2.2. Lokale grunnforhold	32
6.2.3. Erosjonsfare for aktuelle utbyggingsområder.....	33
6.3. Konklusjon for flom og erosjon	33
7 Grunnlagsdokumenter	35
Tidligere utarbeidet grunnlag	35
8 Kilder	36

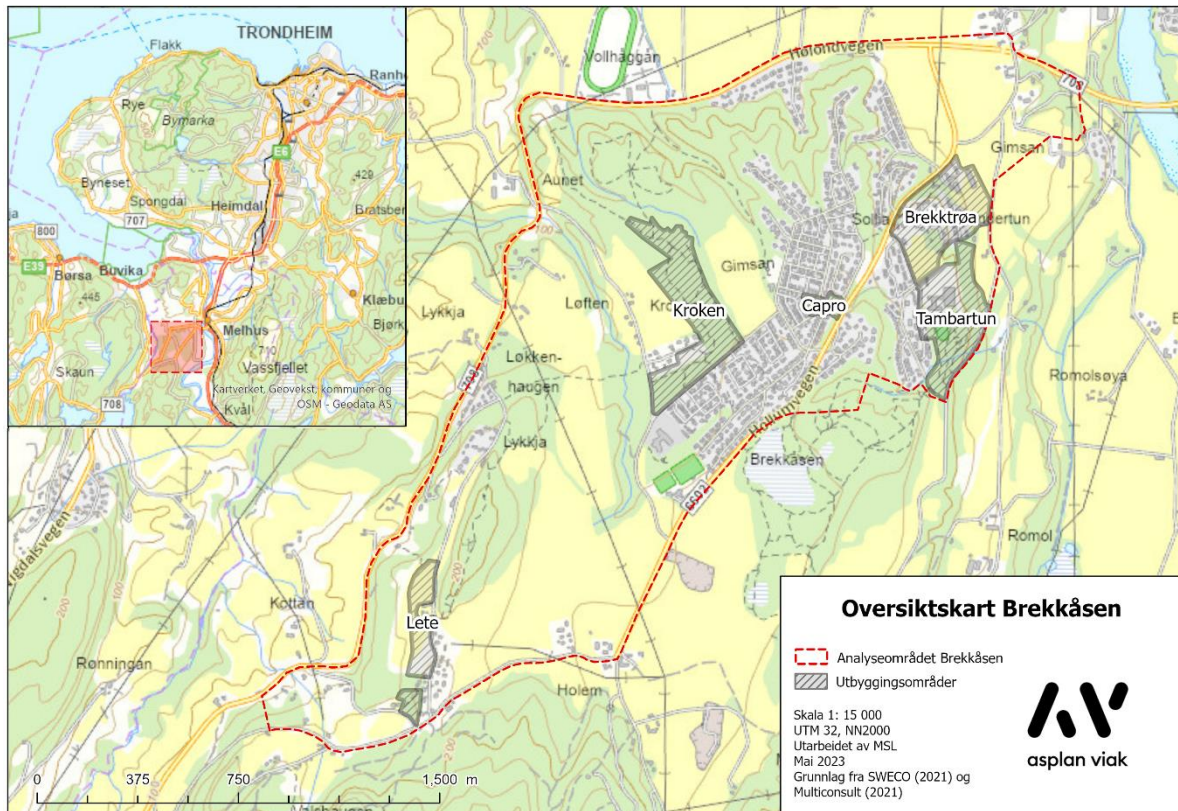
1 BAKGRUNN

Melhus kommune har startet arbeid med områdeplan for Brekkåsen, se Figur 1-1 og Figur 1-2. Hensikten med områdetplanen er å legge til rette for ny boligbygging, med vekt på småhusbebyggelse. Brekkåsen ligger ca. 20 km i luftlinje fra Trondheim sentrum, og ca. 3-4 km sørvest fra Melhus sentrum. Planområdet strekker seg mellom Gimse og Holum/Lete, og ned til Høløndavegen, fv. 708.

I forbindelse med arbeidet med områdeplanen er det blitt utført en del forberedende arbeid for vann, avløp og overvann, og disse dokumentene legges til grunn for utarbeidelse dette notatet. Flom og flomrelaterte utfordringer er vurdert basert på tilgjengelig grunnlag.



Figur 1-1: Omtrentlig plassering av områdeplan Brekkåsen, Melhus kommune.



Figur 2-1: Oversiktskart for Brekkåsen, med omtale utbyggingsområdet skravert og navnsatt.

Det skal vurderes om det er behov for mye reguleringsformål eller reguleringsbestemmelser i områdeplan, samt om det er behov for større investeringer i infrastrukturen og behov for rekkefølgekrav.

Notatet tar for seg kvalitetskontroll av tidligere flomfarevurderinger, herunder flomberegninger og vurdering av erosjon.

Notatet blir delt i fire underkapitler;

- Vann
- Spillvann
- Overvann
- Flom

3 VANN

3.1. Analysegrunnlaget

Tabell 3-1: Oversikt over aktuelle rapporter, analyser og kart

Tittel	Utført av	Dato
Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen. Sammen med kart «102198597-W-H105»	Sweco	6.10.2020
Vurdering av brannvannsdekning på Brekkåsen	DHI	3.11.2020

3.1.1. Sweco rapport «Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen»

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Rapporten er fra oktober 2020 og beskriver beregning av dimensjonerende mengder for vann og spillvann. Beregningen for vannforbruk med lekkasje inkluderer følgende punkter og antakelser:

- Gjennomsnittsförbruk på 150 l/person/døgn
- 4 personer per husstand/bolig
- Lekkasjeandel på 88 l/person/døgn
- Maksimal timefaktor på 1,5
- Maksimal døgnfaktor på 2

Rapporten er bygd opp slik at det skilles mellom 3 ulike avløpssoner for spillvann og summerte mengder gjelder for disse delområder, også for vannforsyning. Følgende Tabell 3-2 gir en oversikt over antall boliger og mengdeberegninger for de ulike områdene som rapporten legger til grunn:

Tabell 3-2: Mengdeberegninger for aktuelle områder.

	Antall boliger	PE	Q _{dim} vann [l/s]
Caprotomta	33	132	0.82
Tambartun	215	860	5.36
Brekkrøa	40	160	1.00
Lete	50	200	1.25
Kroken	400	1 600	9.96
Sum	738	2 952	18.38

I tillegg er det presentert dimensjonerende vannmengder for eksisterende bebyggelse i rapporten med oppdeling i de tre avløpssonene. Summen for eksisterende bebyggelse er angitt med dimensjonerende vannforbruk inklusive lekkasje på 22,13 l/s. En kontrollregning av tabell 5 i rapporten resulterer i noe lavere tall for vannforbruk med 17,46 l/s. Her er det sannsynligvis brukt andre tallgrunnlag enn det som er brukt i tabell 3 for utbyggingsområder.

Vurdering av gjennomført arbeid

Rapporten fokuserer på avløpssoner og gjør samme inndeling for vannforbruk. Disse soner samsvarer ikke med trykksonene som finnes i området. Beregningene har dermed liten verdi for videre planlegging og tilknytning av nye områder til eksisterende trykksoner.

Rapporten gir ellers en grei oversikt over forventet vannforbruk i de ulike utbyggingsområder.

Lekkasjeandel som er inkludert i beregningen virker svært høyt. Den er ifølge rapporten basert på sonevannsmålinger og lekkasjetall mottatt fra Melhus kommune. Tallgrunnlaget kan være interessant å gjennomgå for å overprøve disse antakelser. For nye boligområder kan lekkasjeprosenten antas å være lavere.

Uansett antakelser for lekkasje og forbruk er behovet for slukkevann avgjørende for dimensjonering av ledninger. De beregnede vannmengdene er nyttig i forhold til planlegging og kontroll av reservevannskapasitet i bassenger.

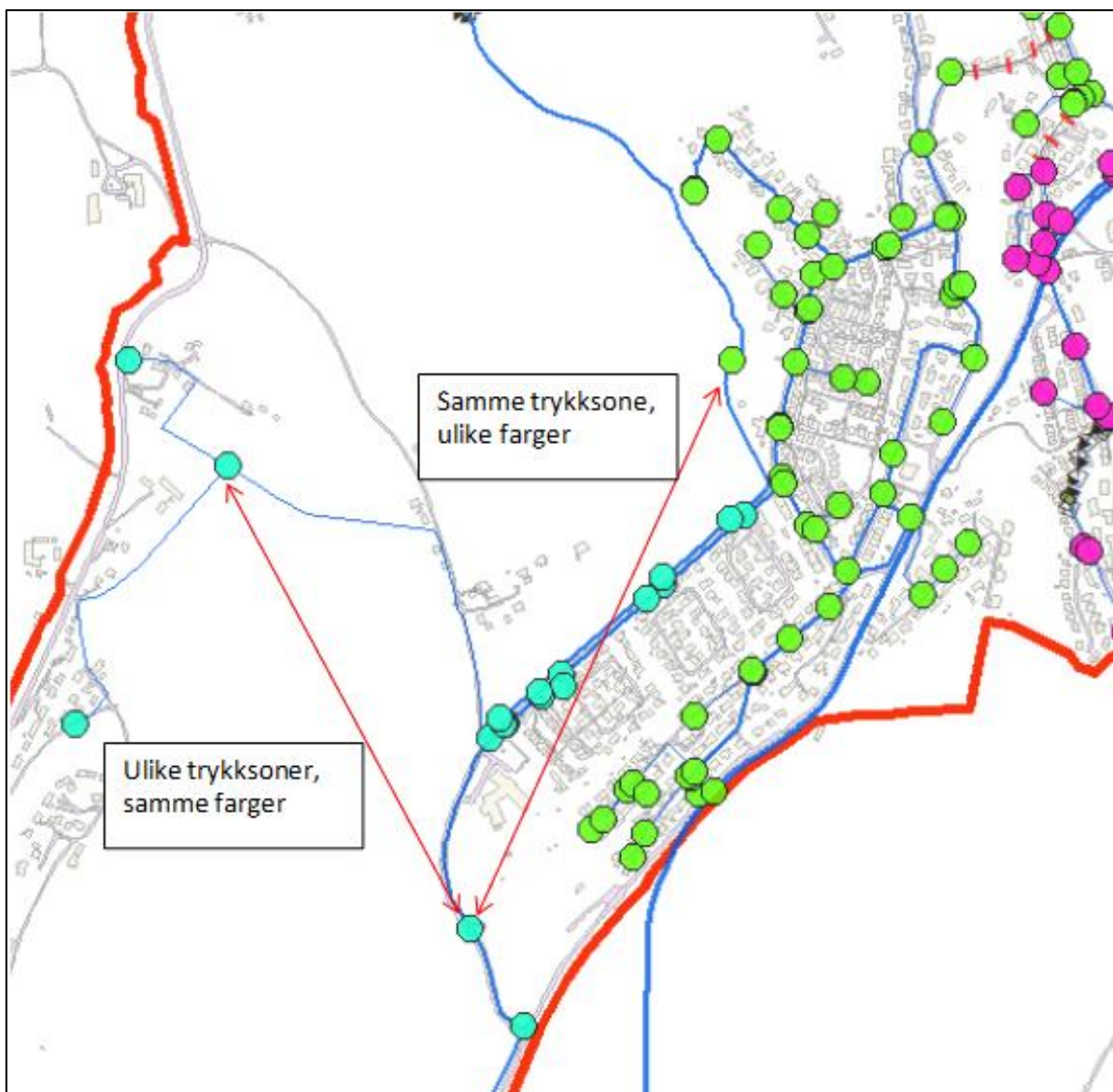
3.1.2. DHI rapport «Vurdering av brannvannsdekning på Brekkåsen»

Beskrivelse av gjennomført arbeid

DHI har i november 2020 gjennomført hydrauliske analyser med en eksisterende nettmodell fra 2018. Modellen er ikke ferdig kalibrert, men ble oppdatert med en rekke elementer som berører det aktuelle området.

Modellanalysen er gjennomført for alle kummer med tilknyttet hydrant i det aktuelle området og det er beregnet maks uttakskapasitet i disse kummene under opprettholdelse av resttrykk på 20 mVs i hele nettet som er berørt.

Rapporten viser 3 ulike lekkasjesoner som ikke har samme avgrensning som trykksoneene. Det er uvisst hva lekkasjesonene er basert på og det er lett å tolke figuren som trykksonekart. Lekkasjesoner er brukt i beskrivelsen som om det er trykksoner. Problemet er illustrert i følgende Figur 3-1.



Figur 3-1: Trykksoner for aktuelle områder på Brekkåsen.

Analysen viser at det er enkelte kummer i hver av de tre soner som er omtalt som er kritiske i forhold til uttaksmengder. Det er her resttrykket synker under 20 mVs først.

Hovedresultatet er et kart som viser maks uttaksmengder for hydrantkummer

Vurdering av gjennomført arbeid

DHI nevner at modellen som er brukt, ikke er ferdig kalibrert. Dette gjelder riktig fordeling av forbruk og analyser på vanlig drift. Det påvirker i liten grad kapasitetsanalysen som er gjennomført. Videre er flere viktige punkter oppdatert før analysen som pumpekurve til HB Hølem og styringen, samt flere hydranter. Modellen har dermed tilstrekkelig gyldighet for dagens situasjon og gjennomførte analyser.

Gjennomføring av analysen med opprettholdelse av resttrykk i hele sonen virker pålitelig og resultatene stort sett fornuftig.

Rapporten mangler et trykksonekart, som vil være hjelpelige ved valg av tilknytningspunkter for utbygging. Det ville også være enklere å forstå resultatene og de svake punktene som er nevnt i rapporten.

Siden det ikke er samsvar mellom lekkasjesoner og trykksoner er teksten om de kummene som først faller under 20 mVs resttrykk forvirrende.

De lave maks kapasitetene langs Gimsmarkvegen er påfallende. Her er det montert en trykkreduksjon som reduserer til 20 mVs, altså kriterium for resttrykk. Reduksjonsventilen som er plassert i kum 34149 er modellert uheldig og trukket frem til kum 34154 som ligger mye lavere i terrenget. Dette bør korrigeres og simuleringen gjentas.

Maks uttakskapasitet er bare vist for kummer med hydrant. Dermed mangler en del opplysninger for utbyggingsområder, for eksempel Lete i sørvest hvor det ikke er brannkummer.

De gjennomførte analysene viser dagens utgangspunkt og det mangler en utredning som simulerer fremtidig situasjon med planlagt utbygging og forbruk. Det er først her hvor simuleringene blir relevante for å bedømme kapasitet av ledningsnett og eventuelle behov for endringer i systemet.

3.2. Konklusjon og anbefaling

Beregningen i Sweco rapporten er et godt grunnlag for vurdering av reservevannskapasitet og generell økning av vannforbruk i nettet.

Dimensjonering av vannledningsnettet bør imidlertid baseres på brannvannsbehov som overstiger normalt forbruksvann betydelig. Her må man gjennomføre konkrete tilknytninger til eksisterende nettet og simuleringer med nettmødel.

Forbruk og slukkevannsbehov bør deles opp i trykk- eller lekkasjesoner og ikke avløpssoner for en videre analyse.

Den gjennomførte kapasitetsanalysen av DHI er et skritt videre i utredningen og gir et godt grunnlag for eksisterende ledningsnettet. Rapporten dekker imidlertid bare en liten del av en nødvendig utredning av vannforsyning for utbyggingsområdene. Analysen bør gjentas og utvides med flere resultater og scenarier for utbygging. Enkelte punkter i modellen må dobbeltsjekkes og justeres og det er behov for et trykkkart som viser totaltrykk for alle kummer.

Det anbefales å gjennomføre følgende analyser med en modell som er utvidet med hovedledninger til utbyggingsområder og fremtidig forbruk:

- Brannvannskapasitet for alle kummer
- Minimumstrykk under vanlig driftsforhold og trykkendringer for eksisterende bebyggelse
- Risikovurdering for avbrudd i vannforsyning og i en reservevannssituasjon med forsyning fra bare bassenger

Det er særlig utbyggingsområdene Krogen, Brekktrøa og Tambartun som har flere tilkoblingsmuligheter i forhold til trykksoner. Her blir det nødvendig med særskilte utredninger.

4 SPILLVANN

4.1. Analysegrunnlaget

Tabell 4-1: Aktuelle rapporter og grunnlag for spillvann.

Tittel	Utført av	Dato
Forstudie avløpsplan Vollmarka	Sweco	29.04.2016
Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen. Sammen med kart «102198597-W-H105»	Sweco	6.10.2020
Oversiktskart A0 spillvannsoner JIR	Melhus kommune	10.10.2022
Saneringplan for Gimse/Brekkåsen	Melhus kommune	Ikke angitt

4.1.1. Sweco rapport «Forstudie avløpsplan Vollmarka»

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Rapporten går beskrivende gjennom eksisterende spillvannsnett, med hovedledninger, tilknytninger og inndeling av avløpssoner. Det er vurdert tilkoblingsmuligheter for nye utbyggingsfelt. Utbyggingsområder er delt inn i 37 delfelt som vist i Figur 4-1. Her vises det nye, foreslåtte traséer og tilknytningspunkter for alle delfelt.

Alle foreslåtte traséene er gjennomgått og vurdert i forhold til fallforhold, nødvendige krysninger og fordeler og ulemper. Sweco har utarbeidet lengdeprofiler og sett på praktiske gjennomføringsmuligheter for tiltakene. Traséene følger stort sett naturlige dalfører og bekkeløp for å sikre jevne fallforhold og enkle byggeutførelse.

Et eget kapittel ser på grunnforholdene. Det er ikke gjennomført egne undersøkelser. Analysen baserer seg på eksisterende kartmateriell og en eldre grunnundersøkelse i Aundalen etter ras. Det henvises til at det er et uvisst problemomfang rundt kvikkleire på grunn av manglende undersøkelser. Traséene er gjennomgått med tanke på sikkerhet for anleggsvei og grøfter og eventuelle sikringstiltak som er nødvendig.

Det er gjort et kostnadsoverslag for de foreslåtte traséene og en vurdering av samfunnsnyttens basert på antall pe. som kan tilknyttes til enkelte traséer.

Vurdering av gjennomført arbeid

Rapporten er fra 2016 og ikke aktuelt lengre på grunn av flere forhold:

- Ledningssystemet har endret seg med nye hovedledninger, forløp og tilknytninger. Renseanlegg Varmbo er nedlagt og alt spillvann føres til pumpestasjon Hølbekken.
- Utbygningssomådene, delt opp i 37 delfelt med grunnlag i 'kart A0-utbygningssområder', samsvarer ikke med utbygningssområdene i den aktuelle utredningen
- Prisgrunnlaget for kostnadsvurdering har endret seg betydelig siden utredningen i 2016
- Endringer i utbygningssområder og kostnader kan påvirke lønnsomhet og valg av trasé i en ny situasjon

De aktuelle områdene Lete, Kroken, Capro, Brekktrøa og Tambartun er vanskelig å gjenfinne i rapporten fra 2016. Dermed mister analysen og konklusjonen hele beregningsgrunnlaget.

Angående valg av trasé kan det fortsatt være mulig å overføre løsninger til den aktuelle situasjonen og vurderingen som er gjort i rapporten er delvis fortsatt aktuelle.

Som anmerkning til trasévalg, så bør det nevnes at det er uheldig å plassere spillvannsledninger parallelt til bekkeløp. Her vil det være en stor risiko for både infiltrasjon som fører til store mengder fremmedvann og eksfiltrasjon med stor potensiale for forurensning av vassdrag. Kombinert med ustabile grunnforhold er risikoen for forskyving av skjøter ikke ubetydelig.

Rapporten nevner kapasitetsproblemer, tilbakeslag og mye fremmedvann i eksisterende spillvannnett. Utover det er det ikke gjort en kapasitetsanalyse med tilknytning av nye pe til eksisterende nett, bortsett fra pumpeledningen langs Hølondvegen.

4.1.2. Sweco rapport «Dimensjonerende vann og spillvannsmengder for eksisterende og ny bebyggelse i Områdeplan VAO Brekkåsen»

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Rapporten er fra oktober 2020 og beskriver beregning av dimensjonerende mengder for vann og spillvann etter standardmetoden med tallgrunnlaget 150 l/pe/døgn, maks timefaktor 1,5, maks døgnfaktor 2 og 4 PE per husstand.

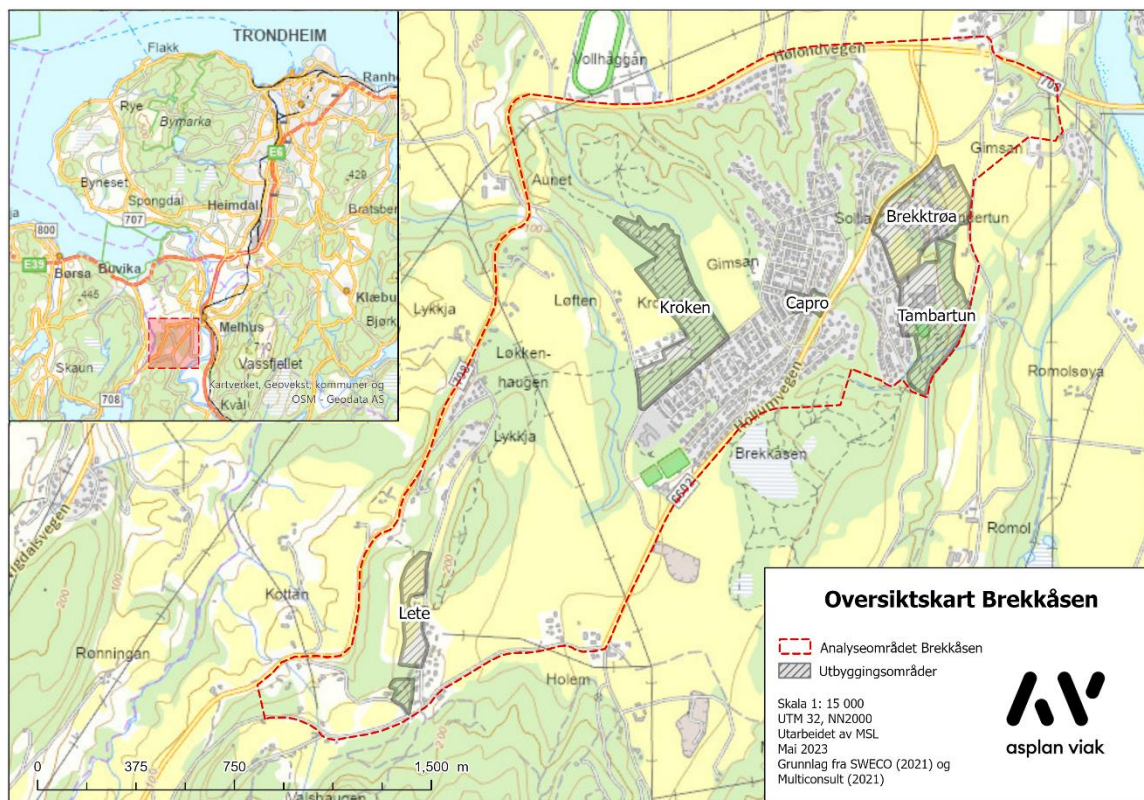
Infiltrasjon til spillvannssystemet er basert på 0,4 l/s/km som grunnlag og en økt faktor på 1,0 l/s/km for avrenning til Merradalen basert på observerte større mengder. Dette resulterer i mengder mellom 200 og 400 l/pe/døgn. For nye utbygginger er det estimert en lekkasjeandel på 100 l/pe/døgn.

Avløpssoner som er beskrevet er mer oppdatert enn i rapporten fra 2016, men ikke helt aktualisert i forhold til ledningsdatabasen fra 2023.

Rapporten fokuserer på beregning av spillvannsmengder for eksisterende og planlagt utbygging (skissert i Figur 4-2). Caprotomta, Tambartun og Brekktrøa tilhører avløpssonen som går via Merradalen, mens områdene Lete og Kroken, nord for Hollumvegen, går via rundkjøring i fylkesvei 708.

Rapporten foreslår en alternativ trasé via pumpestasjon Vollmarka i Hølondvegen for Lete og Krogen, sammen med deler av Brekkåsen. Begge varianter er behandlet videre i rapporten.

Dimensjonerende mengder som er beregnet er 7,33 l/s for utbyggingsområder Capro, Tambartun og Brekktrøa, og 11,46 l/s for Lete og Krogen. Sammen med eksisterende bebyggelse er det 15,58 l/s som går via Merradalen og 32,36 l/s som går mot rundkjøring i fylkesveien. I alternativet med avskjærende ledning mot pumpestasjon Vollmarka er mengden dit 22,36 l/s.



Figur 4-2: Kartskisse med de vurderte utbyggingsområdene

Vurdering av gjennomført arbeid

Rapporten gir et godt grunnlag for videre dimensjonering og kapasitetsanalyser i form av forventet spillvannsmengde fra de ulike utbyggingsområder.

Siden analysen er gjennomført har det blitt noen endringer i spillvannsnettet som øker mengden til Merradalen. Dette må tas hensyn til i videre utredninger.

I beskrivelsen av avløpssoner er det en liten skrivefeil som gjør det vanskelig å finne igjen alternativet med avskjærende ledning. Den har oppstart i kum 34738 og ikke i 34378.

Det alternative forslaget «Brekkåsen til Gimse» er ikke enkelt å forstå. Her menes det å føre en del av spillvann fra Brekkåsen og de nye områdene Lete og Krogen til Vollmarka pumpestasjon. Hele spillvannsmengde ender opp likevel ved rundkjøring til FV 708. Bruk av ordet «avskjæring» er misledende når dette går til en pumpestasjon. Det gir lite mening å anbefale føring av spillvann til en pumpestasjon uten gjennomføring av en kapasitetsanalyse og påvisning av manglende kapasitet i eksisterende selvfølgelig ledninger til samme punkt.

4.1.3. Melhus kommune rapport «Saneringsplan for Gimse/Brekkåsen»

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Hovedplan for avløp har konstatert en høy andel fremmedvann i spillvannsnettet med tilhørende ulemper og utfordringer. Årsaken er identifisert i dårlig ledningstilstand med mange rør som har oppnådd forventet levetidsforventning, feilkoblinger med overvann og en del felles kummer med åpne renner.

Det er utarbeidet en konkret saneringsplan for spillvannssystemet for Gimse / Brekkåsen, basert på en visuell kartlegging av spillvanns- og overvannskummer. Noen ledningsstrekker er kamerakjørt. Ut fra tilstanden er det utarbeidet en tiltaksplan for utskifting av ledningsstrekker.

Vurdering av gjennomført arbeid

Saneringsplanen for området hvor nye boligfelt skal tilknyttes er et viktig element i planlegging av tilkobling. Det er observert kapasitetsproblemer i direkte tilknytning til nedbørshendelser som tilsier mye fremmedvann i spillvannsnettet.

Det er problematisk med en tilkobling av nye boligfelt til eksisterende nett uten reduksjon av fremmedvannsmengder. Dermed er en sanering av eksisterende nettet en forutsetning for videre planlegging.

Behovet for sanering er basert på observasjoner av tilstand, men ikke kvantifisert i forhold til mengde fremmedvann eller manglende kapasitet.

4.2. Konklusjon og anbefaling

Gjennomgang av rapporter og kart rundt spillvannsnettet på Brekkåsen og planlagt utbygging har vært utfordrende. Det er brukt ulike grunnlag, betegnelser og nummereringer av områder som har gjort det vanskelig å sammenligne, sortere og vurdere arbeidet som er gjort.

I tillegg har planleggingen pågått over mange år hvor det har vært store endringer på ledningsnett, omlegging og pågående sanering. Mange utredninger er dermed ikke aktuelt lengre. Det er uvisst hva som er de aktuelle planene, planlagt areal og antall personekvivalenter.

Siden første utredning har spillvannsnettet blitt tilkoblet Trondheim kommune og Varmbo renseanlegg er nedlagt. En utredning bør inkludere en felles betraktning av fremtidig utbygging i forhold til avtalen med Trondheim kommune og pumpekapasitet i Hølbekken pumpestasjon.

Siste versjon av oversiktskartet for spillvannsnettet (Oversiktskart A0 spillvannsoner JIR.pdf) fra 10.10.2022 viser fortsatt et ledningsstrek langs Gimsvegen som tilhører sonen markert i grønn, som i siste versjon av ledningsdatabase er overført til Merradalen (markert i blå).

Det som mangler i alle utredninger som er gjort er en kartlegging av dagens ledningskapasitet og restkapasitet ved ulike fremmedvannsmengder. Med grunnlag i en hydraulisk modell kan man fortsette med planlegging av ulike scenarier for påkobling og spillvannsmengder. Fremmedvannsproblematikk bør analyseres videre i forhold til mengder og kilder. Feilkoblinger og krysskoblinger i felles kummer har en annen effekt på restkapasitet i ledningsnett enn innlekking gjennom dårlige rør og skjøter. Noen ledningsstrek vil være mer kritisk enn andre i forhold til restkapasitet. Uten hydraulisk modell av området vil slike vurderinger forbli mer gjetningsbasert og generalisert.

5 OVERVANN

5.1. Analysegrunnlaget

Tabell 5-1: Oversikt over aktuelle rapporter, analyser og kart for overvann.

Tittel	Utført av	Dato
Overvannsberegninger for Caprotomta, Tamabartun, Brekktrøa, Lete og Krogen	Sweco	9.10.2020
Oversiktskart A0 overvannsoner JIR	Melhus kommune	10.10.2022
Forprosjekt Merradalen, Forurensning i overvannsnettet	Melhus kommune?	Ikke angitt
Kart: 2020-10-06-102198597-W-H105.pdf	Sweco	6.10.2020

5.1.1. Overvannsberegninger for Caprotomta, Tamabartun, Brekktrøa, Lete og Krogen

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Sweco har gjennomført en enkel avrenningsberegning for hvert av utbyggingsområdene, basert på den rasjonelle metoden. Her har de tatt utgangspunkt i totalareal og en fast fordeling mellom 2/3 grønt og 1/3 del tak for alle områder. Takareal inngår i grønt som forutsetter lokal fordrøyning av takvann.

Det er brukt IVF kurver for Trondheim fra perioden 1987 til 2018 sammen med gjentakintervall på 20 år og en klimafaktor på 40%. Følgende Tabell 5-2 gjengir en sammenstilling av de viktigste tallene og resultatene fra beregningen. Q dim betyr forventet maks avrenning fra områdene under en fremtidig 20-års regn.

Tabell 5-2: Nøkkeltall fra tidligere beregninger som omhandler overvann.

Område	Brutto areal [m ²]	Redusert areal [m ²]	Konsentr. tid [min]	Q dim [l/s]
Caprotomta	7 003	4 426	30	48.95
Tambartun	103 711	65 545	40	543.70
Brekkrøa	13 700	8 658	40	71.82
Lete	15 686	9 914	30	109.64
Kroken	73 937	46 728	40	387.61

Vurdering av gjennomført arbeid

Sweco har brukt standardmetoder og tallgrunnlag for å beregne estimert avrenning fra arealene. Det antas at inngangsdata for beregningen ikke var mer spesifikt. Antakelser som er gjort virker dermed fornuftig for et første overslag.

Til vurdering av gjennomførte analyser foreligger bare beregningsarkene fra Sweco og ingen rapport. Derfor er ikke oppdragsomfang og målsetninger kjent.

Analysene utgjør bare en liten del av en omfattende overvannsanalyse for utbyggingsområder. Dette er nærmere beskrevet i kapittel om anbefalinger.

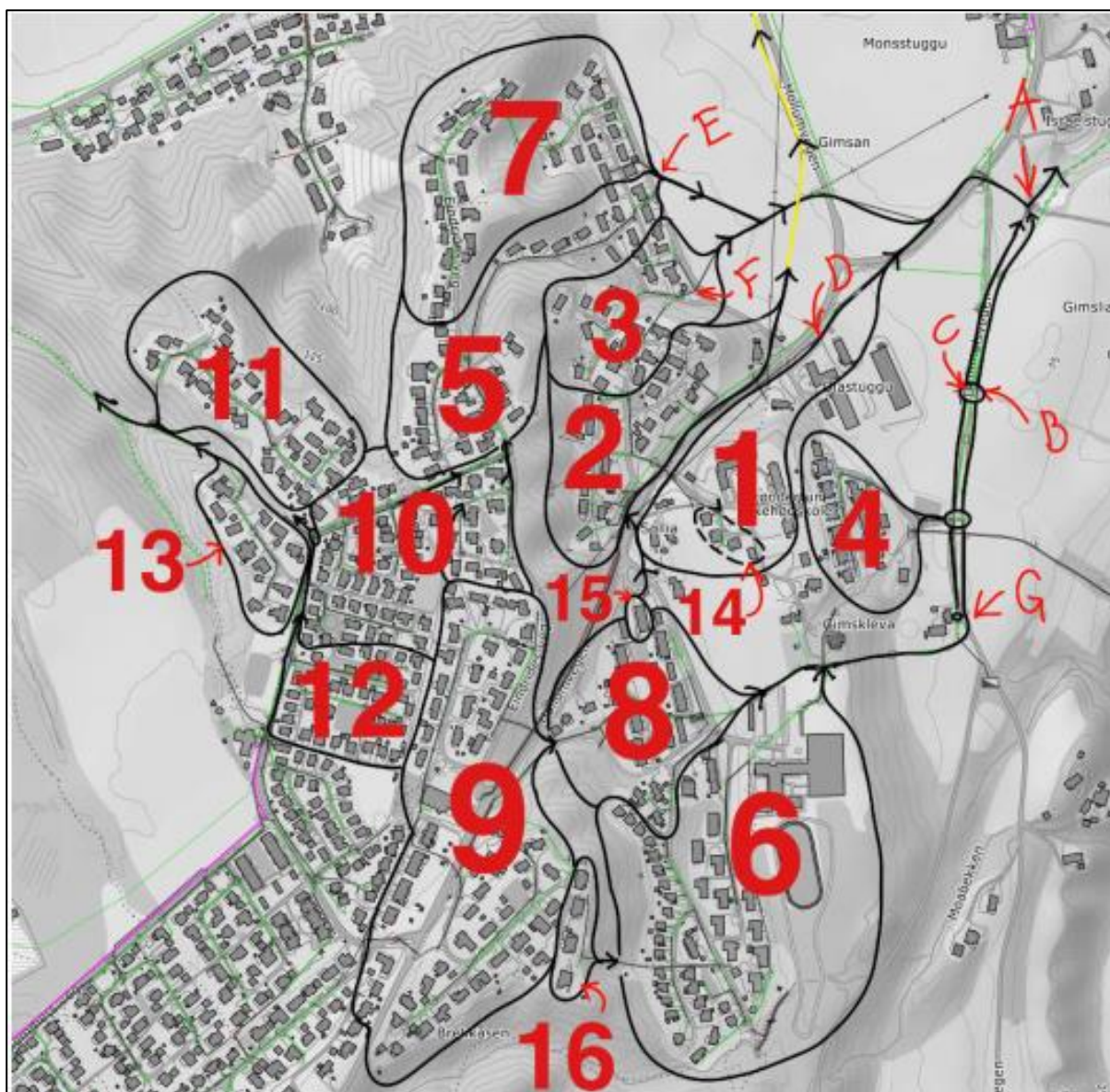
5.1.2. Oversiktskart A0 overvannsoner JIR

Kartet har grunnlag i Gemini databasen for overvannsledninger og er fargelagt for å gi en bedre oversikt over de ulike avrenningssoner og utslippspunkter.. Det er et godt grunnlag for videre arbeid i forhold til valg av mulige tilknytningspunkter for overvann fra utbyggingsområdene.

5.1.3. Forprosjekt Merradalen, Forurensning i overvannsnettet

Beskrivelse av gjennomført arbeid

Rapporten omhandler et observert forurensningsproblem ved utslippspunktet for overvann i Merradalen. Etter gjenåpning av kulverten ha det blitt observert forurensning fra spillvann i dalføret. Det har blitt satt i gang en undersøkelse av overvannsnettet for å isolere og utbedre problemet. Det har blitt utarbeidet følgende kart (Figur 5-1) som grunnlag for videre arbeid.



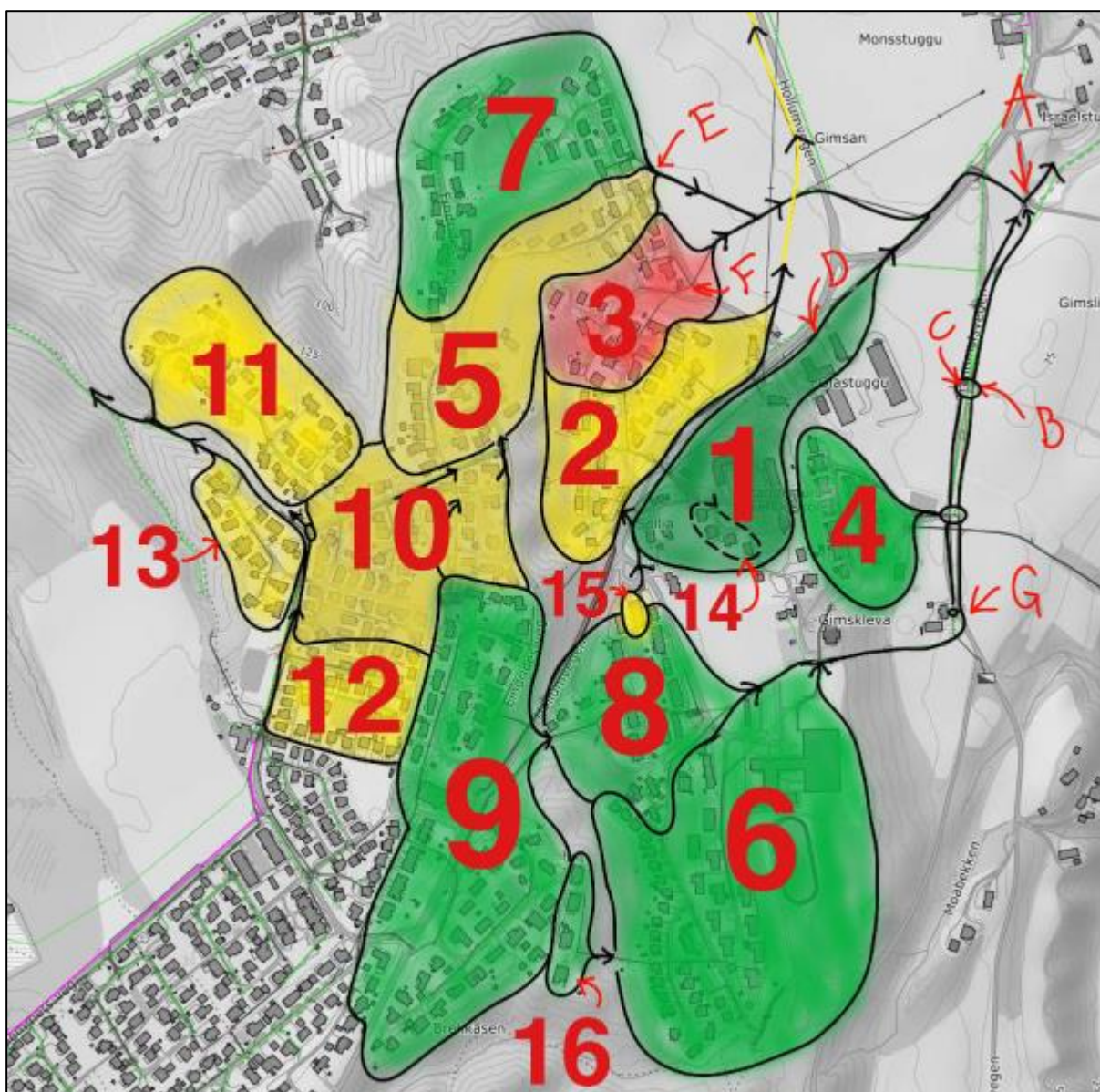
Figur 5-1: Kart med de sonene som er aktuelle for testing av forurensning i overvannsnettet.

Rapporten går gjennom alle soner med beskrivelse av ledningsnett med vurdering av tilstand ut fra anleggsårene.

For å isolere kilden har det blitt bygget et testutstyr som kunne installeres i ledninger via kum og som ville fange opp grov forurensning uten å tette ledningene. Sentrale kummer i alle soner har inngått i undersøkelsen. I sone 5 og 10 var ikke kummene tilgjengelige. Testing har blitt gjennomført i tre runder og resultatene notert.

I tillegg har noen ledningsstrek i sone 1 blitt inspisert med kamera. Har ble det avdekket flere feilregistreringer i forhold til ledningsdatabasen, men ikke noe tegn til feilkobling.

Resultatene ble sammenfattet i følgende kart med fargelegging av sonene, se Figur 5-2:



Figur 5-2: Grønn er soner uten tegn til forurensning, gul er soner med ukjent tilstand og rød er soner med påvist forurensning i overvannsnett.

Analysene har resultert i en konkret saneringsplan av utvalgte ledningsstrekke med en samlet lengde på 1561 meter. Samtidig har store overvannsområder blitt friskmeldt fra feilkoblinger og innlekking av spillvann. For flere områder er resultatene mer usikkert på grunn av dårlig tilgjengelighet av kummer og mulighet til inspeksjon.

Det går ikke frem av rapporten hvem som har utarbeidet den og når den ble skrevet, men det er sannsynligvis en intern rapport fra driftsavdelingen i Melhus kommune. Den baserer seg på en kartlegging gjennomført i 2020 og er dermed av nyere dato.

Vurdering av gjennomført arbeid

Kartlegging av forurensning i overvannsnett med spillvann har blitt gjennomført svært grundig og resultatene er konkret i form av en rehabiliteringsliste for ledningsstrekke og anbefalinger for videre undersøkelser og sanering på sikt.

For tilknytning av nye utbyggingsområder har den gjennomførte kartleggingen bidratt til en forbedring av ledningsdatabase og en identifisering av områder som bør saneres før tilknytning av mer areal.

5.2. Konklusjon og anbefaling

De foreliggende rapportene utgjør bare en liten del av nødvendig analyse for planlegging og tilknytning av overvann fra nye utbyggingsområder.

For en videregående overvannsanalyse bør resultatene derfor tas videre. Her bør det blant annet spesifiseres hvor overvannet skal tilknyttes. Det må defineres krav til maksimal overvannsavrenning for hvert utbyggingsområde og for å definere kravet trenges det flere analyser. Ved utslipp til vassdrag og dalføre bør dagens avrenning ikke økes for å unngå erosjonsproblemer. Ved tilkobling til eksisterende overvannsnett må ledig kapasitet analyseres, sammen med økning i utslippsmengden ved enden av systemet.

I dokumentet 'planprogram områdeplan for Brekkåsen' er det beskrevet at det skal etableres blå-grønne løsninger i de nye boligfeltene. Beregninger til Sweco har også inkludert takflatene som grøntareal ved beregning av overvannsmengder. Her bør man altså se på naturlige avrenningsfelt, infiltrasjon og fordrøyning, fremfor en tilknytning til eksisterende overvannsnett. Figur 5-3 viser at det er flere naturlige vassdrag ut fra Brekkåsen i flere retninger som gir en indikasjon over mulighetene som finnes.

6 FLOM

Vedrørende flom og flomrelaterte utfordringer, er det i hovedsak to tidligere utredninger som utgjør grunnlaget for analyseområdet. Flom, vannveier og erosjon omtales av Sweco (2021) i *“Områdeplan Brekkåsen - Vannlinjeberegninger for flomveier og flomfare for Brekkåsen”*. Kvikkleireutfordringer, erosjon og skred omtales av Multiconsult i rapporten *“Brekkåsen områdeplan, skredfarevurdering”* (2021).

Begge rapportene nevnt over, er vurdert som oppdaterte og representative. Generelt beskriver NVE at flomfarevurderinger er gyldige i opp mot 15 år, avhengig av endringer i datagrunnlaget og utvikling i beregningsmetodikk. NVE har publisert nye veiledere for flomberegninger og sikkerhet mot flom (NVE 01/2022 og NVE 03/2022). Disse erstatter, og supplerer, de veiledere som ligger til grunn for tidlige utredninger av Brekkåsen. I gjennomgangen som følger, blir utredningene vurdert opp mot de nye veilederne.

6.1. Flomfare

6.1.1. Ekstremnedbør og flomberegninger

Sweco (2021) sine flomberegninger ble utført basert på nedbørsdata som direkte inngangsdata i den hydrauliske modellen (HEC-RAS) - altså ble det utført en nedbørssimulering. Simuleringen ble utført for 200-årsnedbør, basert på ekstremnedbørstatistikk fra meteorologisk stasjon på Melhus, like øst for Brekkåsen. Nedbørsdata anses som gode og representative, men det er mulig at det burde blitt benyttet 100-års regn i henhold til NVEs nyeste veileder for overvann (4/2022). Videre ble det benyttet 30% klimapåslag på nedbørsmengdene, som er i henhold til anbefalinger fra norsk klimaservicesenter for nedbørforløp på 6 timer.

Sweco foretok en kontroll av resultatene, basert på mer tradisjonelle flomberegningsmetoder (NIFS og den rasjonale formel), for den største bekken i området; Holemsbekken. Oppsummering av flomverdiene for Holemsbekken fra Sweco (2021) er presentert i Tabell 6-1. Sweco justerte normalavrenningen (fra 17 til 15 l/s·km²) i henhold til observasjoner i Gaula, et tegn på gjennomtenkte beregninger. Det er her også hentet ut flomverdier for bekken, ved bruk av NVEs nettverktøy NEVINA, til sammenligning. Merk at flomverdien fra NEVINA er uten justert normalavrenning, og med 40% klimapåslag i henhold til NVEs anbefalinger for felt i denne størrelsen (ca. 2.0 km²).

Tabell 6-1: Oppsummering av resultat for flomberegninger for Hølemsbekken.

Beregningsmetode		Kulminasjonsverdi inkl. klima
		m ³ /s
Sweco (2021)	NIFS	3.6
	Rasjonale formel	3.8
	HEC-RAS	11.0
Asplan Viak (NEVINA)	NIFS	4.2*

*Avrenning 61-90 (Q_N) 17.4 l/s-km, 40% klimapåslag.

Det er god korrelasjon mellom verdiene generert fra NEVINA og Swecos (2021) kontrollberegninger, men flomverdien fra nedbørsimuleringen (HEC-RAS) er betydelig større. Nedbørsmengdene og flomverdier vurderes som holdbare, men konservative. Modelleringen gir en pekepinn for flomutsatte områder, men dersom det ble påvist problemer med flomvann på avveie i utbyggingsområdene, burde en mindre konservativ tilnærming benyttes. Det ville gi et mer realistisk bilde på flomsituasjonen, og et mer fornuftig grunnlag for dimensjonering av tiltak. Beregningene og den hydrauliske modellen burde i så tilfelle heller klassifiseres i henhold til NVE 03/2022 og det legges til et sikkerhetspåslag for å finne flomsikkert nivå. Til tross for en svært konservativ tilnærming er ikke de aktuelle utbyggingsområdene i flomfare – og flere beregninger ansees som overflødige. Kartleggingen burde derimot ikke benyttes til andre formål enn vurdering av flomfare på utbyggingsområdene.

I oppdaterte anbefalinger fra NVE (01/2022) skal lokale kulminasjonsdata for vannføring benyttes i større grad. Det er ikke stedige vannføringsmålinger fra analyseområdet, men det finnes relativt nærliggende målestasjoner som kunne vært aktuelle. Dersom det skal settes inn tiltak mot erosjon i bekkedalene, burde det benyttes en mindre konservativ tilnærming, der det heller legges til et sikkerhetspåslag i henhold til NVEs anbefalinger (03/2022). Erosjon og relaterte utfordringer omtales utdypende i kapittel 6.2.

Rasjonale formel er best egnet for beregninger av effekten av utbygging og for å et mer nøyaktig estimat for vannmengdene i de respektive bekkedalene. En kombinasjon av vannføringsdata fra en god referansestasjon og rasjonale formel kan gi et realistisk estimat.

6.1.2. Hydraulisk modellering

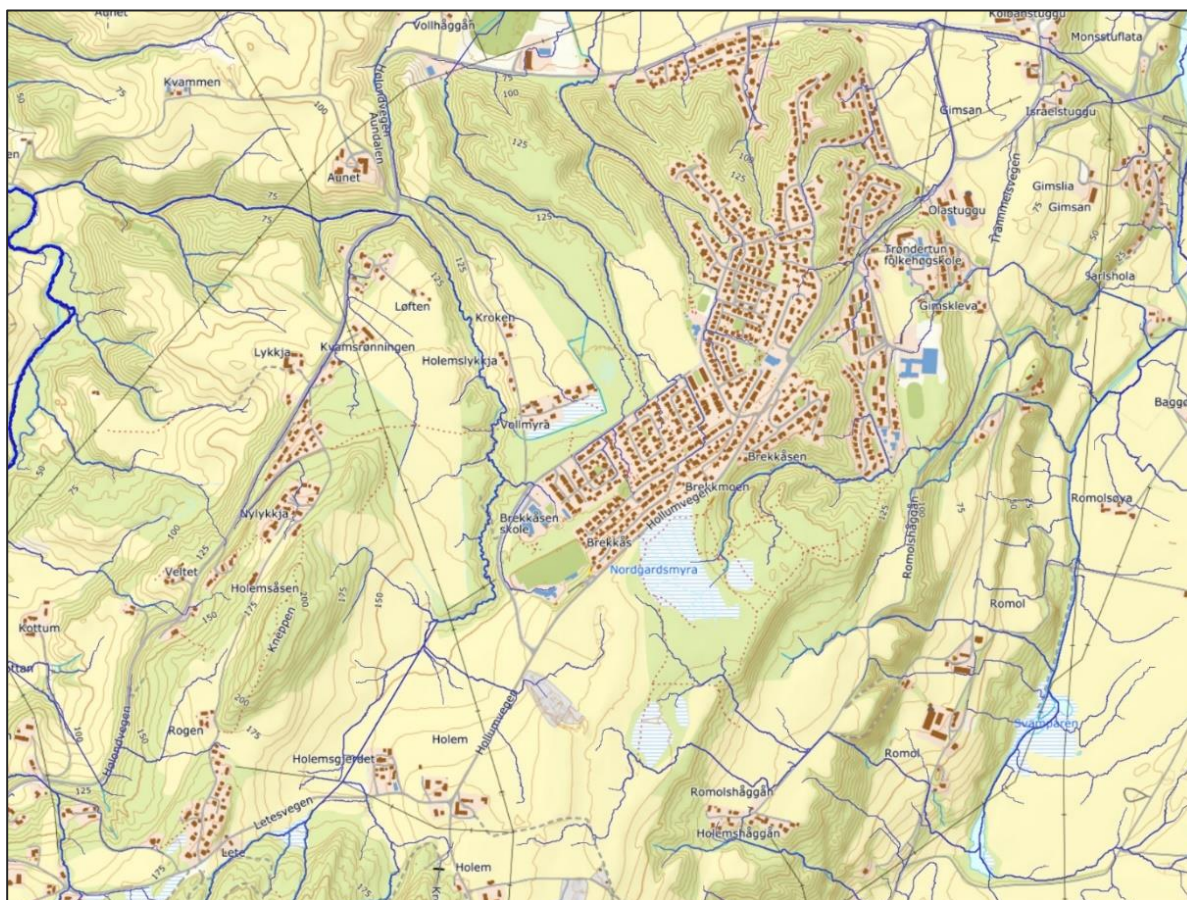
Gjennomgang av beregningene fra Sweco (2021) indikerer at HEC-RAS modellen er noe konservativ. Dette kan komme av at det er benyttet en uniform ruhet, med Manningstall på 0,04 i de hydrauliske beregningene. Det kan tenkes at en del tett skog og nedfall i bekkedalene i realiteten bidrar til mer fordrøyning og følgelig en noe lavere flomtopp. Samtidig kan økt andel tette flater gi raskere avrenning. Valgt beregningsintervall og

oppdeling av beregningsnett er fornuftig. Modelleringen er basert på terrengdata med fin romlig oppløsning, 0.5 x 0.5 meter, generert fra laserdata og lastet ned fra Kartverkets portal, Høydedata.

Derimot er det svært små nedbørsfelt (< 2 km²) i det aktuelle området, og det er derfor mest hensiktsmessig å benytte nedbørsdata som grenseverdi i HEC-RAS, slik som Sweco har gjort i sine beregninger for å kartlegge området i sin helhet, fremfor å skalere vannføringer i hver enkelt bekk. Dette kan i ytterste konsekvens overse flomveger utover etablerte bekker. De hydrauliske beregningene anses som tilstrekkelige til formålet, og videre utredning for utbyggingsområdene anses som ikke nødvendig.

6.1.3. Flomveger

Figur 6-1 viser en analyse av flomveger i overflatemodellen Scalgo Live, som en innledende sjekk av beregningene. Det fremkommer i figuren at flomveger i stor grad følger ravinene, men også vegene er viktige. Flomvegene stemmer i stor grad overens med resultatene fra Swecos (2021) beregninger. Gitt tilstrekkelig håndtering over lokalt overvann i hvert enkelt utbyggingsområde, anses flomveger som ivaretatt og ikke til hinder for utbyggingsområdene.



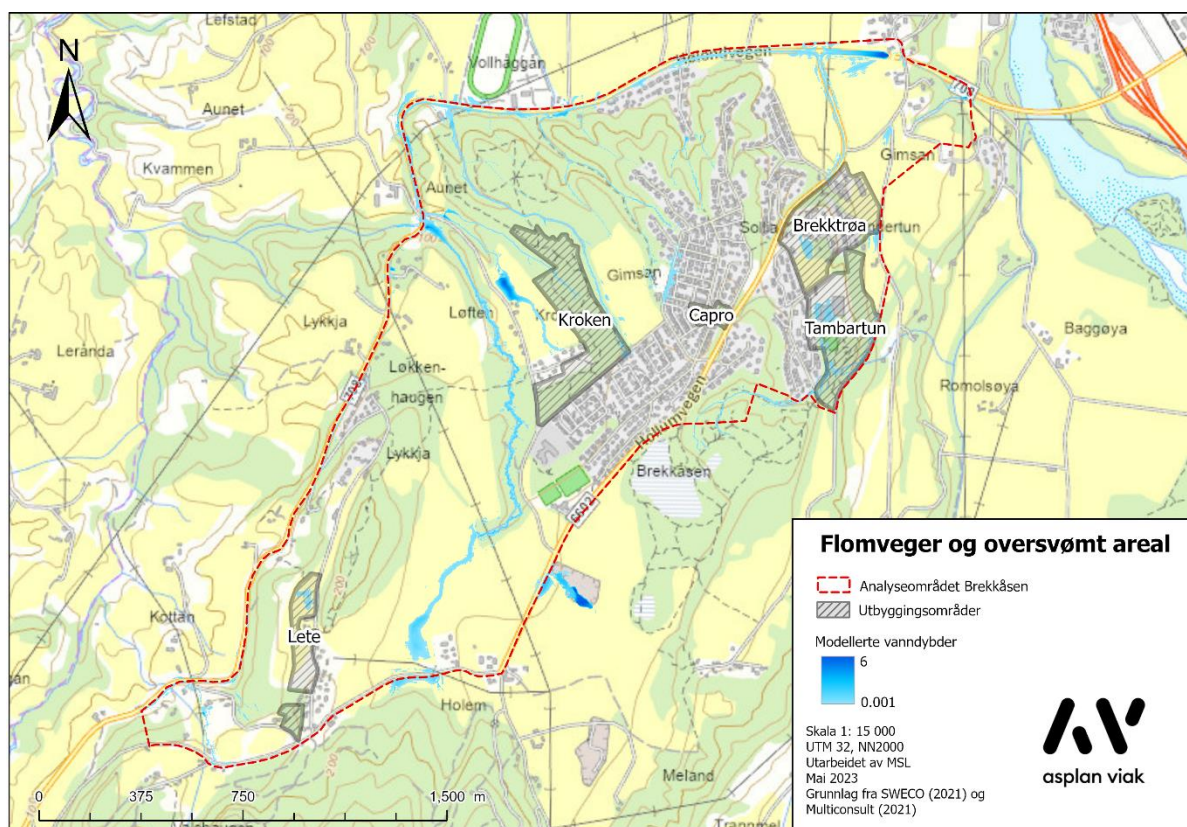
Figur 6-1: Flomveger generert i overflatemodellen Scalgo Live, detaljnivå på 1 ha.

6.1.4. Flomfare aktuelle utbyggingsområder

Sweco (2021) har utført hydrauliske beregninger i modelleringsprogrammet HEC-RAS. Forutsetningene med impermeable overflater, tette kulverter og ingen kobling mot ledningsnett er vanlig praksis. Viktige kulverter og Gimsetunellen burde derimot vært lagt inn for å gi et bedre bilde av flomsituasjonen.

Ingen av de aktuelle utbyggingsområdene er direkte flomutsatt, og Swecos (2021) vurdering virker rimelig. Utfylling av forsenkninger og planlegging for håndtering av overflatevann med økt grad av tette flater antas å være tilstrekkelig for å møte krav om at flomsituasjonen ikke skal forverres ved utbygging. Modellering av fremtidig situasjon, med terrengendringer og oppdaterte ruheter, vil kunne illustrere effekten av utbygging og planlagte tiltak.

Flomveger og oversvømt areal er presentert i Figur 6-2, og vurdering av flomfare for hvert enkelt område er oppsummert i Tabell 6-2. Sweco har utarbeidet detaljerte kart for hvert enkelt område, disse kan benyttes av Melhus kommune i videre planlegging.



Figur 6-2: Flomveger og oversvømt areal, beregnet av Sweco (2021).

Tabell 6-2: Oppsummering av observasjoner for flomfarekartleggingen fra Sweco (2021). Beskrivelse for Tambartun og Capro er lagt til av Asplan Viak.

Utbyggingsområde	Vurdering av flomfare
Brekkrøa	Vanndammer i lavtliggende partier, maksimale vanndybder 0.1 - 0.5 meter. Topografien skaper naturlig drenering mot Moabekken.
Tambartun	Noe oversvømmelse rundt Tambartun kompetansesenter. Det er rimelig å anta at riktig dimensjonerte kulverter vil ta unna det meste av vannet og føre det videre i Moabekken.
Kroken	Lite oversvømmelse, noen mindre vanndammer i forsenkninger. Vanndybde 0.01 - 0.5 meter. Grøfting og bekkedal mot nord sikrer drenering.
Lete	Lite oversvømmelse, foruten lengst nord i området der det dannes vanndammer med dybde på 0.5 meter. Naturlig drenering mot vest i bratt terreng.
Capro	Ikke vurdert av Sweco (2021). Flomsoneskart viser ingen flomproblematikk.

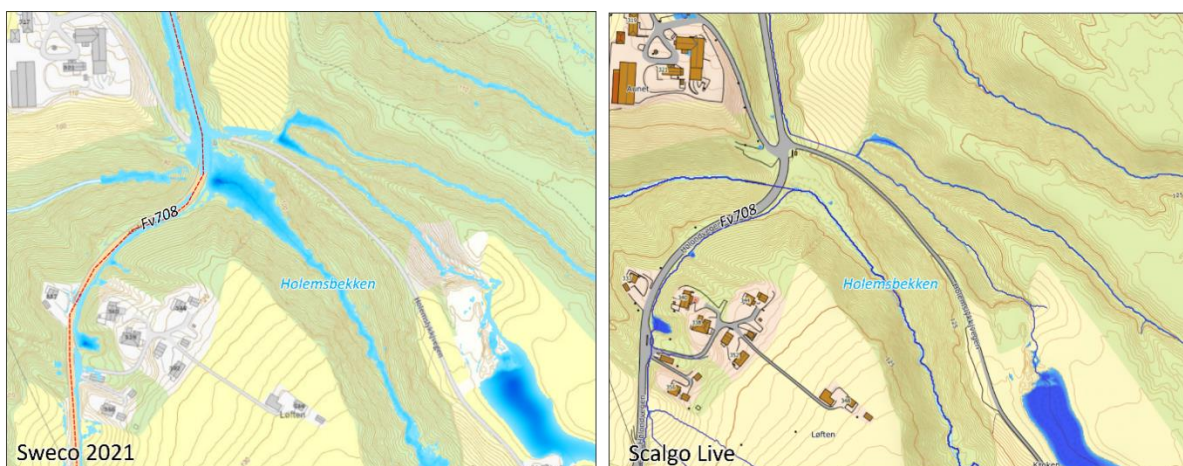
Antagelsen om fullstendig tett tunnel ved Gimse (Fv708) gir unaturlig store vanndybder, og svært konservativt anslag for oversvømt areal i nærområdet rundt tunnelen. Dette har uansett ingen praktisk betydning for flomvurdering av utbyggingsområdene, men er misvisende når Sweco oppgir vanndybder i området som opp mot 6 meter.

Sammenligning av oversvømt areal og vanddybder mellom Sweco (2021) og Scalgo Live er presentert i Figur 6-3.



Figur 6-3: Sammenligning av beregnet oversvømt areal og vannlinjer fra overflatemodellen Scalgo Live for Gimse. Blåtoner indikerer vanddybde.

Tett kulvert der Holemsbekken renner under Fv708 gir mye oppstuvning og mulig økt flomvann videre nedover (nordover) fylkesveien, se Figur 6-4. I og med Holemsbekken har det største nedbørfeltet i analyseområdet, kunne denne kulverten med fordel vært inkludert i modellen. Det kan være tilfelle at kulverten i realiteten er underdimensjonert og lett kan tilstoppes under flom - i så fall gir Swecos modell et bra estimat av flomsituasjonen. En ny og oppdatert hydraulisk beregning kunne avklare de faktiske forhold.



Figur 6-4: Sammenligning av beregnet oversvømt areal og vannlinjer fra overflatemodellen Scalgo Live for Holemsbekken. Blåtoner indikerer vanddybde.

6.2. Erosjonsfare

Erosjonsfare i analyseområdet er omtalt av både Sweco (2021) og Multiconsult (2021), men der de to utredningene har en noe ulik tilnærming. Økt dialog mellom geoteknikk, hydrologi og geologi vil heve kvaliteten.

6.2.1. Erosjonspotensialet

Erosjonspotensialet bestemmes basert på kreftene vannet påfører underlaget ved flom. Erosjonsfaren er kombinasjonen av erosjonspotensialet og underlagets evne til å motstå erosjon. Sweco har vurdert erosjonsfaren basert på modellerte vannhastigheter, se Figur 6-5, og lokale grunnforhold fra kart og i felt. Multiconsult (2021) har i tillegg kartlagt erosjonssikring som ikke er inkludert i NVE Atlas.

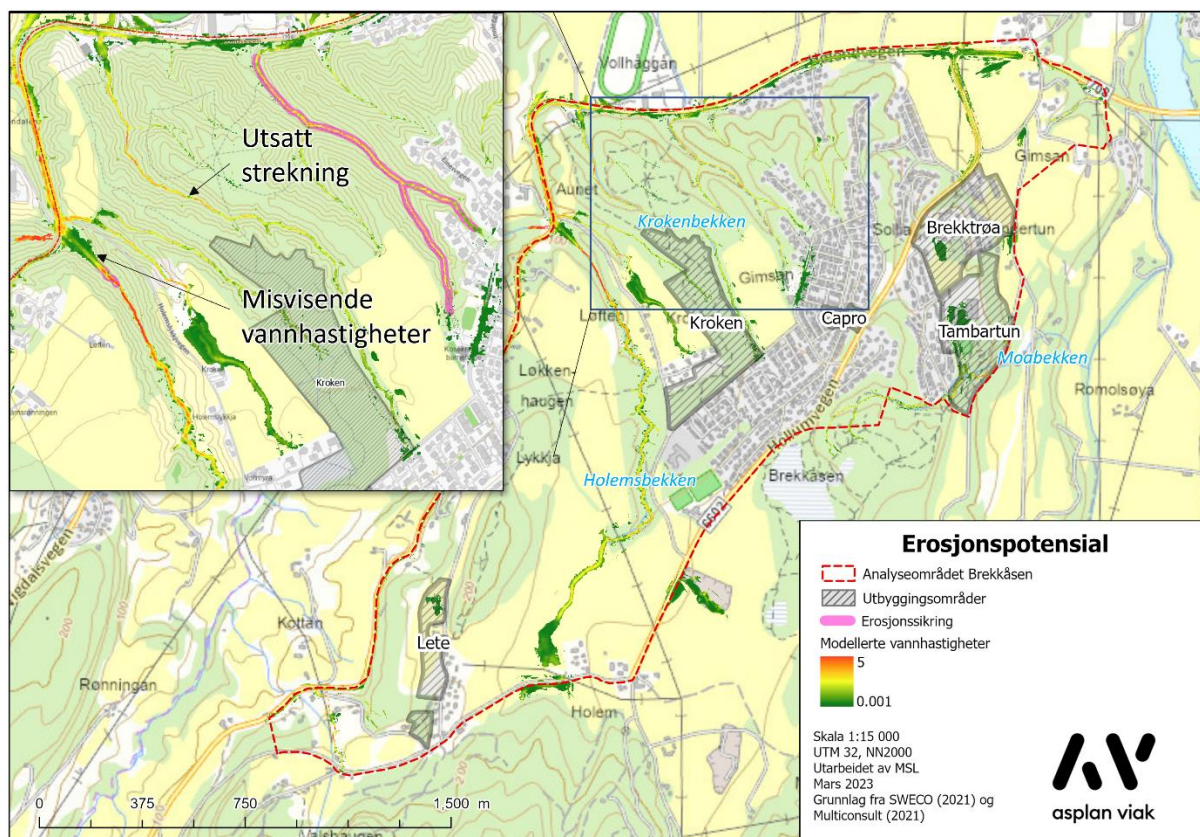
De utredningene som foreligger, er gjort i henhold til gjeldende veiledere i tidspunktet for utarbeidelsen. Det har i ettertid kommet oppdaterte veiledere, men skjerpete krav særlig med tanke på erosjon, se NVE 03/2022.

Utredningen av erosjonspotensialet vurderes som noe forenklet, der nøyaktigheten i modellerte vannhastigheter og vanndybder må forbedres. Det må også beregnes skjærspenning da dette nevnes eksplisitt av NVE (03/2022) som en viktig faktor. Utslagsgivende kulverter burde inkluderes for å gi et realistisk bilde av oppstuvning og vannhastigheter, herunder er Holemsbekken sentral. Oppdaterte vurderinger av erosjonsfaren burde gjøres i henhold til NVEs veileder *Sikkert mot flom (03/2022)*.

Sweco (2021) har utarbeidet aktsomhetssoner for erosjon. Det er noe usikkert hvorvidt disse sikkerhetssonene er i henhold til føringer i TEK 17 §7-2, der sikkerhetssonene er høyden på sideskråning, og minimum 20 m. I henhold til TEK 17 §7-2, fjerde ledd, skal det benyttes sikkerhetsnivå for skred jf. §7-3, dersom elvekanten består av eroderbare masser med sprøbruddegenskaper. Sikring mot erosjon som et tiltak for sikring mot områdeskred må gjøres i samråd med geoteknikker.

Erosjon i bekkedaler og foten på bratte skrån timer kan være destabiliserende og kan dermed være en utløsende faktor for kvikkleireskred, som igjen kan påvirke areal med langt større utstrekning enn det aktuelle erosjonsområdet. Selv om erosjonsfaren innad i de enkelte utbyggingsområdene er minimal eller fraværende, kan kraftig erosjon i nærliggende bekkedaler utgjøre en risiko. Det er spesielt en utsatt strekning nord for Korken, se Figur 6-5, som med fordel kunne vært undersøkt nærmere slik at eventuelle tiltak kunne vært fattet. Endret arealbruk på toppen av skrån timer, kombinert med erosjon i

bunn, kan være svært kritisk. Tett dialog mellom aktuelle fagområder er viktig og vil gi best resultat.



Figur 6-5: Beregnede vannhastigheter (Sweco, 2021) og erosjonssikring i bekkefar (Multiconsult, 2021). Detaljkart for Holemsbekken og "Krokenbekken".

Multiconsults (2021) utredning av skredfare peker på flere historiske skredhendelser i området, spesielt jord og flomskred er sterkt knyttet til metningsgraden og poretrykk - ekstremnedbør kan være en viktig faktor for endringer i nevnte forhold. Dersom flomskred er en aktuell prosess i området, må dette utredes i henhold til *sikkerhet mot skred i bratt terreng* (NVE 2020).

6.2.2. Lokale grunnforhold

Det fremkommer fra Multiconsults rapport (2021) at de aktuelle utbyggingsområdene ligger under marin grense, og grunnforholdene er dominert av marine avsetninger med mulighet for kvikkleire. Det er også noe breelv- og elveavsetninger, med enkelte bergblotninger rundt om i analyseområdet. Landskapet er sterkt preget av ravedaler, der Sweco (2021) dokumenterte pågående erosjon og eksponert leire ved flere lokaliteter. Mot vest (utenfor analyseområdet) er det ifølge NVE Atlas flere påviste kvikkleiresoner, og

SVV har påviste leire med sensitive egenskaper rundt travbanen, nord i analyseområdet (Multiconsult, 2021). Grunnforhold og løsmasser vurderes som lett eroderbare.

6.2.3. Erosjonsfare for aktuelle utbyggingsområder

Oversvømt areal og beregnede vannhastigheter innad i de aktuelle utbyggingsområdene er lave. Til tross for eroderbare masser i grunnen, vurderes områdene som ikke direkte utsatt for erosjon. Sweco (2021) bemerker at økt utbygning og mulige endringer i overflateavrenning kan påvirke lokale erosjonsforhold dersom tette flater skaper raskere avrenning og økte vannhastigheter. Modellering av fremtidig situasjon (med utbygde områder) må hensynta endring i avrenning og følger for erosjonsfare, deretter kan eventuelle tiltak vurderes. Erosjon i "Krokenbekken" kan være destabiliserende for Kroken-området - denne strekningen kan med fordel utredes. I fremtidige utredninger for erosjon burde det legges vekt på hydrologiske beregninger som gir et realistisk estimat på dimensjonerende vannmengder.

6.3. Konklusjon for flom og erosjon

Flomberegningene er noe konservative, og vannmengdene beregnet fra nedbørsmodelleringen er betydelig høyere enn kulminasjonsverdier beregnet med andre metoder. NVE (01/2022) råder til økt bruk av lokale kulminasjonsdata der dette foreligger, men for økt nøyaktighet i Brekkåsen-området vil rasjonal metode være passende. Til tross for konservative vannmengder, er det ikke påvist flomproblematikk ved de aktuelle utbyggingsområdene. Swecos (2021) konklusjon med at utbyggingsområdene ikke er direkte flomutsatt, dersom lokalt overflatevann håndteres, virker rimelig. Videre beregninger og utredning av flomfare for utbyggingsområdene er med dette ikke nødvendig. Kartleggingen burde derimot ikke benyttes til vurdering av reell flomfare for øvrig areal, heller ikke dimensjonering av tiltak mot erosjon. Ekstrem oppstuvning oppstrøms Gimse-tunellen omtales i rapporten fra Sweco (2021), men det konkluderes at det har ingen direkte effekt på utbyggingsområdene

Forutsetningen om at alle stikkrenner og kulverter er tette, er vanlig praksis, men kan bli i overkant konservativt og i enkelte områder misvisende. Dette medfører økt oversvømt areal, oppstuvning og følgelig stedvis lavere vannhastigheter. Spesielt større kulverter og tunneller burde holdes åpne, dette vil gi et bedre bilde av flomveger og erosjonspotensiale. Det er misvisende at kulverten for Holemsbekken er tett, da det gir oppstuvning og redusert vannhastighet. Det er heller ikke sikkert at det er 200-årsnedbør som gir den vannføringen størst erosjonspotensial. Det er mulig at en flom med lavere gjentaksintervall

gir mindre oppstuvning, og dermed økt erosjonspotensial som følge av økte vannhastigheter og skjærspenninger.

Kompleksiteten mellom flom, erosjon og skred fordrer økt grad av samarbeid mellom geoteknikere, hydrologer og geologer i fremtidige utredninger og i prosjektering av eventuelle sikringstiltak.

7 Grunnlagsdokumenter

Tidligere utarbeidet grunnlag

- Vann
 - Melhus kommune, vurdering av brannvannsdekning på Brekkåsen (03-11-2020)
 - Oversiktskart Gimse Vasslag_Hovedledning og kummer
 - Brannvann_Bråkkåsen figur_rev_3
- Spillvann
 - Notat Vann og spillvannsberegninger (06-10-2020)
 - Notat Vann og spillvannsmengder med kommentarer (06-10-2020)
 - Plantegning H105_A00
 - Plantegning H106_A00
- Flom og erosjon
 - **SWECO** (2021). Vannlinjeberegninger for flomveier og flomfare for Brekkåsen - Områdeplan VAO Brekkåsen. Rev 1.
 - **Mulitconsult** (2021). Brekkåsen områdeplan, skredfarevurdering. 10223328-RIG-RAP-001
 - **Plantegning** områdeplan VAO brekkåsen
 - **Flomsonkart**
 - **Vannhastighetskart**
- Overvann
 - Plantegning Områdeplan VAO brekkåsen H105-A00
 - Overvannsberegninger Caprotomta
 - Overvannsberegninger Tambartun
 - Overvannsberegninger Brekktrøa
 - Overvannsberegninger Lete
 - Overvannsberegninger Kroken

8 Kilder

- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2022.
- **NVE** (2022). *Veileder Sikkerhet mot flom: - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Norges vassdrags- og energidirektorat veileder 03/2022.
- **NVE** (2022). *Rettleier for handtering av overvatn i arealplanar*. NVE veileder 4/2022.
- **Byggteknisk forskrift (TEK 17)** (2023). §7-2. *Sikkerhet mot flom og stormflo*. Hentet fra [Direktoratet for byggkvalitet](#), februar 2023.

Oppdragsgiver:	Melhus kommune
Oppdragsnavn:	VA-notat til områdeplan
Oppdragsnummer:	636893-05
Utarbeidet av:	Axel König
Oppdragsleder:	Monica Andrea Matthieson
Dato:	21.04.2023
Tilgjengelighet:	Åpent

Vedlegg1: VANN

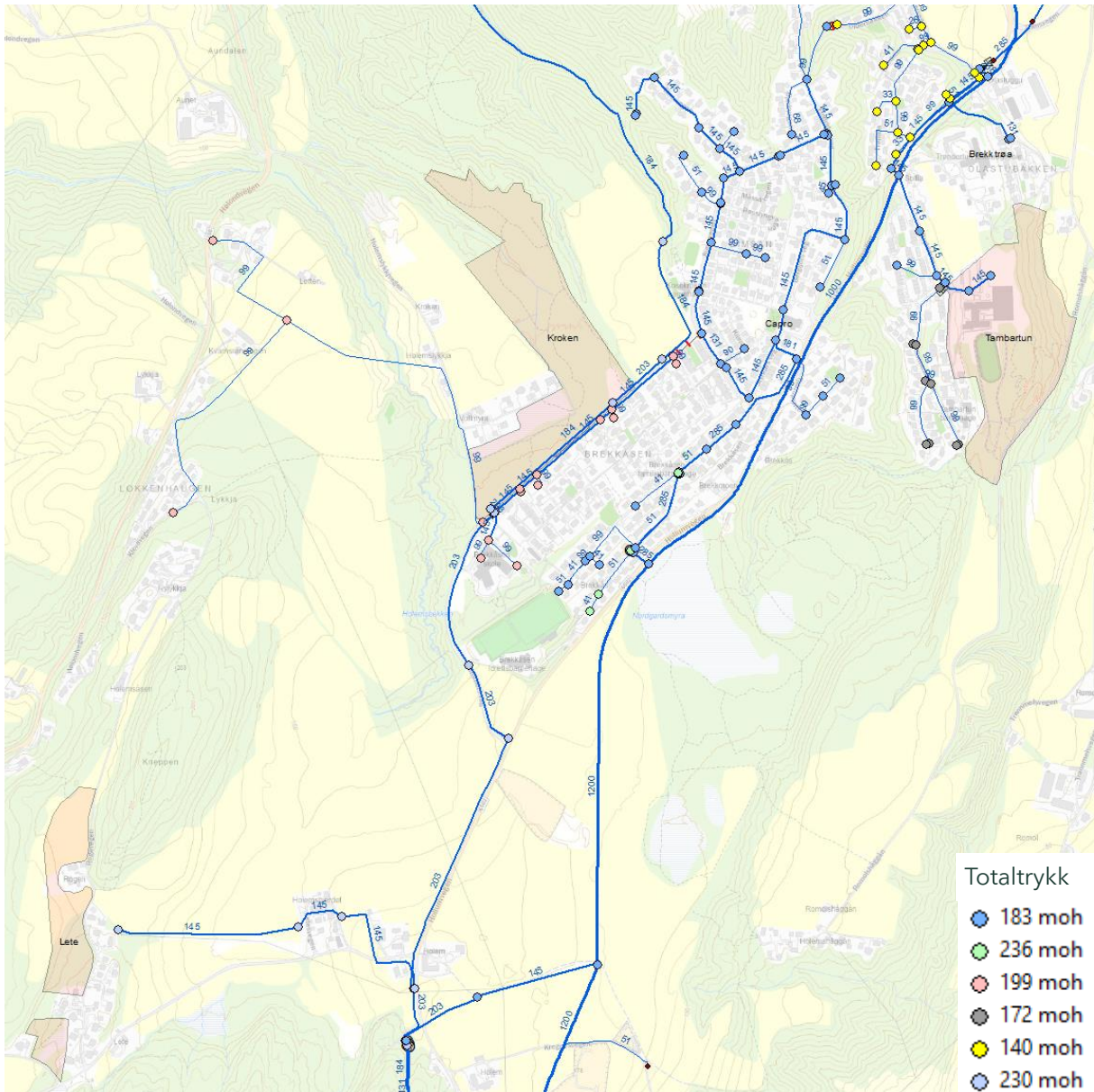
Den hydrauliske modellen over Melhus kommune sitt vannett er brukt for å analysere kapasitet og tilkoblingsmuligheter av utbyggingsområdene Lete, Kroken og Tambartun. Dagens nett er analysert for trykkforholdene og maksimal uttakskapasitet og sammenlignet med konsekvensene av en utbygging av de tre områdene.

1. Analyser dagens nett

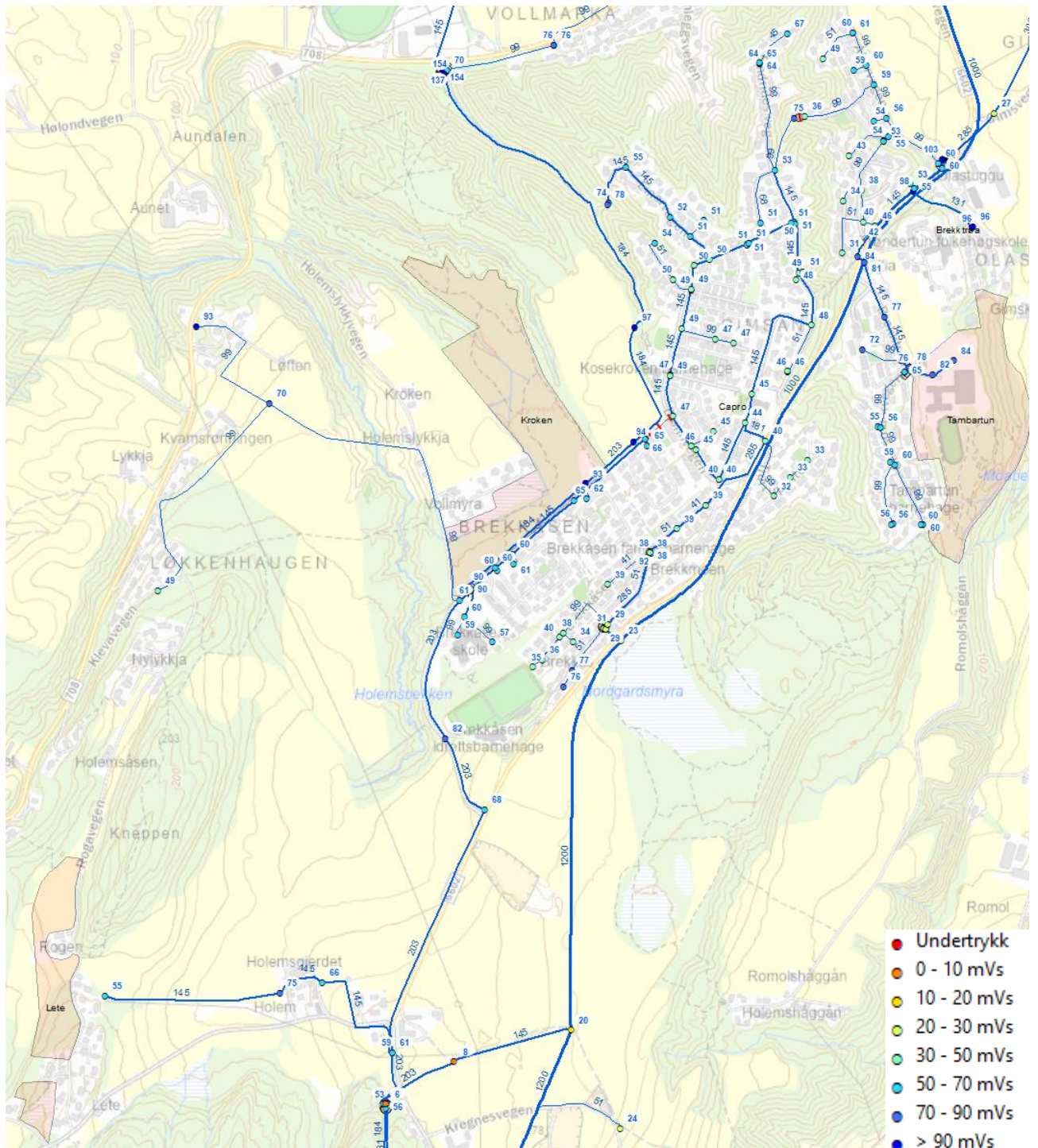
Figur 1 viser dagens ledningsnett med de ulike trykksonene og nye utbyggingsområder. Legenden viser totaltrykk i sonene. Store områder på Brekkåsen har samme totaltrykk som hovedledningen på 183 moh. Høyeste trykket er fra høydebasseng Hovin på 230 moh.

For Lete er tilkoblingstrykket på 230 meter totaltrykk. For Kroken er det to trykksoner som går parallelt langs Klemmets vei, en på 230 moh og en redusert sone på 199 moh. Tambartun har også tilkoblingsmuligheter fra to ulike trykksoner, en på 183 moh og en på 172 moh.

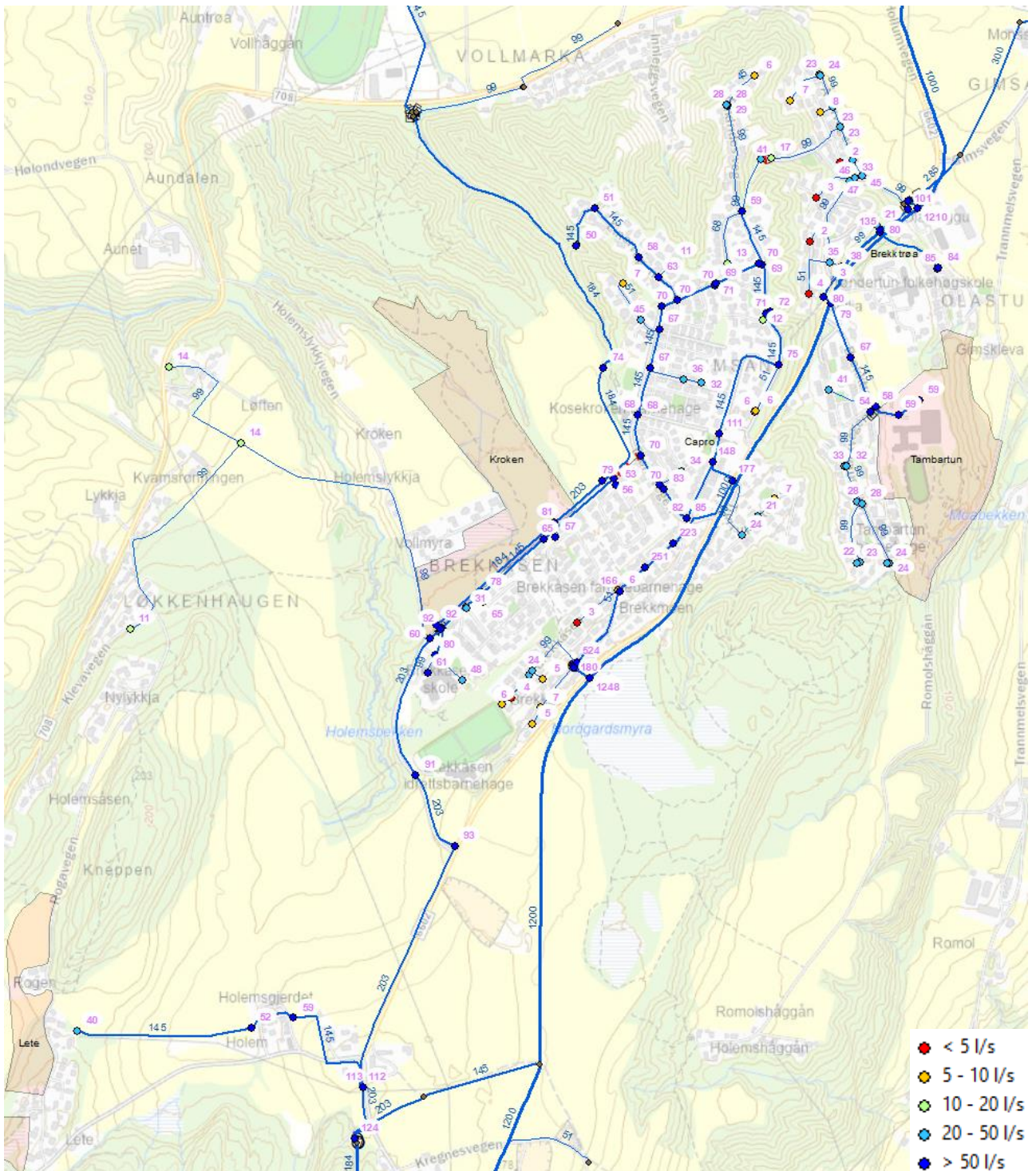
Minimumstrykk for hver kum under vanlig drift vises i Figur 2. Det er jevnt over godt trykk til forbrukspunktene. Analysen skal vise referanseverdier for eventuelle trykkendringer på grunn av utbyggingen. Det samme gjelder for maks uttakskapasitet i kummene som Figur 3 viser. Kapasiteten vises for opprettholdelse av minimum 15 mVs i hele trykksonen. Det er generelt god kapasitet på Brekkåsen. Kummer med lav kapasitet er som regel ved endeledninger av mindre dimensjon.



Figur 1: Oversikt dagens ledningsnett med ulike trykksoner og nye utbyggingsområder



Figur 2: Minimumstrykk i kummer for dagens nett



Figur 3: Maks uttakskapasitet i kummer for dagens nett ved minimum 15 mVs i hele trykksone

2. Tilknytning utbygginger

Dagnes nettmodell er utvidet med overføringsledninger til de tre planlagte utbyggingfeltene Lete, Kroken og Tambartun. Det er tatt utgangspunkt i nærliggende kummer og ulike trykksoner. Som dimensjon er det valgt det samme som ledningsnett foran tilknytningspunktet. Lete er tilknyttet trykksone med 230 meter totaltrykk. Kroken er tilknyttet den samme trykksone på 230 moh ved Klemmets veg. Tambartun er tilknyttet før reduksjonen til trykksone på 183 moh.

I selve utbyggingfelt er det etablert et fordelingsnett med flere kummer. Blant dem er det en kum med lavt beliggenhet og en med høyest beliggenhet ut fra terrenghøyder. Med et slikt oppsett kan den maksimale uttakskapasiteten testes for hvert felt. Som ledningsdimensjon er det valgt 160 mm PVC med innvendig 144,6 mm og en ruhet på 0,2 mm. Det er i utgangspunktet ikke etablert ringledninger i feltene for å teste en ugunstig situasjon.

Alle utbyggingen er lagt inn i modellen samtidig for å inkludere eventuelle avhengigheter. Dimensjonerende forbruksmengder er lagt inn basert på tidligere rapporter. Det er 1,25 l/s fordelt for Lete, 9,96 l/s fordelt for Kroken og 5,36 l/s fordelt for Tambartun. Dimensjonerende mengder er maks time for maks døgn og er forenklet lagt inn som konstant ved de ulike nodene for å simulere denne situasjonen.

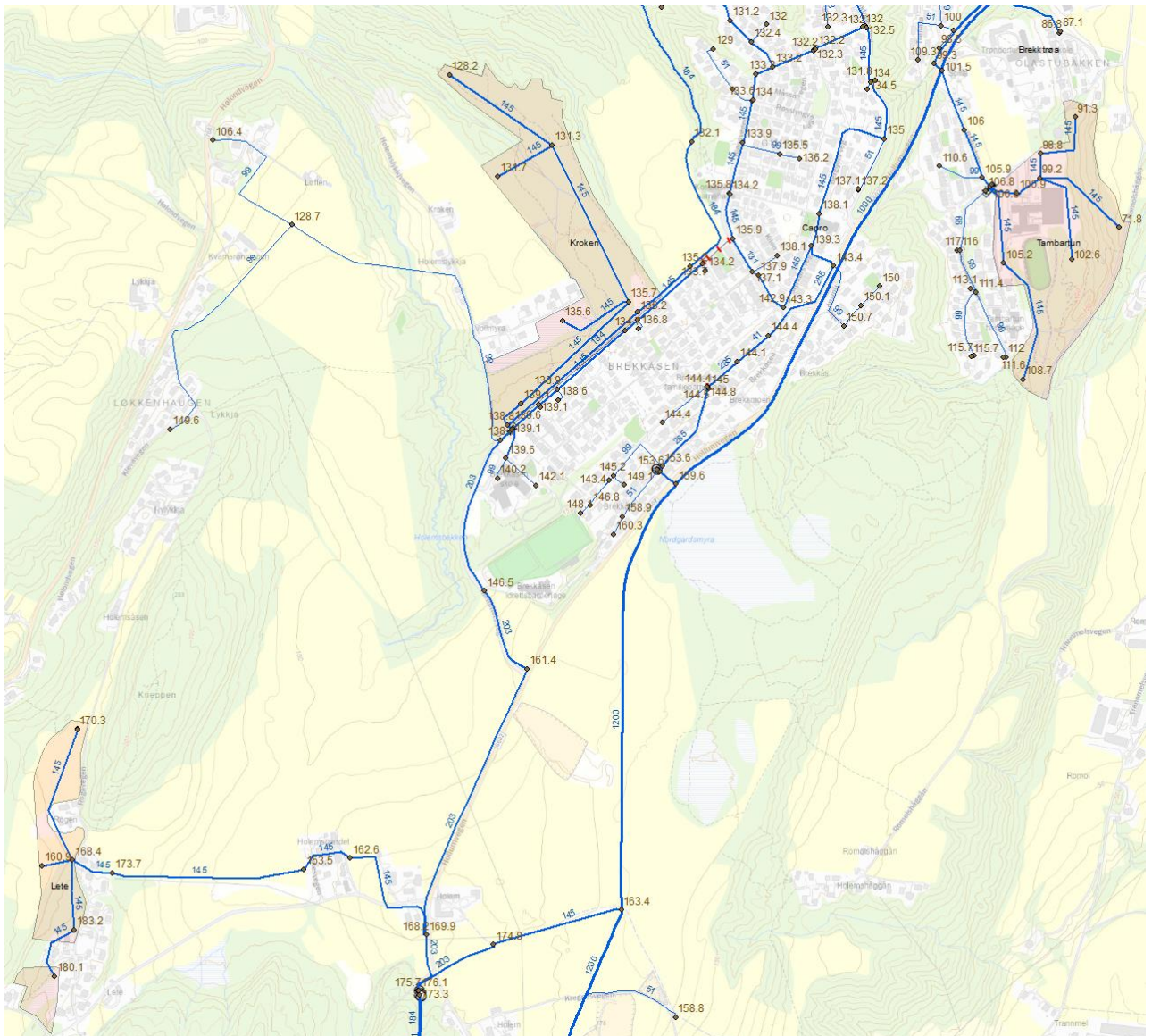
Figur 4 viser modellen med tilknytninger og fordelingsnett i utbyggingfeltene. Kummene viser bunnhøyder som er lagt 2 meter under terreng. Terrenghøyder er tatt fra et raster lastet ned fra hoydedata.no.

Figur 5 viser minimumstrykk i kummer med utbyggingen som beskrevet. Det er tilstrekkelige trykkforhold i alle kummer og alle utbyggingfelt. Trykket langs forsyningsledning til Lete er redusert med 4 mVs. 225 mm hovedledning langs Hollumvegen og videre langs Klemmets veg er redusert med opp til 5 mVs frem til tilknytning Kroken. Reduksjonen til Tambartun er ubetydelig med 1 mVs. Ellers har utbyggingen ingen konsekvenser i trykkforholdene til abonnenter i området.

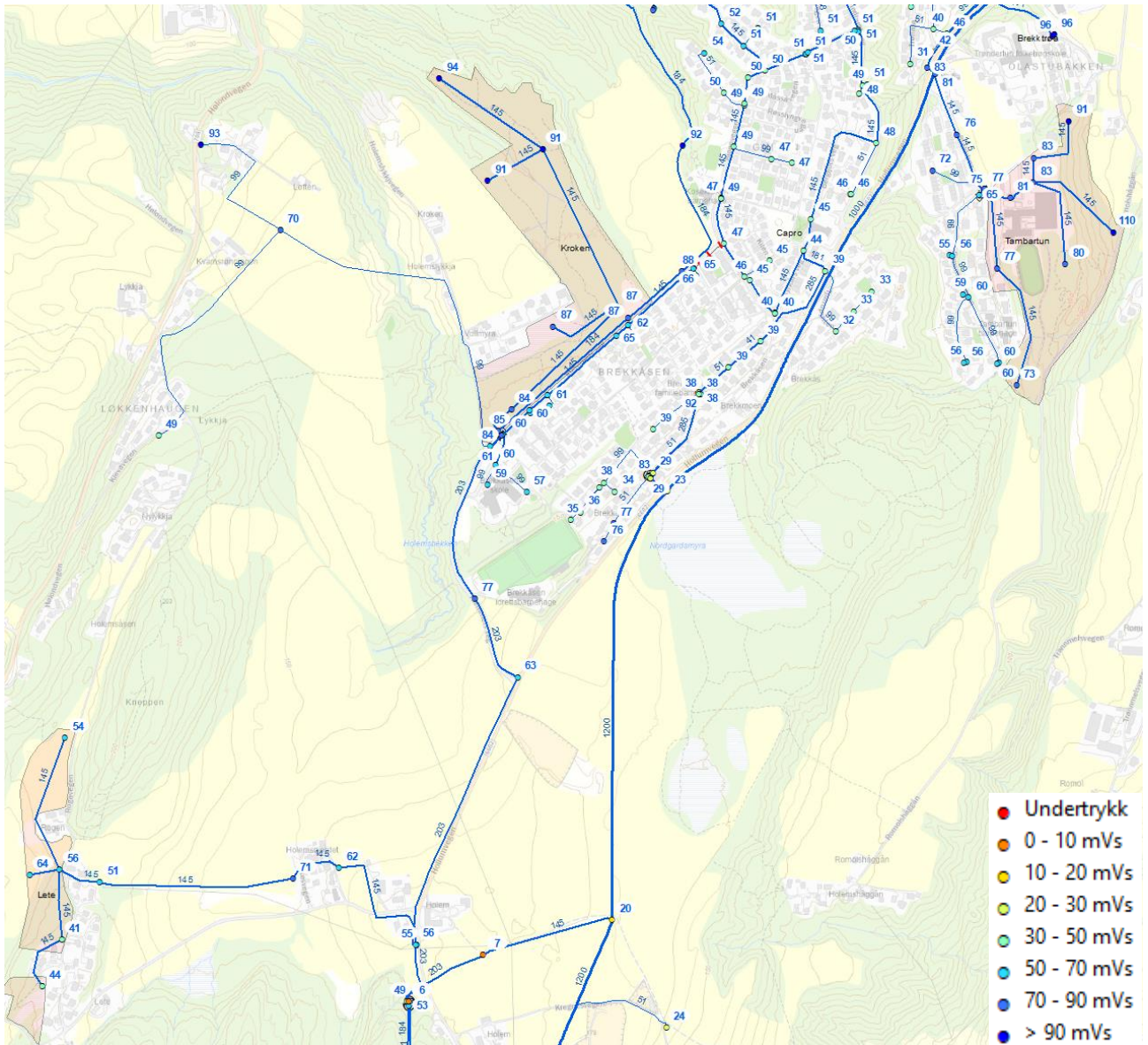
Figur 6 viser maks uttakskapasitet ved opprettholdelse av 15 mVs i hele trykksone. Det er tilstrekkelig kapasitet for brannvannskravet 20 l/s for tettbygde strøk i alle utbyggingsområder og ved høyest punkt i terrenget. Det er en del reduksjoner i maks uttakskapasitet langs ledninger som også har redusert driftstrykk. Mot Lete går kapasiteten ned fra 40 til 29 l/s, ved Holemsgjerdet fra 59 til 44 l/s. Ved forgreining til Kroken ved

Klemmets vei er uttakskapasiteten redusert fra 92 til 76 l/s. Ved Tambartun går kapasiteten i hydranten 34535 fra 58 l/s ned til 53 l/s.

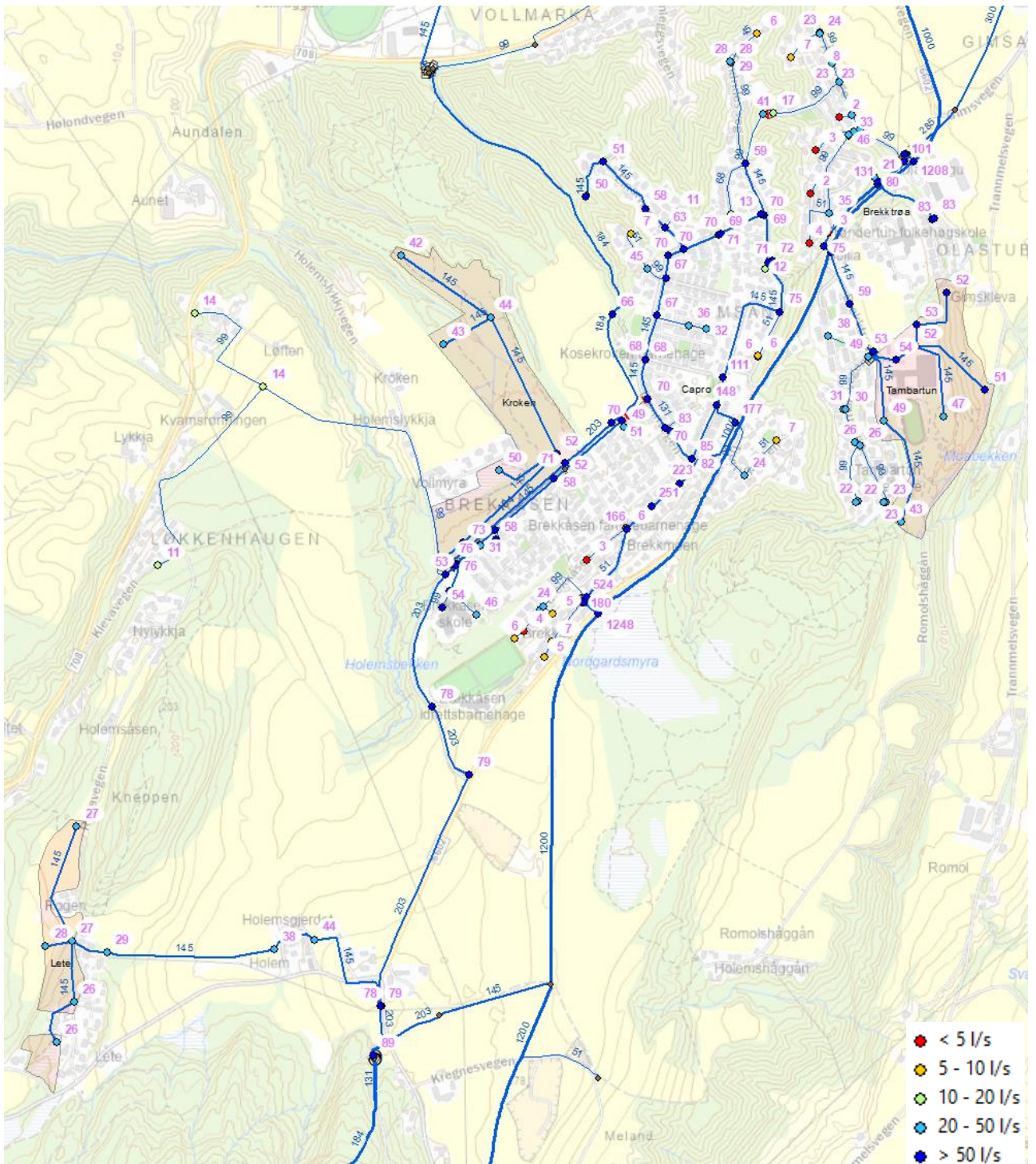
I de følgende kapitlene er resultatene oppsummert for hvert enkelt utbyggingsfelt.



Figur 4: Modell med tilknytning og fordeling utbyggingsfelt, kumhøyder i moh



Figur 5: Minimumstrykk i kummer med planlagte utbygginger



Figur 6: Maks uttakskapasitet i kummer med utbyggingen ved minimum 15 mVs i hele trykksonen

3. Sammendrag for Lete

Tilkoblingen er lagt til kum 25139 med bunnhøyde 173,7 moh og i forlengelsen av en 160 mm PVC ledning. Trykksonen har et totaltrykk på 230 moh. Den nye utbyggingen er mellom 160 og 180 moh, altså på omtrent samme nivå som kum 25139. Det samlede maks forbruket på 1,25 l/s er fordelt jevnt over de 5 kummene som representerer utbyggingen.

Trykkforholdene varierer mellom 41 og 64 meter i utbyggingsområde. Dagens trykk ved Lete og Holemsgjerdet blir noe redusert med 4 mVs.

Maks uttakskapasitet ligger på 26 til 28 l/s og er over kravet på 20 l/s i hele feltet med tilstrekkelig margin. Eksisterende kapasitet på Lete blir merkbart redusert fra 40 til 29 l/s, men ligger fortsatt over kravet for boligbebyggelse.

4. Sammendrag for Kroken

Utbygging Kroken er tilknyttet kum 34735 med bunnhøyde 138,8 moh, foran reduksjonen til bebyggelsen sør for Klemmets vei. Trykksonen har et totaltrykk på 230 moh. Hele feltet er på nivå 130 til 141 moh. Dette resulterer i driftstrykk på rundt 90 mVs, noe som er forholdsvis høyt. Her kan man velge å knytte seg til den reduserte sonen på 199 moh som vil føre til tilsvarende reduksjon på Kroken.

Det samlede forbruket på 9,96 l/s er fordelt jevnt over de 6 representative kummene. Med et slikt forbruk er driftstrykket ved tilkoblingskummen 34735 redusert fra 90 til 85 mVs.

Maks uttakskapasitet er over 40 l/s og godt innenfor kravet til brannvannsdekning.

Ved en alternativ tilknytning til trykksonen med 199 meter totaltrykk i kum 33673 er maks uttaksmengde nesten ikke redusert fordi trykkreduksjonen blir uvirksomt i tilfelle maks uttak når trykket synker under settpunktet for ventilen.

5. Sammendrag for Tambartun

Utbygging Tambartun er tilknyttet flere kummer i modellen. Fra kum 34149 (bunnhøyde 106,8 moh) er det lagt en ledning sørover mot høyeste terrenget på 110 moh. Fra kum

8581 er det lagt flere ledninger til ulike punkter i feltet. Lavest terreng er her ved Romolshåggån på 74 moh. Trykksone har et totaltrykk på 183 moh. Dette resulterer i trykk på mellom 73 og 110 moh. Hvis det kommer utbygging ved Romolshåggån på laveste nivå bør trykket her reduseres. Alternativt kan man tilknytte seg til ledningen langs Gimsmarkvegen som ligger i en redusert trykksone på 172 moh.

Det samlede forbruket på 5,36 l/s er fordelt jevnt over de 6 representative kummer. Driftstrykk for eksisterende bebyggelse blir nesten uforandret.

Maks uttakskapasitet for Tambartun varierer fra 43 l/s ved høyeste punkt til 53 l/s ved tilknytningen. Eksisterende kapasitet går ned med rundt 5 l/s, men ligger fortsatt langt over kravet på 20 l/s for boligbebyggelse. Også kravet for offentlige bygg på 50 l/s er oppfylt for Tambartun kompetansesenter.

Oppdragsgiver:	Melhus kommune
Oppdragsnavn:	VA-notat til områdeplan
Oppdragsnummer:	636893-05
Utarbeidet av:	Axel Konig
Oppdragsleder:	Monica Andrea Matthieson
Dato:	21.04.2023
Tilgjengelighet:	Åpent

Vedlegg 2: SPILLVANN

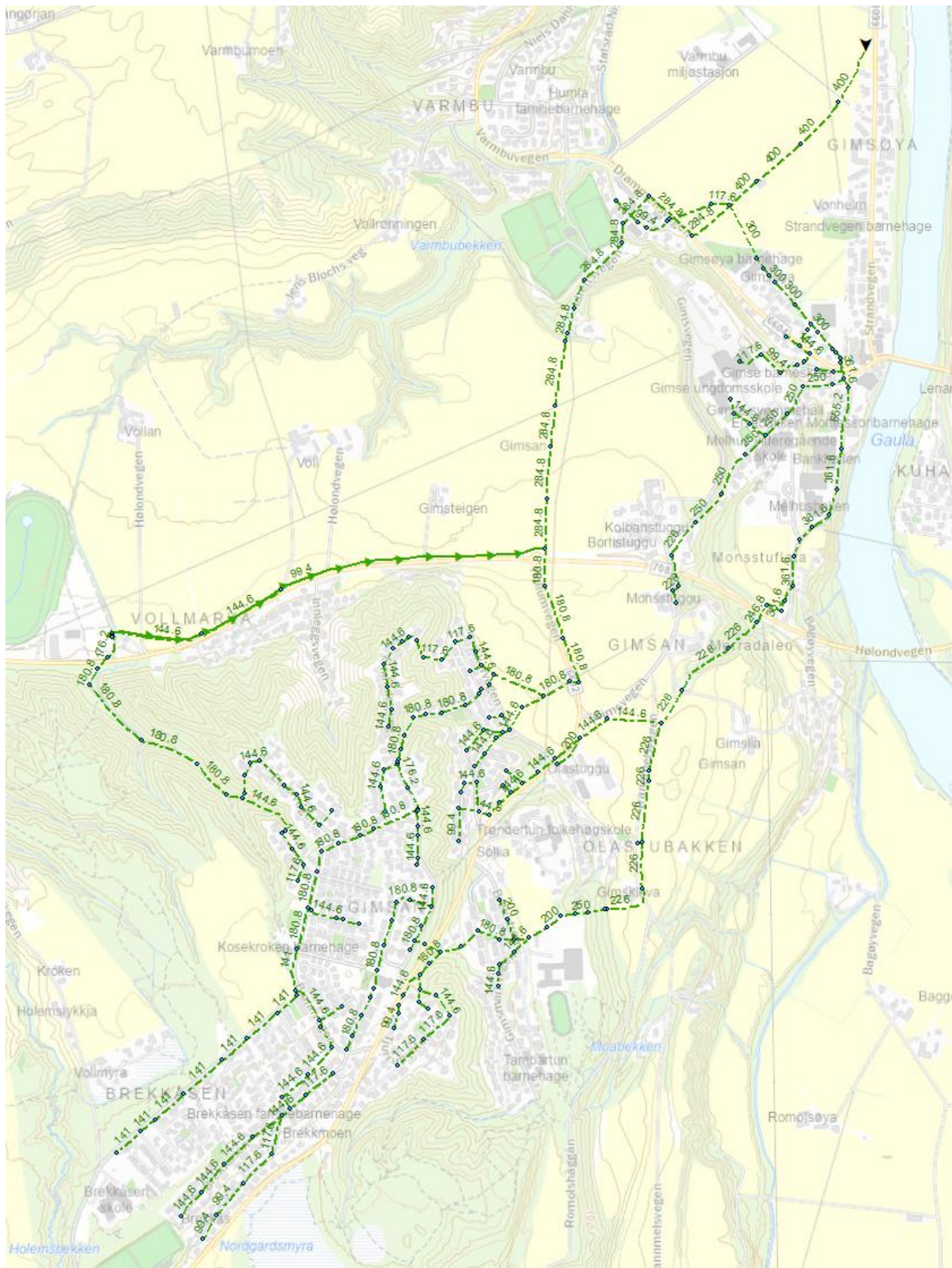
Tidligere analyser for tilknytning og mengdeberegning av spillvann for utbyggingsområder på Brekkåsen har manglet en kapasitetsanalyse av dagens spillvannsnett. En etablering av en fullverdig hydrologisk og hydraulisk modell som inkluderer spillvannsproduksjon, innlekking, feilkoblinger og rørnettanalyser er et omfattende arbeid og krever noe form av kalibrering for å være pålitelig. I tillegg til ledningsnettet med nøyaktige høyder kreves det avrenningsberegning til hver kum eller ledningsstrekk, basert på andel tette flater, personekvivalenter og infiltrasjon.

Som kompromiss er det etablert en ledningsnettmodell uten avrenningsberegning. Den har som mål å beregne teoretisk ledningskapasitet. I tillegg er det gjort en forenklet overslagsberegning av mulige innlekkings- og feilkoblingsmengder, pluss spillvannsmengde fra eksisterende bebyggelse.

1. Etablering hydraulisk nettmodell

Modellen er etablert i MIKE URBAN. Grunnlaget er Gemini ledningsdatabasen fra 21.3.2023. Importen inneholder alle kommunale spillvannsledninger i området Brekkåsen og nesten frem til Hølen pumpestasjon. Flere sidegrener i nedre del som kommer fra Melhus sentrum og Varnbu er ikke inkludert. Pumpemengden fra Melhus sentrum må inkluderes i tilfelle utvidelse av modellen med avrenningsberegning.

Høydedata er importert så langt det eksisterer i ledningsdatabase. Ved manglende data er nivå topplokk for kummer hentet fra høydemodell og bunn kum lagt til 2 meter under terreng. Ledningsdiameter var stort sett fullstendig i databasen. Den ble endret til innvendig diameter for plastledninger.



Figur 1: Hydraulisk nettmodell med innvendig diameter

Hele modellen er gjennomgått ved å tegne opp lengdeprofiler for alle ledningsstrekk for å kontrollere fall. Her var det noen feil i databasen som førte til negativ fall. Manglende data som ble satt 2 meter under terreng ble i denne prosessen også tilpasset slik at det er jevn fall.

2. Modellanalyser

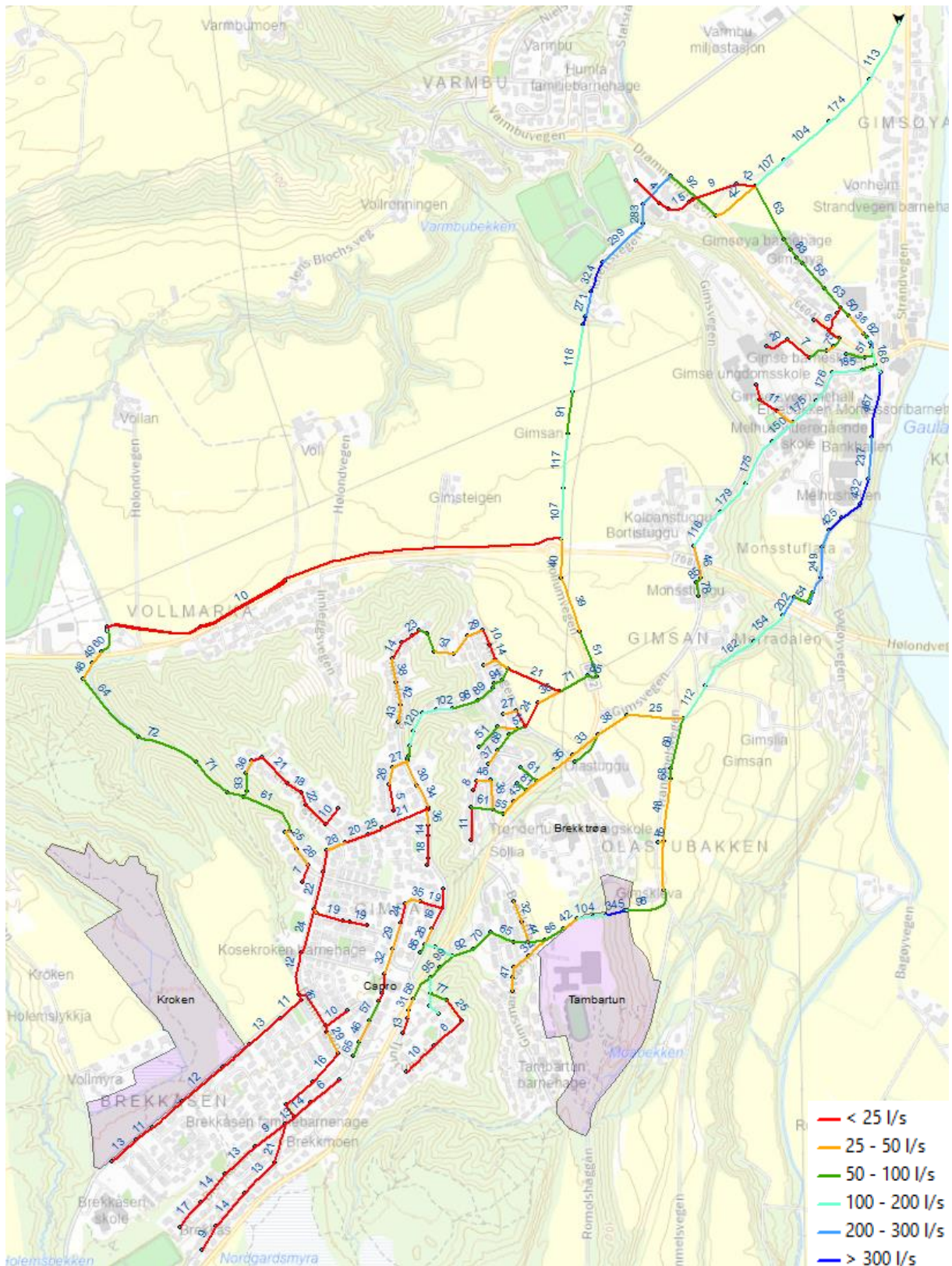
Det er beregning den teoretiske ledningskapasiteten for hvert strekk, basert på fall, ruhet og dimensjon. Resultatet er vist i Figur 2 med fargekoder for ulike klasser og kapasiteten i l/s ved hvert ledningsstrekk. Kapasiteten av pumpeledningen langs Hølundvegen er ikke inkludert siden det ikke er lagt inn en pumpekapasitet her.

Kapasitetsanalysen gir et blandet bilde med generelt lave kapasiteter og flere potensielle flaskehals. For at nettet skal fungere er det en forutsetning at det ikke er mye innlekking og feilkoblinger.

Nedover hovedledningsstrekk Merradalen og Gimsan øker kapasiteten stort sett jevnt, men kapasiteten over Gimsøyen hvor hele spillvannet er samlet er kritisk lavt. Her vil det oppstå potensielle tilbakestuvninger.

Flere avsnitt er hydraulisk uheldig med skarpe retningsendringer og lavere fall. Retningsendringer blir først synlig når modellen blir simulert med avrenning, så her kan det oppstå nye utfordringer som ikke kartet viser.

Flere detaljer og utregninger er beskrevet under kapitlene for de ulike utbyggingsfelt.



Figur 2: Teoretisk ledningskapasitet i I/s

3. Lete

Tilkobling av Lete (sørvest utenfor Figur 2) er via en pumpeledning som er tilknyttet spillvannsledning i veien som heter Brekkåsen, bak idrettsanlegget. Mengden blir begrenset av pumpekapasiteten og eventuelle feilkoblinger og fremmedvann vil føre til lokale overløp ved pumpestasjonen.

Ledningsnettet i boligsonen Brekkåsen hvor pumpeledningen er tilknyttet har svært begrenset kapasitet. Her er det noen feil høyder i ledningsdatabasen, men ut fra terreng og dimensjon er kapasiteten ikke mye større enn 10-15 l/s. Her er det lite plass til en eventuell større pumpemengde fra Lete.

Beregninger fra Sweco angir en spillvannsbelastning på 1,27 l/s for 50 planlagte boliger. Dette må sees i sammenheng med dagens pumpekapasitet.

4. Kroken

Utbyggingsområdet Kroken kan tilkobles mot nord til pumpeledning langs Hølundvegen og/eller til spillvannssystemet Brekkåsen som går til Hollumvegen og deretter sammen med pumpeledning Hølundvegen videre til Gimsøyan.

Kapasiteten av selvfalledning til pumpestasjon ved Hølundvegen er relativt god med rund 70 l/s. Pumpeledning er en 110 mm PVC som har en teoretisk kapasitet på mellom 10-15 l/s før trykktapet blir for høyt. Ved 15 l/s er hastigheten opp i 2 m/s og løftehøyden til pumpene må økes uforholdsmessig mye når man ønsker å øke kapasiteten ytterligere.

Sweco har tidligere beregnet 10,19 l/s spillvannsavrøpning fra Kroken for 400 boliger Tilkobling til Brekkåsen systemet. Dette tilsvarer allerede hele kapasiteten av spillvannsledningen langs Klemetsveien. Her er det sannsynligvis ikke mye plass til nye påkoblinger uten en oppdimensjonering av ledningsnettet. For nødvendig dimensjon og hvor langt nedstrøms det er behov for en dimensjonsendring må beregnes mer nøyaktig med simulerte avrenningsverdier.

5. Tambartun

Utbyggingsområde Tambartun blir tilknyttet spillvannsledning gjennom Merradalen. Her er det mye bedre, men også svært varierende kapasitet. Figur 3 viser en lengdeprofil langs hele strekningen frem til enden av ledningen foran Hølen pumpestasjon. Det er svært varierende fall som resulterer i store kapasitetsendringer. Den røde linjen viser ledningskapasiteten i l/s for hvert ledningsstrek (andre y-akse). Tabellen nedenfor viser i tillegg dimensjon, høyder, lengder og fall.

Sweco har beregnet spillvannsmengden med 5,47 l/s for Tambartun. Det utgjør en mindre andel av potensiell kapasitet. Dagens spillvannsmengde er beregnet til 8,25 l/s. I summen er det altså mindre enn minste ledningskapasitet nedover systemet. Her er det imidlertid ikke inkludert andre tilkoblinger som fra Melhus sentrum og Gimse i betraktningen.

For å estimere mengden innlekking og feilkoblinger er det gjennomført en overslagsberegning for avrenning fra eksisterende bebyggelse til spillvannsledning Merradalen. Det er rundt 33 ha som er koblet til dagens nett. Videre antas det en lav andel tette flater på 15 % som resulterer i 5 ha. Dimensjonerende nedbør for fremtiden er 328 l/s/ha etter Trondheim kommune sin VA norm. Ved antakelse at bare 1 % av tette flater er feilkoblet til spillvannsnettet, så er avrenning derfra på 16 l/s. Når 5 % av tette flater er feilkoblet, så øker avrenningen til hele 82 l/s.

Basisinnlekking fra grunnvann og nedbør gjennom utette skjøter er beregnet som konstant innlekking. NVE sin avløpsmodell NEVINA angir 16,4 l/s/km² som middelavrenning i området. Når 5 % av dette lekker inn i spillvannsnettet er det bare 0,3 l/s som oppta ledningskapasiteten permanent.

I tillegg er det en avrenningskomponent som stammer fra nedbørsinfiltrasjon. Denne er imidlertid svært forsinket i forhold til avrenning fra feilkoblinger og inntreffer ikke samtidig.

Dermed er det direkte avrenning fra feilkoblinger som tar potensielt mye av ledningskapasiteten. Men her finnes det også gode muligheter for tiltak som reduserer denne andelen via feilsøking på nettet.

Det som ansees som mest kritisk er ledningsstrekket i nedre deler av Gimse, parallelt til Drammensveien. Her ligger det eldre 300 mm asbestementledninger fra 1970 med liten fall. Uansett utbygging bør denne delen av ledningsnettet saneres eller legges om. Den etablerte spillvannsmodellen kan være svært nyttig i arbeidet med dette.

Oppdragsgiver: Melhus kommune
Oppdragsnavn: VA-notat til områdeplan
Oppdragsnummer: 636893-05
Utarbeidet av: Axel Konig
Oppdragsleder: Monica Andrea Matthieson
Dato: 21.04.2023
Tilgjengelighet: Åpent

Vedlegg 3: OVERVANN

Generelle betraktninger

Det kommunale overvannsnett er mer oppdelt enn spillvanns- og vannforsyningsnett, med flere utslippspunkter til nærmeste vassdrag. Kapasitetsberegninger av ledningsnett er mer utfordrende på grunn av manglende data. Utover det kan ikke utslippsmengder til vassdrag økes uten videregående analyser og tillatelser. I dokumentet 'planprogram områdeplan for Brekkåsen' er det dessuten beskrevet at det skal etableres blå-grønne løsninger i de nye boligfeltene.

Det betyr at i utgangspunktet skal alt overvann håndteres lokalt med prioritering av infiltrasjon etterfulgt av fordrøyning og sikring av trygge flomveier, før et utslipp til vassdrag. Her må hvert utbyggingsfelt behandles i planleggingsfasen separat.

Her kommer vassdragsressursloven § 7 til anvendelsen. NVE gir har myndighet til kommunen gjennom andre setningen: *«Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.»* Gjennom utforming av område- og detaljreguleringsplaner etter plan- og bygningsloven kan kommunen pålegge tiltak for å øke infiltrasjon.

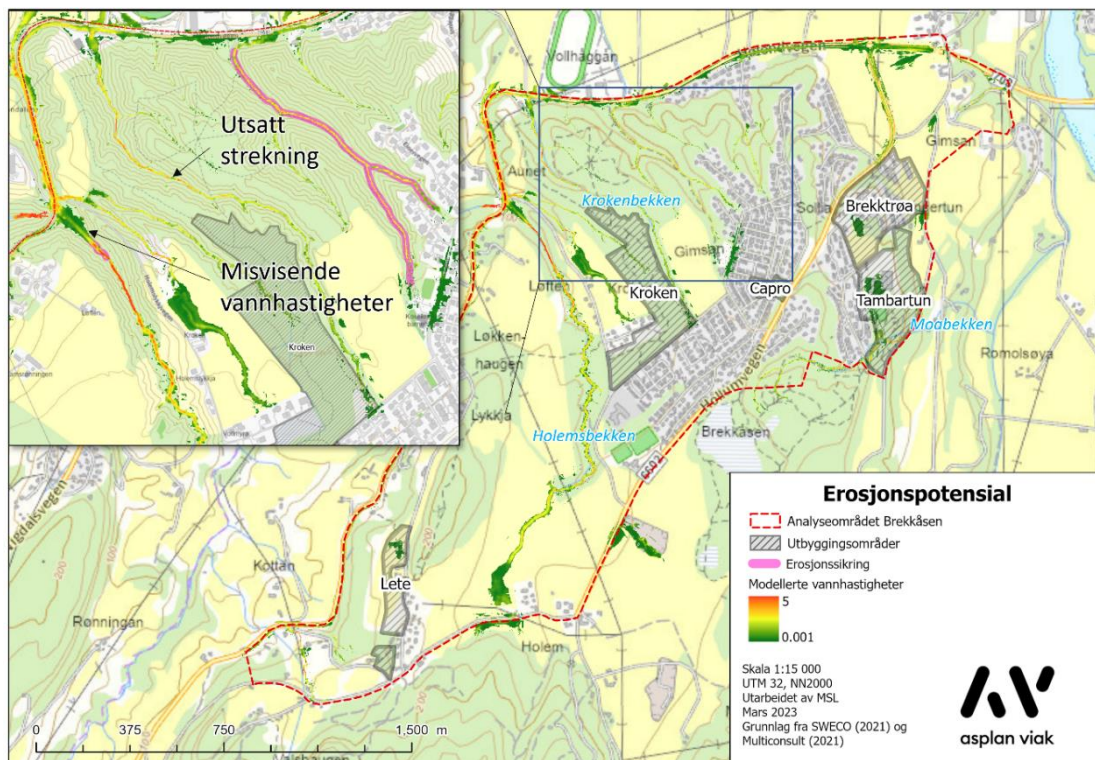
Basert på disse bestemmelsene anbefales det at kommunen fastlegger krav til overvannsavrenning. Her finnes det flere muligheter som er avhengig av de lokale forutsetningene. Man kan for eksempel velge en maksimal utslippsmengde overvann til ledningsnett og vassdrag per hektar eller dekar tette flater. Dette løses med en strupeledning ut fra et fordrøyningsbasseng med alternativ flomløp av overløpsmengder.

Oppdragsgiver: Melhus kommune
Oppdragsnavn: VA-notat til områdeplan
Oppdragsnummer: 636893-05
Utarbeidet av: Martin Solbakken Løvaas
Oppdragsleder: Monica Andrea Matthieson
Dato: 15.05.2023
Tilgjengelighet: Åpent

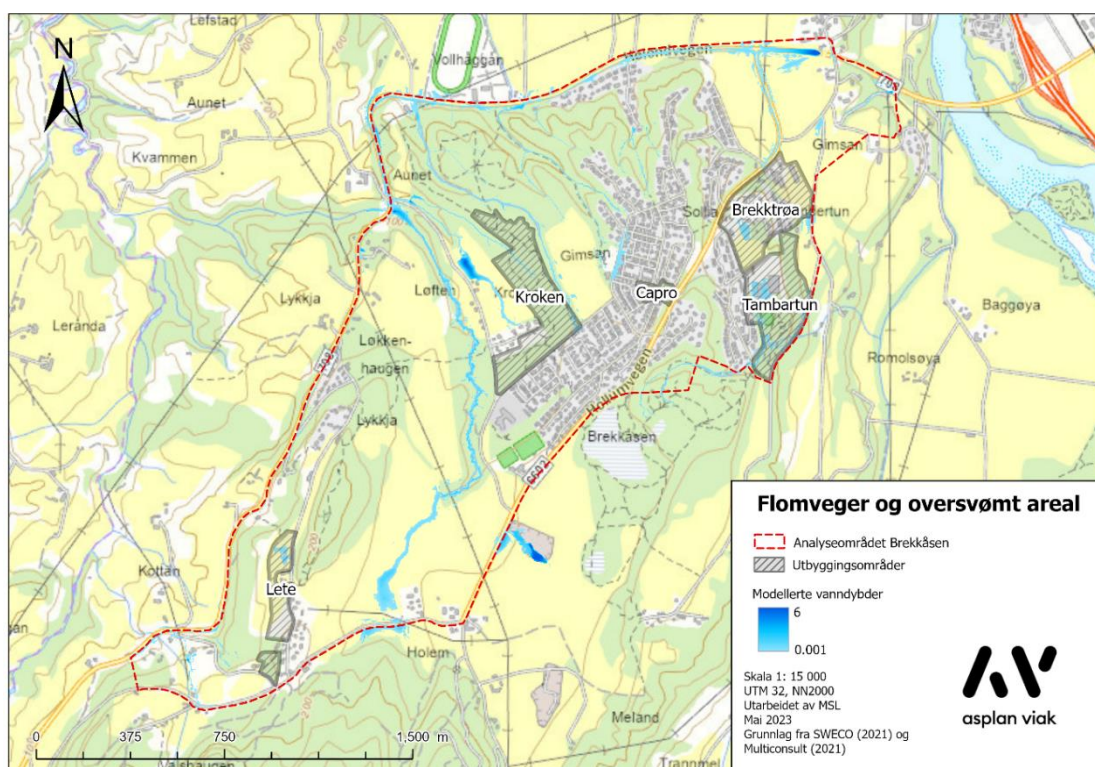
Vedlegg 4: Flom

Vedlegg 4 tar for seg flomsituasjonen for områdene Lete, Kroken og Tambartun og vedlegges områdeplan Brekkåsen. Vedlegget 4 er basert på Overordnet VAO-Notat som er utarbeidet av Asplan Viak i forkant, og som er en samling all av grunnlagsmateriale som tidligere er blitt utarbeidet i forbindelse med VVA-Områdeplan Brekkåsen.

Figurene under viser utbyggingsområdet med flomveger og oversvømt areal, samt erosjonspotensial for samme områder.

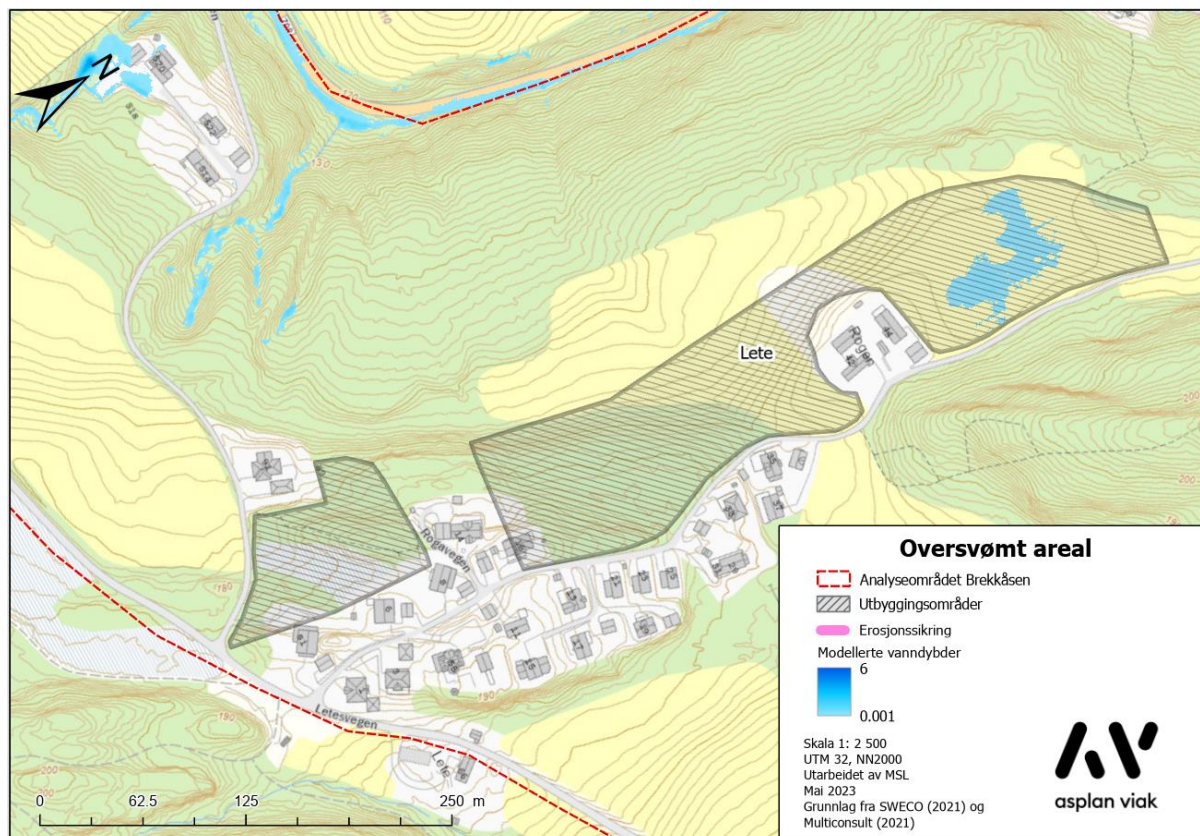


Figur 1: Flomveger og oversvømt areal for Brekkåsen. Beregninger av SWECO (2021).



Figur 2: Beregnet erosjonspotensial for Brekkåsen, basert på beregninger fra SWECO (2021).

1. Lete

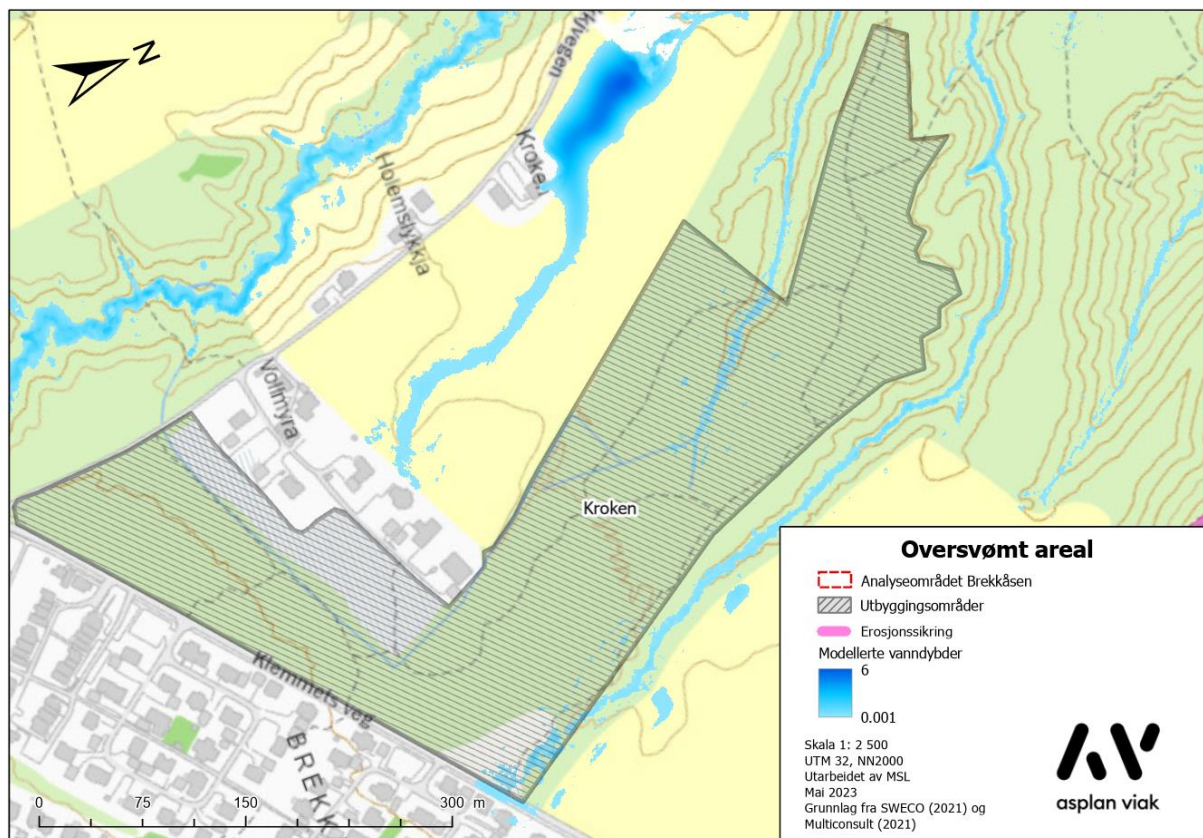


Figur 3: Modellert oversvømt areal ved 200-årsflom for Lete.

Oversvømt areal for Lete er presentert i Figur 3. Det er generelt lite oversvømmelse, foruten lengst nord i området der det dannes vanddammer med dybde på 0,5 meter. Naturlig drenering til bratt terreng mot vest, ned til der fylkesveien blir oversvømt. En av dreneringslinjene går tvers gjennom området - denne må tas hensyn til i utbygging og overvannshåndtering. Utbygging kan gi økt avrenning - dette må avklares slik at eventuelle tiltak kan settes inn. Beregningene viser at området ikke er direkte flomutsatt så lenge overvannshåndteringen er tilstrekkelig.

Erosjonspotensialet er begrenset - dagens landbruksareal kan derimot være utsatt for overflateerosjon fra nedbør.

2. Kroken

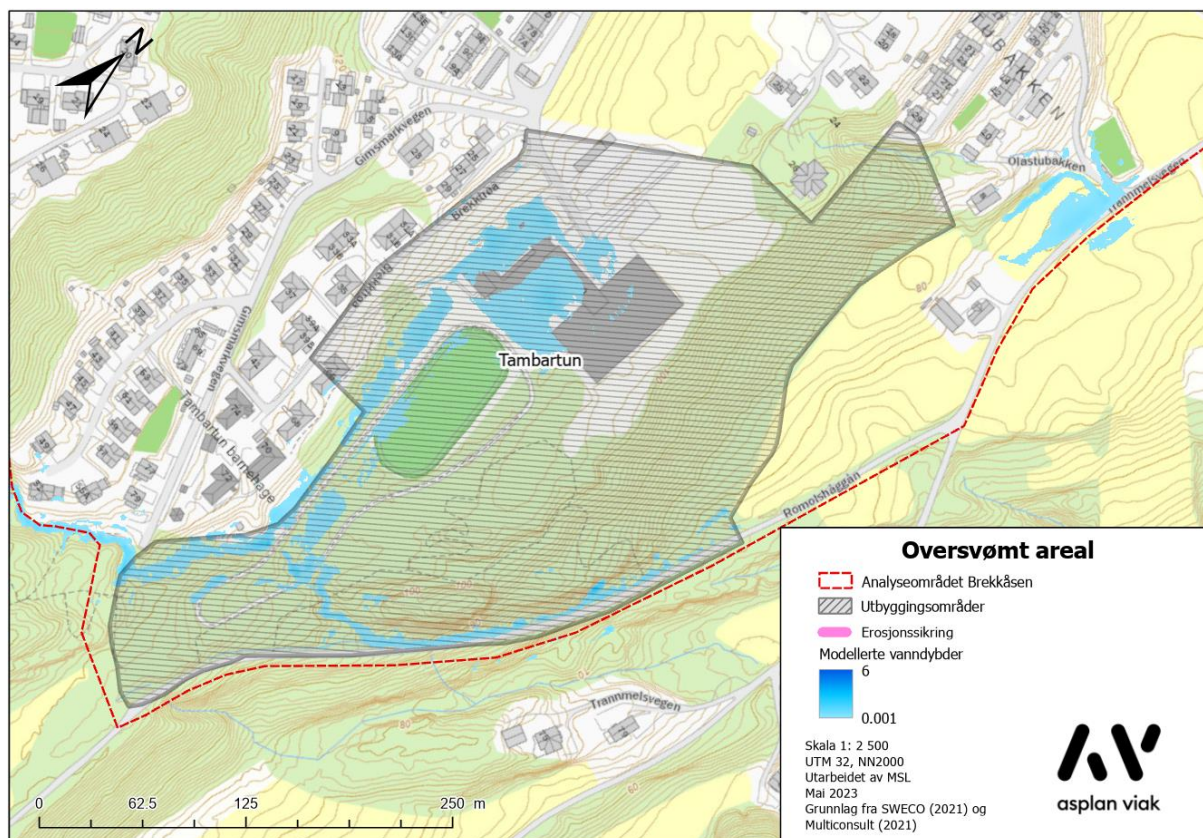


Figur 4: Modellert oversvømmelse ved 200-årsflom for Kroken.

Modellert oversvømt areal ved Kroken er vist i Figur 4. Lite oversvømmelse i området, noen mindre vanddammer i forsenkninger. Vanndybde 0.01 - 0.5 meter, vurdert som begrenset og lite problematisk. Grøfting og bekkedal mot nord sikrer drenering, burde opprettholdes eller håndteres alternativt. Utredning av reell flomfare viser at området ikke er direkte flomutsatt.

Erosjonssituasjonen er ikke fullstendig avklart. Innad i det skraverte området er erosjonspotensialet lite da terrenget er flatt. Simulerte hydrauliske forhold er konservative, unaturlig oppstuvning gir lavere vannhastigheter enn hva som er reelt. Mulighet for erosjon og kjente kvikkleiresoner i området gjør at endring i avrenning som følge av utbygging og faktisk erosjonspotensiale må gjennomføres som et samarbeid mellom hydrolog og geoteknikker.

3. Tambartun



Figur 5: Modellert oversvømmelse ved 200-årsflom for Tambartun

Beregnet oversvømmelse for Tambartun er presentert i Figur 5. Det oppstår noe oversvømmelse rundt Tambartun kompetansesenter, men beregningene er tolket som konservative. Det er rimelig å anta at riktig dimensjonerte kulverter vil ta unna det meste av vannet og føre det videre i Moabekken. Mulig endring i avrenning som følge av økt utbygging burde beregnes.

Det er lite erosjonsfare i området, men videreslipp av vann til Moabekken må ikke forverre flomsituasjonen eller skape økt erosjonsfare da terrenget nedstrøms er relativt bratt.

Kilder

- **Asplan Viak** (2023). Overordnet notat VAO: Samling av grunnlagsmateriale utarbeidet i forbindelse med VVA-Områdeplan Brekkåsen. Oppdragsnummer 636893-05.
- **SWECO** (2021). Vannlinjeberegninger for flomveier og flomfare for Brekkåsen - Områdeplan VAO Brekkåsen. Rev 1.
- **Mulitconsult** (2021). Brekkåsen områdeplan, skredfarevurdering. 10223328-RIG-RAP-001