

OVERORDNET VA-PLAN – LEIRBRUVEIEN 2

Til: **Trondheim kommune v/Kommunalteknikk**
Kopi: **Marka Eiendom AS v/Thomas Schulze**
Fra: **Structor Trondheim AS v/Linn Lodgaard**
Oppdrag: **9230068 – Leirbruveien 2**
Dato: **Revidert 04.10.2024**
Notat/ rev.nr.: **VA NOT. 0-02**
Emne: **Overordnet VA-plan**

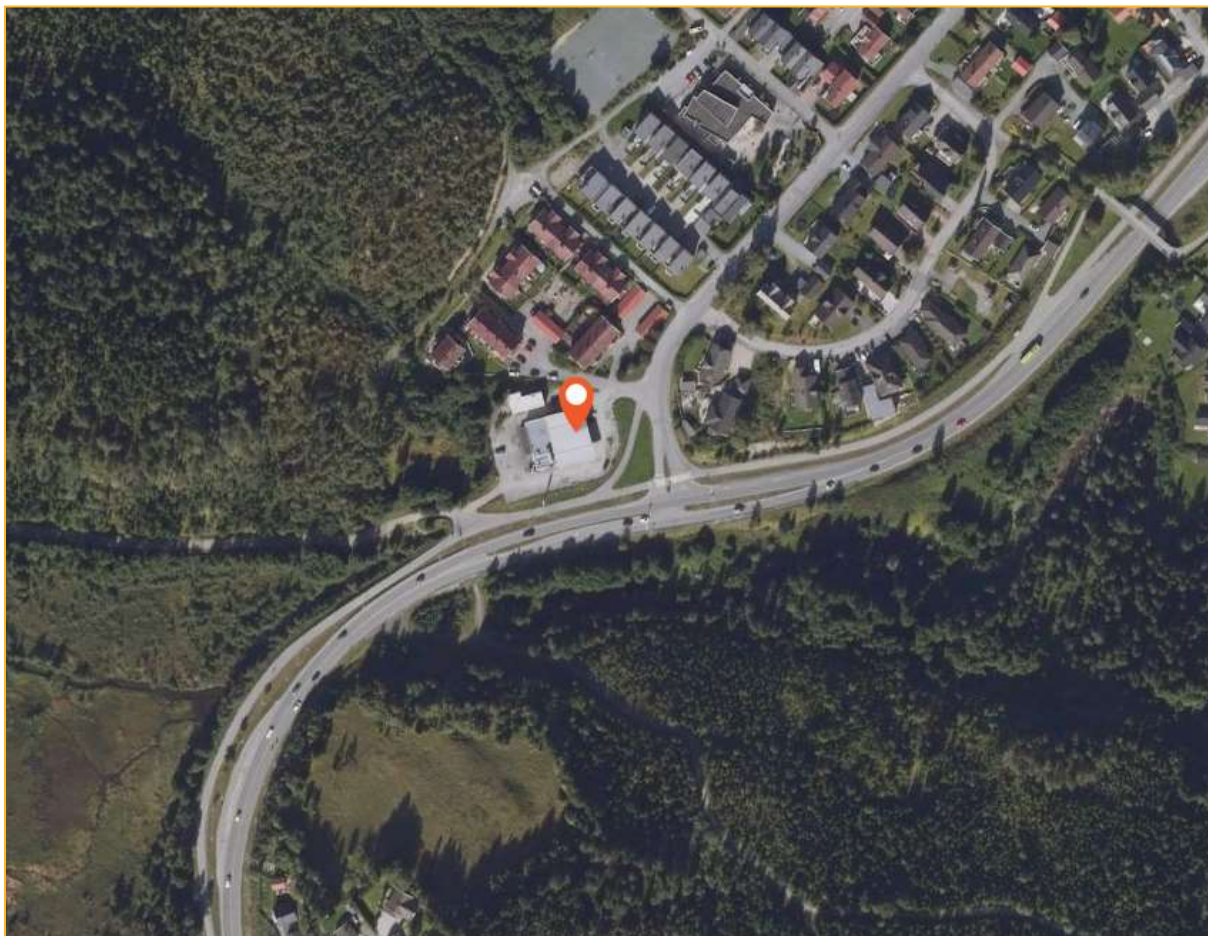
Innhold

1	Innledning.....	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Retningslinjer og forutsetninger	3
2	Eksisterende situasjon.....	3
2.1	Vann	3
2.2	Spillvann	4
2.3	Overvann.....	4
3	Framtidig situasjon	4
3.1	Omlegging av kommunale ledninger	5
3.2	Vann	6
3.2.1	Store kommunale vannledninger	6
3.2.2	Forbruksvann og sprinkler	6
3.2.3	Slokkevann.....	6
3.3	Spillvann	6
3.4	Overvann.....	6
3.4.1	Trinn 1.....	7
3.4.2	Trinn 2.....	7
4	Flom (trinn 3).....	8
4.1	Eksisterende flomvei.....	8

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med detaljregulering av Leirbruveien 2, er Structor Trondheim engasjert av Varmbo Bolig AS til å utarbeide en overordnet VA-plan. Planarbeidet gjelder Leirbruveien 2 og omfatter eiendommene gnr./bnr.: 105/100, 105/124 og 105/103. Hensikten med planarbeidet er å tilrettelegge for boligbebyggelse.



FIGUR 1 FLYFOTO AV EKSISTERENDE SITUASJON, HENTET FRA NORGESKART.NO

Denne planen tar for seg eksisterende VA-anlegg på tomta, og i området rundt. Planen gjør rede for kapasiteter på omliggende vannforsyningsnett, herunder brannvanndekning, og kapasiteter på omliggende spillvannsnett og overvannsett, samt andre hensyn som må tas knyttet til VA-infrastruktur. Planen tar også for seg overvannshåndtering innad på tomten, samt overordnet tilgrensende flomveier. Traseer for VA, dimensjoner, materialer, mengder osv. må kontrolleres i en senere fase.

Før igangsettingstillatelse for VA, må løsningene for VA være teknisk plangodkjent av Trondheim kommune v/Kommunalteknikk.

Overordnet VA-plan legges som vedlegg til reguleringsplanen.

1.2 Retningslinjer og forutsetninger

Løsningene som er beskrevet i dette notatet er basert på krav i Trondheim kommune sin VA-norm, da spesielt vedlegg 13: Krav til innhold i overordnet VA-plan.

Overordnet VA-plan er utarbeidet på følgende grunnlag:

- VA-kart datert 20.07.2023, mottatt fra Trondheim kommune.
- Sanitærmeldinger mottatt 20.07.2023 fra Trondheim kommune.
- Møte med kommunalteknikk, 19.06.2023.
- Landskapsplan utarbeidet av Pir II AS, mottatt 07.09.2023
- Innspill fra kommunalteknikk, datert 05.10.2021.

2 Eksisterende situasjon



FIGUR 2 KART OVER EKSISTERENDE VA, MOTTATT FRA TRONDHEIM KOMMUNE

Kart over eksisterende VA-ledninger, samt rørleggermeldinger er mottatt fra Trondheim kommune. Kartet kan inneholde feil og mangler.

2.1 Vann

Det er flere store, kommunale vannledninger i og rundt planområdet. Sør for planområdet ligger det en Ø250 SJK (fra 1981), en Ø600 SJG (fra 1950) og en Ø375 SJG (fra 1924). Øst for planområdet ligger

en Ø250 SJK (fra 1994), en Ø600 SJK (fra 1994) og en Ø400 SJK (fra 1994). I tillegg går det en Ø110 PVC (fra 1994) gjennom planområdet.

Eksisterende bebyggelse er knyttet til Ø250 ledningen i kum SID 35318 med en Ø63 PE-ledning fra 1995.

2.2 Spillvann

Det er virksomt separatsystem nedstrøms planområdet. Det går en Ø200 betongledning fra 1986 gjennom planområdet og videre over Byåsvegen. Eksisterende bebyggelse er tilknyttet denne med en Ø150 ledning fra 1995. Rørleggermeldinger viser at det er en oljeutskiller tilknyttet den private ledningen.

2.3 Overvann

Det går en Ø400 betongledning fra 1994 gjennom planområdet. Denne tilknyttes en Ø600 betongledning som har utløp i Leirelva. Eksisterende bebyggelse er tilknyttet Ø400 ledningen med en Ø200 ledning fra 1995.

3 Framtidig situasjon

Eksisterende bebyggelse er en nedlagt bensinstasjon. Bebyggelsen skal rives og det er planlagt etablert 5 leilighetsbygg med p-kjeller. De nye leilighetsbyggene vil til sammen ha 47 boenheter.



FIGUR 3 LANDSKAPSPLAN, UTARBEIDET AV PIR II AS MOTTATT 26.09.2024

Alle eksisterende stikkledninger og oljeutskiller fjernes. Kommunale ledninger som kommer i konflikt med planlagt bebyggelse legges om.

Tegning HB100 viser foreslått plassering av nye VA-ledninger og overvannsløsninger. Ledningenes plassering og dimensjoner må kontrolleres i en senere fase.

3.1 Omlegging av kommunale ledninger

Det ligger en kommunal ledningstrase med en Ø400 OV, Ø200 SP og Ø100 VL gjennom planområdet. Disse ledningene kommer i konflikt med planlagt p-kjeller og må legges om. Traseen er foreslått omlagt på vestsiden av planlagt bebyggelse. Nye ledningen foreslås som OV Ø400 betong, SP Ø200 PVC-U og VL Ø180 PE100 RC. Eksisterende vannmåler flyttes også slik at den står før ny vannkum. Plassering og omlegging av ledninger og kummer er avklart med kommunalteknikk i møtet (19.06.2023)

Spillvannsledningen vil få lite fall, kun 6,4‰. Minimumsfallet i Trondheim kommune sin norm er 10 ‰. I møte med kommunalteknikk 19.06.2023 ble det akseptert at ledningen blir liggende med lite fall dersom det ikke finnes noe alternativ som gir bedre fall. For å oppnå best mulig fall er spillvannsledningen lagt kun 2 meter fra p-kjelleren. P-kjeller må fundamenteres dypere enn bunn grøft. Avstand på 2 meter godkjennes av kommunalteknikk så fremt bygg dypfundamenteres.

3.2 Vann

3.2.1 Store kommunale vannledninger

Det er flere store kommunale vannledninger i og rundt planområdet. Planlagt utbygging gjør at det vil bli kryssinger av og arbeid nært vannledninger med innvendig dimensjon større eller lik 300mm. Trondheim kommune krever da at det utarbeides en ROS-analyse mht. ledningsbrudd som skal medfølge planforslaget. ROS-analysen skal ta for seg både anleggsfasen og driftsfasen. ROS-analysen er vedlagt denne planen.

3.2.2 Forbruksvann og sprinkler

For forbruksvann foreslås det å legge en Ø63/90 PE100 RC ledning tilknyttet ny vannkum V2.

Ny bebyggelse må sprinkles. Endelig vurdering av kapasitet må gjøres i detaljeringsfasen når nødvendig trykk og vannmengde for sprinklerledning er avklart. Det foreslås å etablere en Ø180 PE100 RC SDR11 som sprinklerledning.

3.2.3 Slokkevann

Ny bebyggelse kategoriseres som annen bebyggelse. I henhold til TEK17 er kravet til slokkevann da 50 l/s fordelt på minst to uttak. Trondheim kommune opplyser at tilgjengelig slokkevann er mer enn 50 l/s. Slokkevannkapasiteten er dermed tilstrekkelig.

Slokkevannuttak skal etableres innenfor 25-50 meter fra hovedangrepsvei. Det er kun en eksisterende brannkum som dekker planlagt bebyggelse. I forbindelse med omlegging av vannledningen må det etableres en brannkum i nord. Det foreslås å sette slokkevannuttak i denne. Da vurderes det slik at alle byggene er dekt med to uttak.

Antall og plassering av utvendig slokkevannuttak avgjøres av brannrådgiver og Trøndelag brann og redningstjeneste i en senere fase.

3.3 Spillvann

Spillvannsmengder:

47 boenheter med 3,5 Pe per leilighet:

Største samtidige vannmengde beregnes til 4,18 l/s.

Foreslår at ny stikkledning legges som Ø125 PVC-U ledning. En Ø125 PVC-U ledning lagt med 10‰ fall har en kapasitet på ca. 10 l/s. Stikkledningen tilknyttes omlagt Ø200 PVC-U ledning.

Dimensjon og vannmengder må kontrolleres i en senere fase.

3.4 Overvann

Det er marginalt økning i tetteflater etter ny utbygging, sammenlignet med dagens eksisterende situasjon. Se figur 1 for flyfoto med dagens situasjon.

Overvann fra planområdet foreslås ført til omlagt Ø400 overvannsledning. Videre føres det til eksisterende Ø600 ledning og og Trinn 2 før utslipp til Leirelva. Forslag til ledningsplassering og dimensjoner er vist på tegning HB100.

Overvann skal håndteres etter tre-trinns strategien og overvannshåndteringen skal dimensjoneres for virksomt separatsystem.

Alle overvannsberegningene er gjort i henhold til Trondheim kommune sin VA-norm vedlegg 5.

3.4.1 Trinn 1

Trinn 1 skal håndtere de daglige nedbørshendelsene. Permeable dekker forventes å håndtere daglige nedbørshendelser uten å medføre avrenning til kommunalt nett. Trinn 1 løsninger skal dermed dimensjoneres for å ivareta avrenning fra de tette flatene. Løsningene skal dimensjoneres for 5mm og varighet over 10 minutter.

I dette prosjektet er det takflater og asfalterte flater som regnes som tette flater. Takene er saltak med utvendig taknedløp. Takvann føres ut på terreng. Vannet fra de tette flatene føres mot et trinn 1 tiltak via sikre ledelinjer. Plassering av tiltak er vist på tegning HB100. Det er totalt 1975 m² med tette flater. Dette gir et nødvendig totalt volum på trinn 1 løsningene på 9,9 m³.

Trinn 1 løsningene foreslås utformet som regnbed eller gresskledd forsenkning med sandfang med kuppelrist. Det er viktig at terrenget utformes slik at når kapasiteten til løsningene er nådd, føres vannet videre til trygge flomveier.

3.4.2 Trinn 2

Areal i dagens situasjon som er tilkoblet OV600 til Leirelva er 5400m². Arealet består av store tetteflater og asfalt.

Overvannsmengder fra dagens situasjon:

Konsentrasjonstid = 10min

$Q_{\text{dagens}} = 0,54 \text{ ha} * 0,7 * 162 \text{ l/s} * \text{ha} = 61,2 \text{ l/s}$

Overvannsmengder fremtidig situasjon med klimapåslag på 40%:

$Q_{\text{fremtidig}} = 1,4 * 0,54 * 0,5 * 162 = 61,2 \text{ l/s}$

Videreført mengde vil være lik i ny situasjon. Da det er vanskelig å utarbeide en faglig vurdering av Leirelvas-kapasitet og det er en stor utredelse, tas det med Trinn2 tiltak. Endelig løsning avklares i forbindelse med plangodkjenning i samråd med Kommunalteknikk i forbindelse med detaljprosjektering seinere.

Videreført mengde:

Videreført mengde beregnes iht. VA-normens vedlegg 5. Beregningene skal kontrolleres i detaljprosjekteringsfasen.

Tillatt videreført vannmengde beregnes lik avrenning ved:

- Et 10 års regn på dagens IVF kurve
- En avrenningskoeffisient lik 0.3
- Regnvarighet lik konsentrasjonstiden til hele avløpsfeltet

Velger 10min konsentrasjonstid.

$Q = 0,3 * 0,54 * 136 = \underline{22 \text{ l/s}}$

Beregningene for fremtidig avrenning i beregningene over er en worst-case-scenario. Prosjektet har i tillegg valgt åpne overvannsløsninger på overflaten for å forsinke og fordrøye overvann før de når sandfangskummer åpne grøfter.

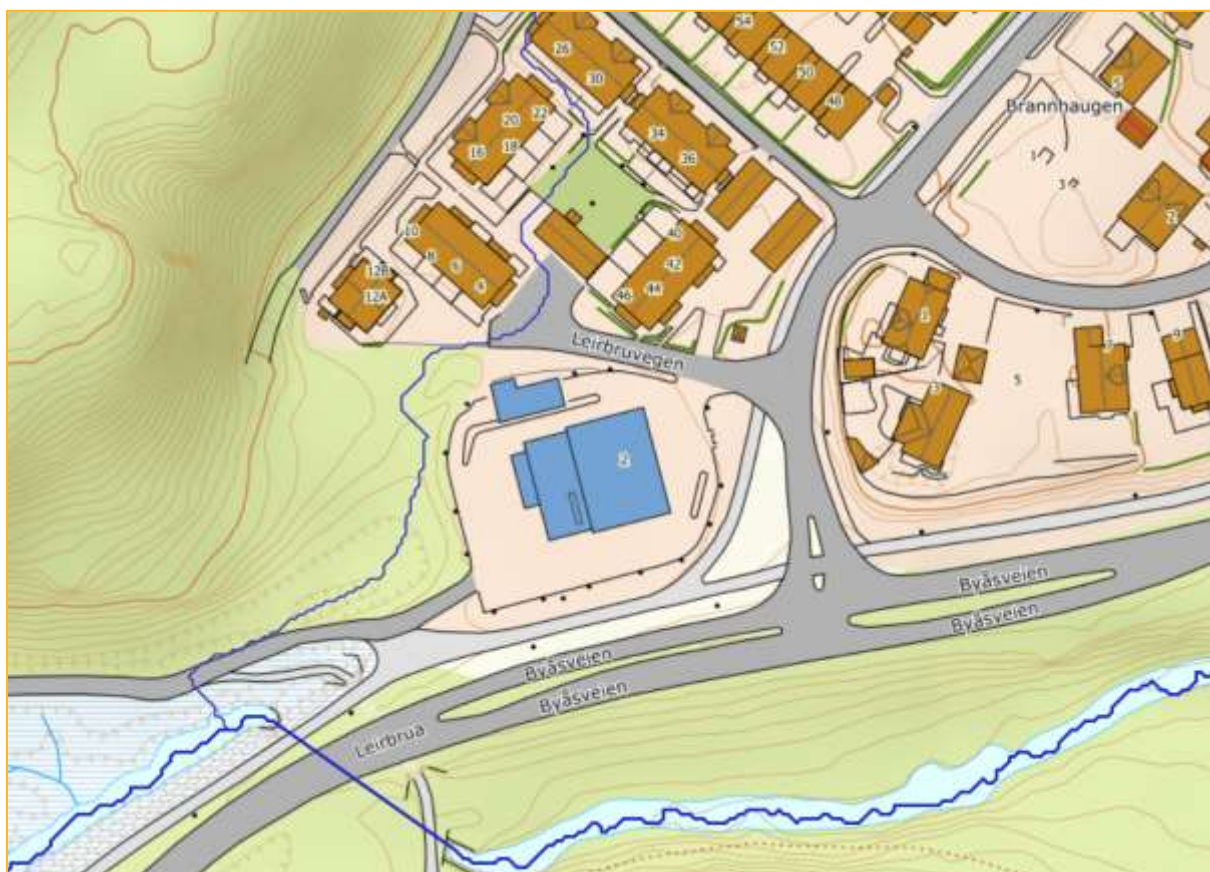
Beregningene viser at det er behov for 30m³ fordrøyning før utslipp til OV600.

Forslag til plassering av fordrøyningsmagasin er vist i tegning HB100.

4 Flom (trinn 3)

4.1 Eksisterende flomvei

Det går en eksisterende flomvei gjennomområdet som kommer i konflikt med planlagt bebyggelse. Denne flomveien må håndteres på en trygg måte, og legges om slik at ny bebyggelse ikke blir utsatt for flom.



FIGUR 4 EKSISTERENDE FLOMVEI VIST MED BLÅ LINJE, HENTET FRA SCALGO

Nedslagsfelt:

Nedslagsfeltet er 23 ha, størrelse er hentet fra Scalgo.

Nedslagsfeltet er mindre enn 50 ha, vannføringen beregnes dermed ved bruk av rasjonell metode. Verktøyet Scalgo er benyttet for terrenganalyse til å bestemme nedslagsfeltet til flomveien.



FIGUR 5 NEDSLAGSFELT FLOMVEI. HENTET FRA SCALGO

Avrenningskoeffisient:

Feltet består av en blanding av skog, myr og bebyggelse. Antar at avrenningskoeffisienten blir 0,6.

Konsentrasjonstid:

Benytter SVV sin formel for beregning av konsentrasjonstid for naturlige felt.

$L = 1000 \text{ m}$

$H_f = 60 \text{ m}$

$$t_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5}$$

$$t_c = 0,6 \cdot 1000 \cdot 60^{-0,5} = 77 \text{ min}$$

Nedbørintensitet:

Benytter IVF-kurve i Trondheim kommunes VA-norm vedlegge 5, 60 minutters varighet og 200 års gjentakshyppighet.

Får at nedbørintensiteten blir $76 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$.

Vannføring:

Klimapåslag : 50%

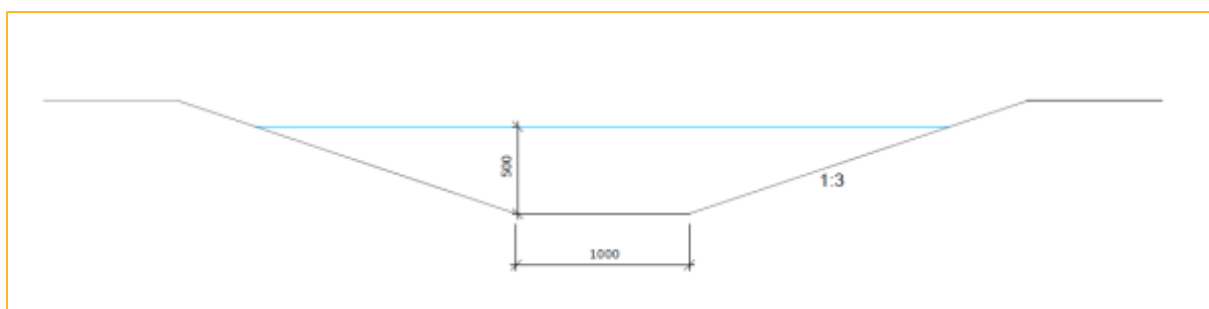
$$Q = \varphi \cdot A \cdot I \cdot K_f$$

$$Q = 0,6 \cdot 23 \text{ ha} \cdot 76 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 1,5 = 1573 \text{ l/s}$$

Dimensjonerende vannføring blir $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Terrenget må utformes med fall bort fra bebyggelse. Flomveien vil få ny trasé på vestsiden av planlagt bebyggelse. Flomveien vil legges i en grøft og ledes tilbake til sin opprinnelige trasé sør for planlagt bebyggelse.

Grøfta må utformes med 1% fall, grøftesider med 1:3, 1 meter bunnbredde og 0,5 meter vanddybde.



FIGUR 6 UTFORMING AV GRØFT FOR FLOMVEI

Det må i tillegg utarbeides et høybrek ved nedkjøring til P-kjeller. Høyden må her settes til +171,5.

Beregningene må kontrolleres av en hydrolog i en senere fase. Hydrologen må også se på om løsning med grøft er tilstrekkelig.

Vedlegg;

1. Møtereferat fra møtet med Kommunalteknikk, datert 11.01.2023 og 19.06.2023.
2. Tegning HB100
3. ROS-analyse store vannledninger Leirbruveien 2
4. Beregningsark fordrøyning

MØTEREFERAT

Firma:	Marka Eiendom AS	Prosjektnavn:	Leirbruveien - Shelltomta
Agenda:	Gjennomgang med RiArk og komtek	Deltakere:	Thomas Schulze TS(Marka eiendom AS)(Varmbo) Thov Øye Sanden TØ(Bergersen) Frode Andrew Selvik(Komtek) Trond Ellefsen(Komtek)
Referent:	Thomas Schulze	Møteleder:	
Sted:	Kommunehuset	Dato:	1/11/2023
Møte nr:		Neste møte:	

Sak nr:	Referat	Ansvar/frist
1	<p>Generelt</p> <p>Det har i tidligere møte blitt avdekket at hovedåren med vannforsyning til Byåsen går gjennom tomten. Det er ufravikelig krav om en minimumsavstand på 6 meter mellom nærmeste bebyggelse og vannledning. Prosjektgruppen, i samråd med VA-konsulent i Multiconsult har sett på løsning om omlegging av anlegget, men har konkludert med at dette er risikabelt, både hva gjelder gjennomføring og økonomisk bærekraft for prosjektet.</p> <p>Bergersen Arkitekter v/Thov Øye Sanden har utarbeidet et forslag, hvor alle bygninger og P-kjeller er prosjektert med minimumsavstand på 6 meter fra vannledning. Dette ble lagt frem og diskutert i møtet.</p>	
2	<p>Støyvoll</p> <p>For at prosjektet skal få støyfrie uteoppholdsareal er det må det etableres støytiltak mot Byåsvegen. Byplan ønsker ikke bruk av støyskjerm.</p> <p>For å ikke bygge støyvoll over VA-ledninger er det foreslått støyvoll avgrenset med 6 meters avstand, mellom fyllingsfot støyvoll og VA-ledning.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunalteknikk ønsker at fyllingsfot støyvoll er mer enn 6 meter fra. For å hindre utglidning av graveskråningen dersom Komtek må grave seg ned. • Prosjektgruppen ser på forslag til løsning hvor vi tar hensyn til dette, det vil med all sannsynlighet bli mer enn 12 meter med støyskjerm. Av normtegning TK-A04 er det minimum 1 meter fra topp grøfteskråning til fyllingsfot støyvoll. 	

	<p>Mellom støyvoll vil det etableres demonterbar støyskjerm over ledningene. Kommunalteknikk stiller seg positive til forslaget.</p> <p>Bergersen utarbeider forslag til kombinert støyskjerm og støyvoll.</p>	
3	VA-Generelt	
	<p>Det er besluttet at vi lar Ø600 vannledninger stå. OV, SP og vannledning mellom kumsett 35325,35318 og 35326,48186,35329 legges om så de går langs regulert offentlig turvei. OV kobles på 35340 SP kobles på 36672.</p> <p>Dette løser utfordringen med avstandskrav fra OV600. og det gir mulighet til å utvide p-kjeller mot de 2 byggene mot Granåsen.</p> <p>OV løper rett ut i leirelven.</p> <p>Kommunalteknikk ønsker en endelig plan med basis i overnevnte løsninger.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosjektgruppen prosjekterer om overordnet VA-plan. <p>Varmbo sjekker med Multiconsult om høyder og fallforhold på ledningsnett.</p> <p>Kommunalteknikk sender over informasjon, tegninger og måledata på kummer og plasstøpt vannkum.</p> <p>Spillvannsledninger må prosjekteres så Kommunalteknikk har tilgang til å spyle med spylebil.</p> <p>Kommunalteknikk er positivt til at gangveger anlegges over vannledninger og kummer. Ved terrengheving/senking må dette tilpasses iht Kommunalteknikk sine ønsker.</p> <p>Alle parter ser det hensiktsmessig med oppstartsmøte for planlegging av gjennomføringen av prosjektet.</p>	
4		
5		
6		
7		
8		



--	--	--

Dato:

Signatur:

MØTEREFERAT - LEIRBRUVEIEN 2

Oppdrag: **9230068**
Tema: **Prinsipper VA – Leirbruveien 2**
Dato/tid: **19.16.2023 Kl. 09:00**
Sted: **Teams**
Møtenr.: **1**
Referent: **Linn Lodgaard**
Neste møte: **-**

Distribusjonsliste

Selskap	Navn/tlf.	E-post	Tilstede	Sendes	Innkalles
Trondheim kommune	Frode Andrew Selvik 917 60 238	frode-andrew.selvik@trondheim.kommune.no	X	X	X
Varmbo Bolig AS	Thomas Schulze 955 22 260	trs@varmbo.no		X	X
Structor Trondheim AS	Linn Lodgaard 468 16 418	linn.lodgaard@structor.no	X	X	X

Sak	Beskrivelse	Ansvar	Frist
1.0	Saksliste <ul style="list-style-type: none">.1 Kort om prosjektet.2 Avstand mellom bygg og ledninger.3 Fall spillvann.4 Overordnet VA-plan.5 ROS-analyse vannledninger.6 Overvann.7 Flomvei		
1.1	Kort om prosjektet <p>Det skal bygges leilighetsbygg i Leirbruveien 2. I den forbindelse må eksisterende, kommunale VA-ledninger legges om. Multiconsult har utarbeidet en tegning tidligere.</p>		

Sak	Beskrivelse	Ansvar	Frist
1.2	Avstand mellom bygg og ledninger Avstandskravene mellom kommunale ledninger og bygning kan reduseres til 2 meter hvis parkeringskjelleren fundamenteres dypere enn bunn grøft for ledninger.		
1.3	Fall spillvann I Multiconsult sine tegninger er spillvannet tegnet inn med 5,3 ‰ fall, minimumsfallet i Trondheim kommune sin norm er 10 ‰. Trondheim kommune godtar 5,3 ‰ fall på sp-ledning om det ikke finnes noe annet alternativ. Det må undersøkes om tilknytning til neste kum (SID28602) kan gi bedre fall.		
1.4	Overordnet VA-plan Det må utarbeides et VA-notat til den overordnede VA-planen.		
1.5	ROS-analyse vannledninger Prosjektet berører mange viktige vannledninger. Det må utarbeides en ROS-analyse for både kryssing av Ø600 VL og graving nært ledninger større eller lik Ø300 og stor vannkum inne på området.		
1.6	Overvann Området ligger nært Leirelva. Tiltak for trinn1 må utføres iht. TK sin VA-norm vedlegg 5. Vannet kan videre slippes ufordrøyd ut i elva.		
1.7	Flomvei Det er en eksisterende flomvei som går gjennom området. Denne må håndteres.		



Merknader:

All videre planlegging skal gjøres i tråd med Trondheim kommunes VA-norm, sanitærreglement og presiseringer gitt i dette merknadsfeltet.

Overordnet VA plantegning viser prinsipløsninger. Løsningene skal kontrolleres og endelig utformes i detaljeringsfasen.

Eksisterende VA-ledninger kan ha ukjent beliggenhet og tilstand. Dette må kontrolleres i detaljeringsfasen.

Trinn1:
Grønne bed eller tilstøtende langs flomvei
Flomvei erosjonssikres og eventuelt behov for
plastring avklares med Geo i detaljprosjekteringsfasen

Tilkobles eks OK35340

Trinn1:
Regnbed eller forsenkning

Fodrøyningsmagasin Volum 30m³
Videreført mengde 22l/s

Tilkobles eks SK28602

Tegningnummer: **HB -- 100** Revisjon: **O-04**

TEGNFORKLARING

	VL prosjektert (vann)
	SP prosjektert (spilvann)
	OV prosjektert (overvann)
	VA kummer prosjektert
	VA sandfang prosjektert
	VA hydrant prosjektert
	VL eksisterende
	SP eksisterende
	OV eksisterende
	AF eksisterende
	DR eksisterende
	Ledn. ute av drift
	Hensynsone/kjelleromriss
	Eiendomsgrænse
	Brannvannsdekning, R=50m

Vedlegg til reguleringsplan

Rev.	Test:	Rev.dato:	Page:	Kant:
O-04	Endret etter tilbakemelding fra TK, Trinn medtatt	04.10.24	BB1	LL
O-03	Flyttet V1 og VM1, Revidert branntilstand	29.09.23	LL	BB1
O-02	Endring trase omlagt spilvann	20.09.23	LL	BB1
O-01	Overordnet VA-plan	08.09.23	LL	BB1

Prosjekt:
Leirbruveien 2

Oppdrager:
Marka Eiendom AS

Overordnet VA-plan
Oversiktstegning

Oppdragsleder: LL
Oppdragsnr: 9230068

Koordinatsystem: UTM32
Høydeparam: NN2000

Målestokk: 1:250
Arkivnavn: A1

Tegn. nr: **HB -- 100**
Fig. Type Elg. Løper:

Rev: **O-04**

RISIKO- OG SÅRBARHETSANALYSE FOR GRAVING VED DN600 VL OG DN375/400 VL

Til: **Trondheim kommune v/Frode Andrew Selvik
Trondheim Bydrift v/Bjørn Bjerkli
Marka Eiendom AS v/Thomas Schulze**

Fra: **Structor Trondheim AS v/Linn Lodgaard**

Oppdrag: **9230068 – Leirbruveien 2**

Dato: **02.10.2023**

Notat/rev.nr.: **VA-01**

Emne: **ROS – analyse arbeid nært VL600 og VL375/400, reguleringsfase**

Innhold

1	Orientering og bakgrunn	2
2	Rammeverk for risikostyring	2
2.1	Del A – Forberedende arbeid og fareidentifikasjon	2
2.2	Del B – Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse)	3
2.2.1	Beskrivelse av vannledningene	3
2.2.2	Beskrivelse av arbeid nært vannledningen	4
2.2.3	Kriterier for vurdering av sannsynlighet og konsekvens	8
2.2.4	Vurdering av konsekvens for uønskede hendelser	9
2.2.5	Vurdering av sannsynlighet for uønskede hendelser	10
2.2.6	Samlet vurdering av risiko	10
2.3	Vurdering av flomvei ved et ledningsbrudd	12
2.4	Del C – Tiltaksplan for reduksjon av risiko	12
2.4.1	Ny vurdering av risiko basert på forebyggende tiltak	14
2.5	Del D – Plan for varsling og oppfølging	15

1 Orientering og bakgrunn

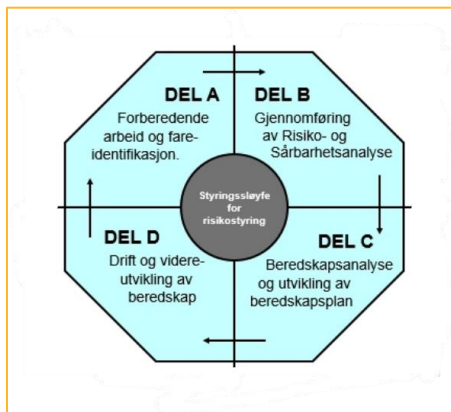
Marka Eiendom AS har engasjert Structor Trondheim AS til å utarbeide en ROS-analyse for arbeidene nært store, kommunale vannledninger i Leirbruveien 2 (g.nr./b.nr.: 105/100, 105/124 og 105/103).

Formålet med prosjektet er at det skal bygges fem leilighetsblokker med parkeringskjeller. Bebyggelsen på tomta i dag er en bensinstasjon som skal rives. Arbeidene vil komme i berøring med og nært eksisterende Ø600 og Ø375(400) hovedvannledning i Kongsvegen, Byåsveien og Leirbruveien.

Formålet med ROS-analysen er å kartlegge farer, risiko og konsekvens ved arbeidene, samt foreslå avbøtende tiltak.

2 Rammeverk for risikostyring

I denne forenklete vurderingen har Mattilsynets «*Veiledning i økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen*» [1] blitt benyttet som grunnlag. Figuren nedenfor viser hoveddelene av hvordan risiko skal styres i dette rammeverket.



FIGUR 1 STYRINGSLØYFE FOR RISIKOSTYRING. MATTILSYNET 2012

2.1 Del A – Forberedende arbeid og fareidentifikasjon

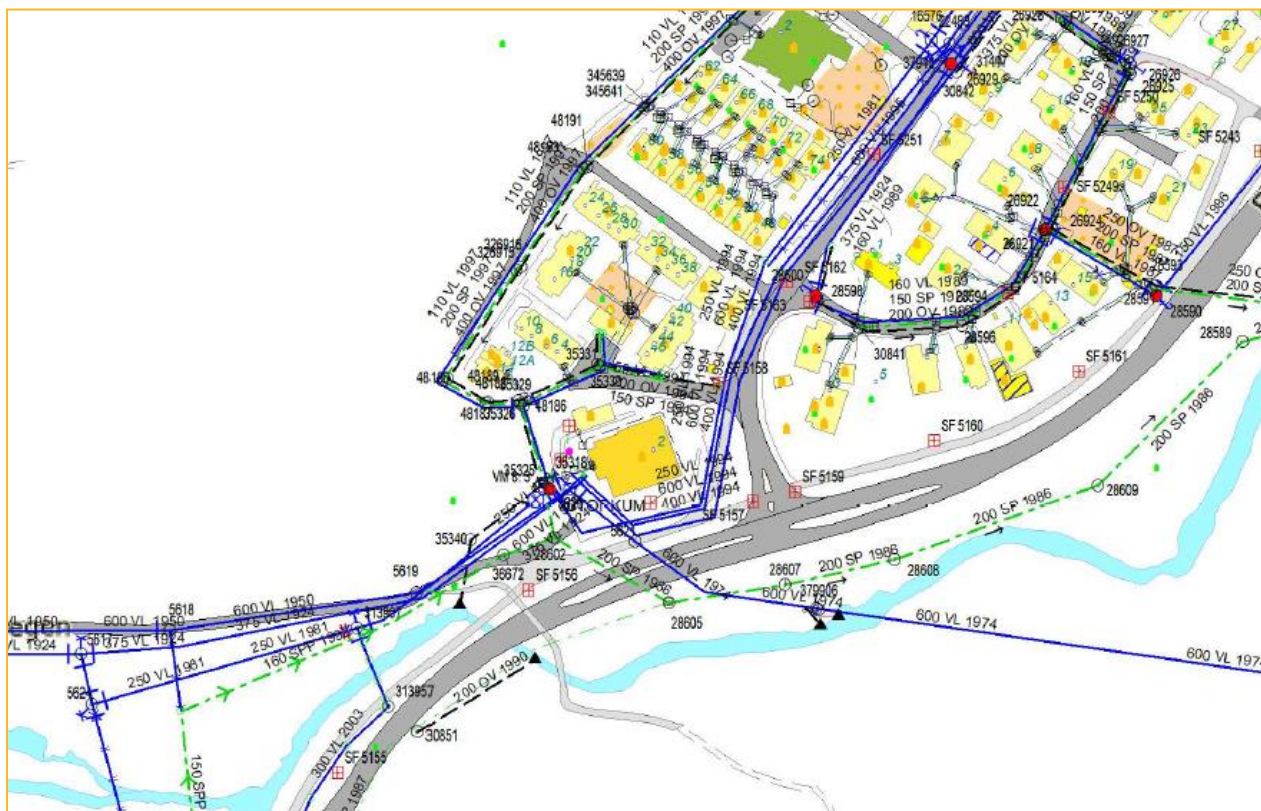
04.09.2023 ble det avholdt et ROS-møte mellom prosjektet, Trondheim kommune Kommunalteknikk og Trondheim Bydrift. Risikomomenter og risikoreducerende tiltak identifisert i møtet er tatt med i dette notatet. Det samme gjelder planer og rutiner for når/hvordan graveentreprenøren skal ha dialog med Trondheim Bydrift om arbeider i nærheten av vannledningene.

Kommunalteknikk har utført en simulering som viser effekt på vannforsyning ved at VL600 og VL375 stenges av enkeltvis. Dette for å simulere brudd på vannledning eller hendelse som påvirker vannledningen på samme måte som et brudd.

Simuleringen viser at brudd på en av ledningene medfører at man mister reservevolum i Høgåsen høydebasseng. Hele vestsiden av byen forsynes da direkte fra Kolstad pumpestasjon. Trykket og slokkevannkapasiteten vil fortsatt være akseptabel, men det gjør forsyningsnettet mer sårbart hvis det skulle skje en hendelse til i nettet som fører til brudd på overføringsnettet (O1).

2.2 Del B – Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse)

2.2.1 Beskrivelse av vannledningene



FIGUR 2 KART OVER EKISTERENDE VA-LEDNINGER, MOTTATT FRA TRONDHEIM KOMMUNE

Det ligger store vannledninger sør og øst for planlagt bebyggelse. På sørsiden, fra vest kommer det en DN375 grå støpejernsledning fra 1924 og en DN600 grå støpejernsledning fra 1950. I kum SID5620 går de over til en DN400 duktil støpejernsledning fra 1994 og en DN600 duktil støpejernsledning, også fra 1994. Ingen av ledningene er strekkfaste. Ledningene fra 1994 har et bend mot planlagt p-kjeller.

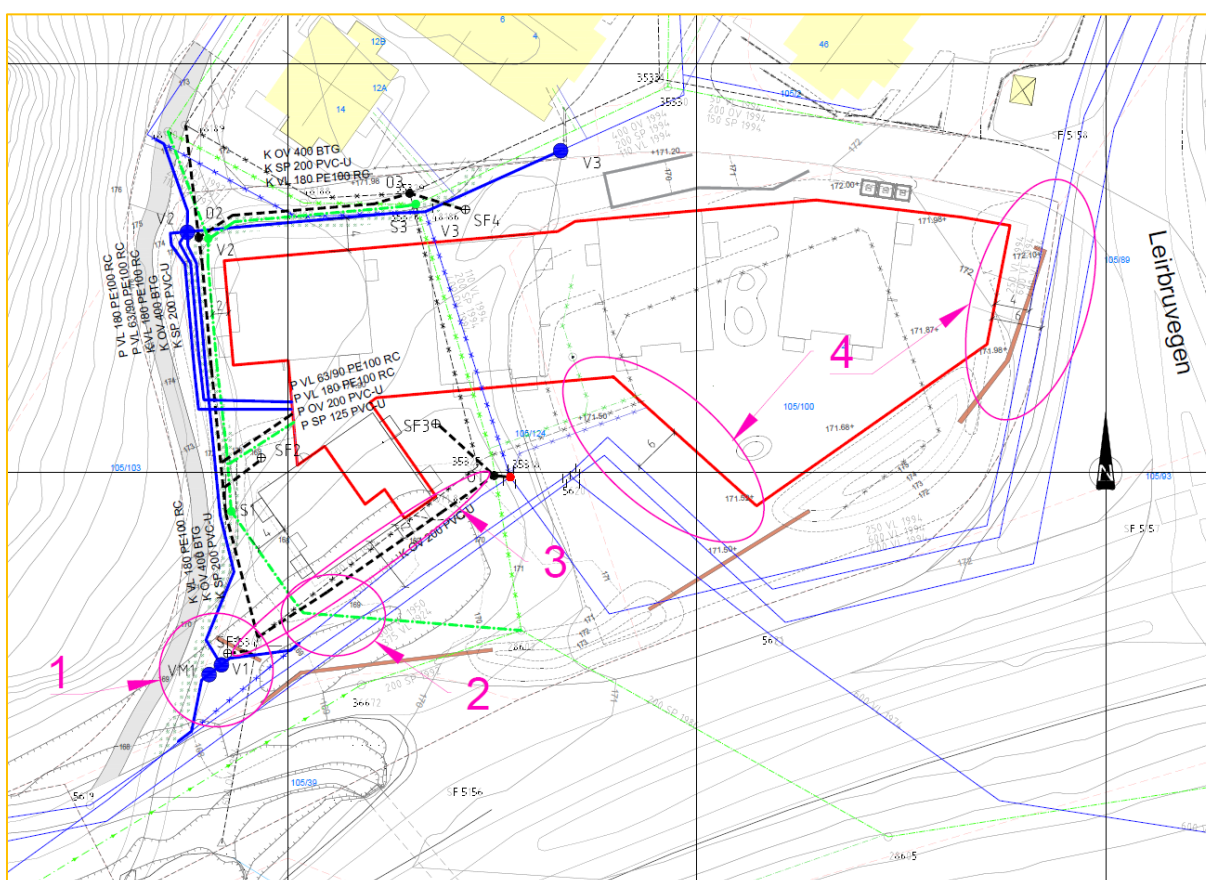
Det ble den 15.09.23 av Trondheim bydrift gjort et forsøk på å peile vannledningene. Resultatet ble at man fikk peilet Ø600 vannledningen fra 1950 og Ø375 vannledningen fra 1924, ledningene fra 1994 fikk man ikke signal på og må dermed prøvegraves for å finne plassering. For de ledningene som ble peilet fikk de et felles signal, da de ligger i samme grøft. Det er usikkert om peilet plassering er for VL600, VL375 eller en blanding av begge.

2.2.2 Beskrivelse av arbeid nært vannledningen

Skissen nedenfor viser planlagt bebyggelse mot VA-ledningene. Parkeringskjelleren er vist med tykk rød strek og blokkene er vist med svarte tynne streker. Eksisterende VA-er vist med tynnere streker enn planlagt VA. Eksisterende VA er tegnet ut etter Trondheim kommune sitt VA-kart. VA-kartet kan inneholde feil og mangler.

Arbeidene er nummerert:

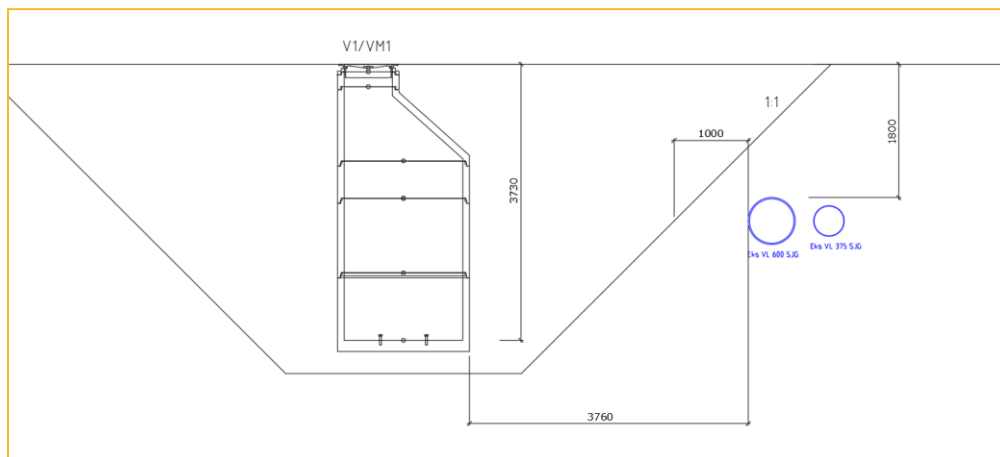
1. Setting av ny vannkum V1 og kum for vannmåler VM1.
2. Kryssing av eksisterende VL600 og VL375 med ny SP200.
3. Legging av ny OV200 parallelt med eksisterende VL600 og VL375
4. Etablering av P-kjeller nært eksisterende VL600, VL400 og forankring for bend.



FIGUR 3 OVERSIKT VA-LEDNINGER OG PLANLAGT BEBYGGELSE

1. Setting av ny vannkum og kum for vannmåler

Med dybdene og avstandene som er vist i snittet nedenfor vil ikke vannledningene undergraves, eller sidefyllingen til ledningene påvirkes. Dette avhenger av dybden til eksisterende VL250, VL600 og VL375, som per nå er usikker.

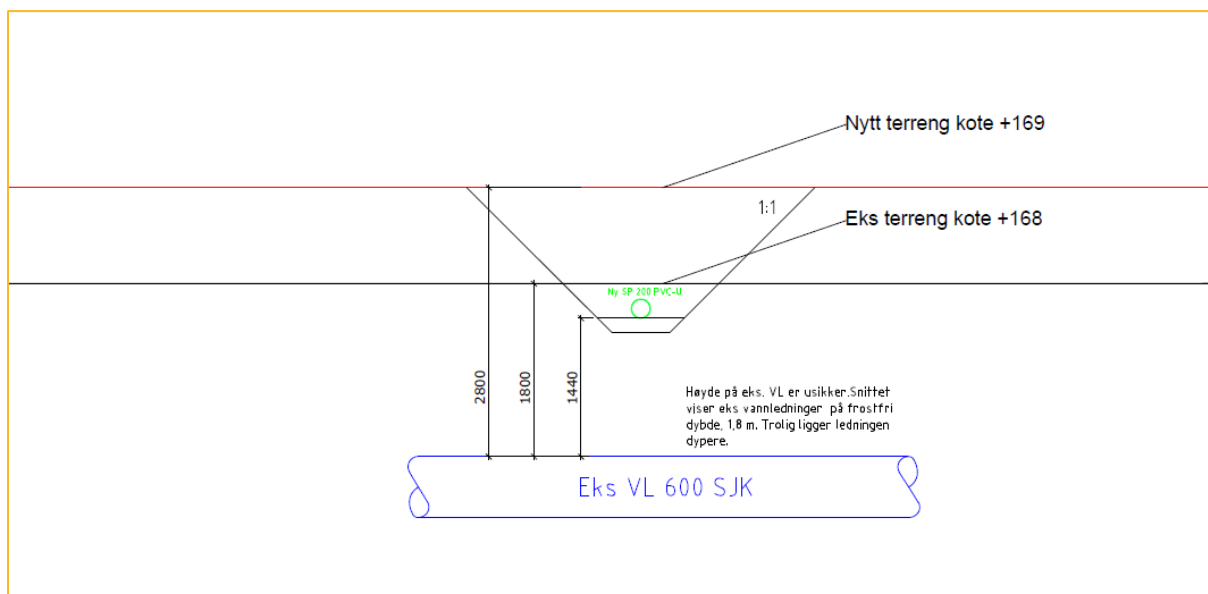


FIGUR 4 SNITT ETABLERING AV VANNKUM/VANNMÅLER LANGS EKS VANNLEDNINGER

2. Kryssing av eksisterende VL600 og VL375 med ny SP200.

Snittet nedenfor viser kryssing med ny Ø200 spillvannsledning over eksisterende vannledning. Høyden på vannledningen er usikker, men den er antatt lagt med frostfri dybde (1,8m) under eksisterende terreng. Basert på innmåling i kummer på traseen ligger den trolig dypere.

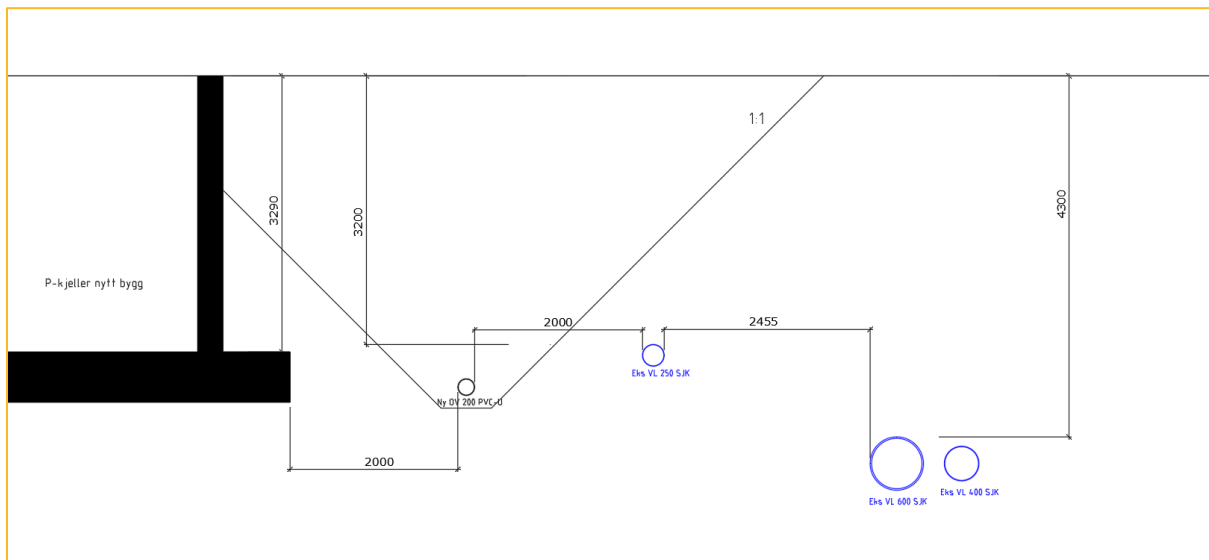
Sannsynligheten for at det skjer skader på vannledningen påvirkes av høydene på ledningene. Det som risikerer å skje er at sidefyllingen til vannledningene skal berøres eller at ledningene skal utsettes for punktlast av for eksempel en gravemaskinskuff. Med forutsetningene som er satt i snittet, vil ikke sidefyllingen til ledningene påvirkes.



FIGUR 5 SNITT: KRYSSING AV EKS VL600 MED NY SP200

3. Legging av ny OV200 parallelt med VL600 og VL375

Basert på antagelsene i snittet nedenfor vil ikke vannledningene undergraves, eller sidefyllingen til ledningene påvirkes. Dette avhenger av dybden og plasseringen til eksisterende VL600 og VL375, som per nå er usikker.



FIGUR 6 SNITT OVERVANNsledNING PARALLELT MED VANNLEDNINGER

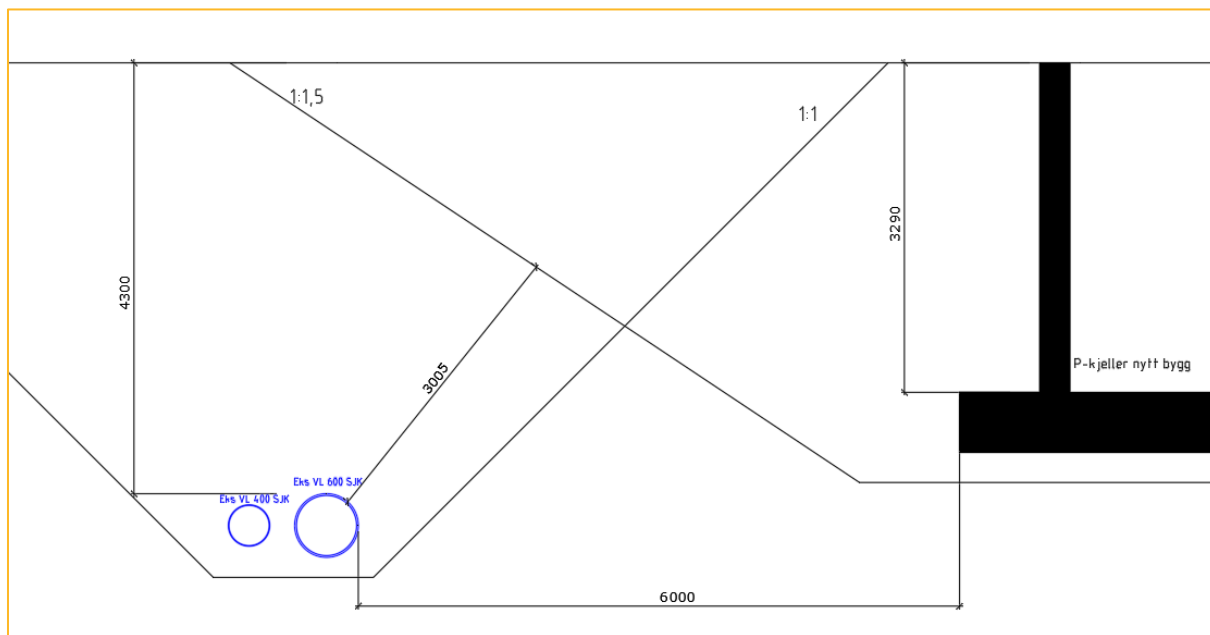


FIGUR 7 Plassering av snitt OV parallelt med vannledninger

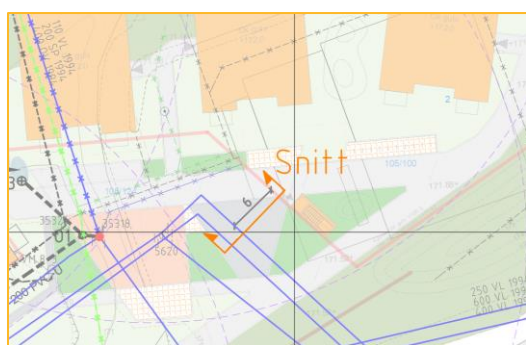
4. Etablering av p-kjeller nært eksisterende VL600, VL400 og forankring for bend

Snittet nedenfor viser eksisterende vannledninger mot planlagt p-kjeller. I henhold til Trondheim kommune sin VA-norm skal det være minimum 6 meter fra ytterkant rør til ytterkant p-kjeller. Hvis nødvendig avstand opprettholdes, vil man ikke undergrave vannledningene eller berøre sidefyllingen.

Plasseringen til bendet er usikker. Her må man være varsom slik at forankringsklossen ikke undergraves eller mister bakfyllingen. Hvis ledningen er trykksatt kan den gå til brudd eller forankringen kan skli ut og risikere å skade en arbeider.



FIGUR 8 SNITT P-KJELLER VED VANNLEDNINGER



FIGUR 9 PLASSERING SNITT P-KJELLER VED VANNLEDNINGER

2.2.3 Kriterier for vurdering av sannsynlighet og konsekvens

Følgende utklipp fra Mattilsynets veileder er benyttet for å vurdere sannsynlighet og konsekvens.

S-NIVÅ	KRITERIER
S1: Liten sannsynlighet	a: Hendelsen er ukjent i bransjen b: Faglig skjønn tilsier at hendelsen ikke helt kan utelukkes c: Trusselvurdering tilsier at hendelsen er lite sannsynlig
S2: Middels sannsynlighet	a: Bransjen kjenner til at hendelsen har inntruffet de siste 5 år b: Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at det er riktig å ta høyde for at hendelsen kan oppstå i vannverket de neste 10-50 år c: Trusselvurdering tilsier at hendelsen er middels sannsynlig
S3: Stor sannsynlighet	a: Det er kjent i bransjen at hendelsen forekommer årlig b: Vannverket har selv opplevd enkeltstående tilfeller, eller hendelsen har nesten inntruffet c: Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at hendelsen kan oppstå i vannverket i løpet av de neste 1-10 år d: Trusselvurdering tilsier at hendelsen har stor sannsynlighet
S4: Svært stor sannsynlighet	a: Hendelsen forekommer fra tid til annen i vannverket b: Trusselvurdering tilsier at hendelsen har svært stor sannsynlighet

FIGUR 10 KRITERIER FOR VURDERING AV SANNSYNLIGHET

K-NIVÅ	KRITERIER
K1: Liten konsekvens	a: Kvalitet: Kvalitet påvirkes noe, men krav overholdes b: Leveranse: Ubetydelig påvirkning c: Omdømme & økonomi: Omdømme ikke truet, eller økonomisk tap mindre enn 5% av årlig driftskostnader
K2: Middels konsekvens	a: Kvalitet: Kortvarig, mindre brudd på gjeldende krav b: Leveranse: Kortvarig (timer) svikt i forsyning til enkelte områder c: Omdømme & økonomi: Omdømme truet, eller økonomisk tap 5-10% av årlig driftskostnader
K3: Stor konsekvens	a: Kvalitet: Brudd på gjeldende krav, ulempe for helse b: Leveranse: Langvarig svikt (dager) i forsyning til enkelte områder c: Omdømme & økonomi: Omdømme kortvarig tapt, eller økonomisk tap 10-20% av årlig driftskostnader
K4: Svært stor konsekvens	a: Kvalitet: Alvorlig brudd på gjeldende krav, fare for liv og helse, drikkevannsforskriften § 9 andre ledd trer i kraft b: Leveranse: Langvarig svikt som rammer flertallet av abonnentene c: Omdømme & økonomi: Omdømme langvarig tapt, eller økonomisk tap større enn 20% av årlig driftskostnader

FIGUR 11 KRITERIER FOR VURDERING AV KONSEKVENNS

2.2.4 Vurdering av konsekvens for uønskede hendelser

Identifiserte uønskede hendelser og mulige konsekvenser:

Dette er en vurdering av ulike hendelser som man risikerer at inntreffer ved arbeidene og hva konsekvensen vil være hvis man ikke gjør noen tiltak.

A. Ledningsbrudd

Gjelder for arbeid 1, 2,3 og 4.

- Et ledningsbrudd på VL600 eller VL375/400 kan medføre redusert vanntrykk for større deler av vestsiden av byen og dermed også slokkevannkapasitet. Svært stor konsekvens (K4)
- Et ledningsbrudd kan forårsake en betydelig flom, som utgjør en fare for både publikum, trafikk og eiendom langs flomveien. Svært stor konsekvens (K4).
- Et ledningsbrudd kan gjøre at anleggsområdet raskt blir fylt av vann og drivgods, med påfølgende drukningsfare for personell og skade på eiendom. Svært stor konsekvens (K4)
- Tap av vanntrykk som følge av lekkasje på ledningen kan gjøre kommunens vannledningsnett midlertidig mer sårbart, da spesielt hvis det skulle skjer en tilsvarende hendelse et annet sted på nettet. Svært stor konsekvens (K4)

B. Fjerning av sidestøtte til VL375/400 og VL600 og ev. bakfylling til forankringskloss til bend mot p-kjeller.

Gjelder for arbeid 1, 2,3 og 4.

- Vannledningene blir mer sårbar for bevegelse og skader som følge av trykkstøt. Stor konsekvens (K3)
- Skjøtene på vannledningene kan gli fra hverandre hvis bendet ikke klarer å oppta stor nok forankringskraft når bakfyllingen er redusert/fjernet. Lekkasje/brudd. Svært stor konsekvens (K4)

C. Skade på ledningen som følge av anleggstrafikk eller andre anleggslaster

Gjelder for arbeid 2 og anleggstrafikk.

- En betydelig punktlast på ledningen (f.eks. hvis en gravemaskinskuff kommer i kontakt med ledningen) kan forårsake skade, eventuelt lekkasje, og i verste fall ledningsbrudd. Svært stor konsekvens (K4)
- Vesentlig økt belastning på en større lengde av ledningen (f.eks. parkering av mobilkran, plassering av tårnkran, anleggstrafikk der ledningen har liten overdekning etc.) kan medføre tilsvarende skader. Svært stor konsekvens (K4)

D. Undergraving av VL375/400 og VL600 inkludert ev. forankringskloss

Gjelder for arbeid 1, 2,3 og 4.

- Vannledningen er ikke strekkfast og kan bli forskjøvet, slik at skjøtene går fra hverandre og det oppstår lekkasje eller et ledningsbrudd. Svært stor konsekvens (K4)
- Forankringsklossen raser ut og gjør skade på personell og materiell. Svært stor konsekvens (K4)
- Vannledningen mister nødvendig forankring og blir mer sårbar for trykkstøt, forskyvinger og setninger. Stor konsekvens (K3)

2.2.5 Vurdering av sannsynlighet for uønskede hendelser

Hendelse A: Ledningsbrudd.

Ø375 SJG fra 1924 og Ø600 SJG fra 1950 er eldre ledninger. Grått støpejern er sårbart til å gå til brudd når det graves nært disse. Ø400 SJK og Ø600 SJK fra 1994 er nyere ledninger og i bedre materiale, sannsynligheten for at de går i brudd er mindre.

Hendelse B: Fjerning av sidestøtte til VL375/400 og VL600 og ev. bakfylling til forankringskloss til bend mot p-kjeller.

Snittene viser at hvis høyder og plassering på ledningene er som antatt, vil man ikke fjerne sidestøtten for vannledningen i noen av arbeidene. Dette avhenger av høydene på ledningene som flere steder er usikker. Plasseringen av bend og forankringskloss er også usikker.

Hendelse C: Skade på ledningen som følge av anleggstrafikk eller andre anleggslaster.

Det vil være anleggstrafikk over ledningene fra 1994, men det er ikke planlagt med det over de eldste. Tunge maskiner som for eksempel mobilkran planlegges ikke parkert over vannledningen.

Hendelse D: Undergraving av VL375/400 og VL600 inkludert ev. forankringskloss.

Snittene viser at hvis høyder og plassering på ledningene er som antatt, vil man ikke undergrave vannledningen i noen av arbeidene. Dette avhenger av høydene på ledningene som flere steder er usikker. Plasseringen av bend og forankringskloss er også usikker.

2.2.6 Samlet vurdering av risiko

Følgende utklipp fra Mattilsynets veileder er benyttet for å kvantifisere risiko.

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENSN			
	K1 - Liten	K2 - Middels	K3 - Stor	K4 - Svært stor
S4 - Svært stor	gul	rød	rød	rød
S3 - Stor	grønn	gul	rød	rød
S2 - Middels	grønn	grønn	gul	rød
S1 - Liten	grønn	grønn	gul	gul

FIGUR 12 RISIKOMATRISSE. MATTILSYNET (2012) [1]

Følgende tabeller er hentet fra Mattilsynets veileder [1] og er benyttet for å vise risiko for hver enkelt hendelse:

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
A	a: Kvalitet	1	S3	K4	rød	
	b: Leveranse	2	S2	K4	rød	
	c: Omdømme/øk.	3	S2	K4	rød	
		4	S2	K4	rød	

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
B	a: Kvalitet	1	S2	K4	rød	
	b: Leveranse	2	S2	K4	rød	
	c: Omdømme/øk.	3	S2	K4	rød	
		4	S2	K4	rød	

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
C	a: Kvalitet	2	S2	K4	rød	
	b: Leveranse	Anleggstrafikk	S2	K4	rød	
	c: Omdømme/øk.					

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
D	a: Kvalitet	1	S2	K4	rød	
	b: Leveranse	2	S2	K4	rød	
	c: Omdømme/øk.	3	S2	K4	rød	
		4	S2	K4	rød	

2.3 Vurdering av flomvei ved et ledningsbrudd

Ved et ledningsbrudd i forbindelse med anleggsarbeidene vil det kunne flomme ut betydelige vannmengder før kommunen får stengt av tilførselen. Det går en eksisterende flomvei over vannledningen. Denne går direkte ut i Leirelva. Ved et ledningsbrudd vil vannet følge denne.



FIGUR 13 EKSISTERENDE FLOMVEI, HENTET FRA SCALGO

2.4 Del C – Tiltaksplan for reduksjon av risiko

Det er viktig at alle involverte i arbeidene, spesielt utførende entreprenør, følger de tiltak som er gitt i denne rapporten. Det er tiltakshavers ansvar at alle involverte er blitt informerte, og at vurderinger og tiltak er lett tilgjengelige på anleggsområdet. Tiltakshaver har ansvar for å holde kontakten med og underrette Bydrift under arbeidene.

Midlertidig avstenging av vannledningen:

- Graveentreprenør skal koordinere med Trondheim Bydrift. Trondheim Bydrift stenger hovedvannledningen midlertidig når utgravingen påbegynnes.
- Vannavstegning må varsles 4 dager i forveien.
- Vannledningen bør stenges ved kryssing av vannledningene med Ø200 spillvannsledning, ved setting av vannkummer, ved graving nært bend mot p-kjeller og ved graving av overvannstrasé parallelt med vannledningene.
- Trondheim Bydrift skal vurdere når det er tilbakefylt tilstrekkelig med komprimerte løsmasser til at trykket kan påsettes igjen.

Plan for stenging av vannledning. Dette er et estimat som må kontrolleres i en senere fase. En komplett plan med datoer må fylles ut i god tid før oppstart:

Tiltak	Lengde på vannstenging
Kryssing av vannledningene med Ø200 spillvannsledning	2- 3 dager
Etablering av vannkum V1 og vannmåler VM1	1 uke
Overvannstrase parallelt med vannledninger	3-4 dager
Bend mot p-kjeller	Ukjent

Forsiktig graving og påvisning av ledningen beliggenhet:

- Graveentreprenør skal grave forsiktig i området der hovedvannledningene antas å ligge.
- Masser skal fjernes i tilstrekkelig tynne lag, det skal følges godt med på hva som avdekkes under graving, og gravestedet skal være godt opplyst til enhver tid.
- Graveentreprenør måler inn avdekt ledning og oversender til prosjekterende RIVA og Bydrift.

Sikring av bend på vannledning:

- Plassering på bend mot p-kjeller og utforming av forankringskloss er usikker. Det er viktig at forankringsklossen ikke undergraves og at bakfyllingen ikke forsvinner.
- Det må gjøres en ny vurdering når usikkerhetene er kartlagt, men foreløpig vurdering viser at det er nødvendig å stenge vannledningen når det arbeides nært bendet og at man må vurdere å spunte rundt forankringen.

Sikring av anleggsplass:

- Det skal ikke plasseres masser eller gjenstander som kan rase ut og true liv og helse i flomveien fra gravestedet, dersom et ledningsbrudd skulle skje.
- Grøfter og groper skal ha trapp eller stige som evakueringsmulighet, kfr. Graveforskriften.
- Arbeidere og funksjonærer på anleggsområdet skal på forhånd opplyses om de sikringskrav som gjelder, samt hvilket arbeid som skal gjøres ved hovedvannledningen og når.

Dialog og samarbeid med Trondheim Bydrift:

- Graveentreprenør skal holde Trondheim Bydrift løpende informert om når gravearbeidet i nærheten av hovedvannledningen planlegges utført.
- Graveentreprenør skal varsle Trondheim Bydrift om utførelsestidspunkt, slik at de har mulighet til å stille opp på stedet.
- Trondheim Bydrift skal varsle graveentreprenør i god tid dersom planlagt stengning av hovedvannledningen blir påvirket eller ønskes flyttet fram/tilbake i tid.

Skånsom komprimering og maskinoverfart over vannledningen:

- Det skal ikke plasseres mobilkran eller tilsvarende tunge kjøretøy over hovedvannledningen. Disse skal kun plasseres inne på anleggsområdet.
- Det skal ikke være noe anleggstrafikk over ledningene SJG ledningene fra 1924 og 1950.
- Grunnarbeids-, grave- og asfaltentreprenører skal benytte ekstra skånsom komprimering av masser i nærheten av hovedvannledningen, for å ikke overstige tillatte rystelser i grunnen.

2.4.1 Ny vurdering av risiko basert på forebyggende tiltak

Hendelse A: Vannledningsbrudd eller stor lekkasje på ledningen

Hendelse B: Fjerning av nødvendig sidestøtte til VL375/400 og VL600 ev. bakfylling til forankringskloss til bend mot p-kjeller.

Hendelse C: Skade på ledningen som følge av anleggstrafikk eller andre anleggslaster

Hendelse D: Undergraving av VL375/400 og VL600 inkludert ev. forankringskloss.

Når tiltakene i del C er utført, vurderes det at risikoen er redusert for alle hendelsene, men at det fortsatt er en høy risiko for hendelse A. Dette er fordi eldre ledninger av SJG er sårbare og erfaring tilsier at de ofte går til brudd etter at det er gravd nær dem.

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
A	a: Kvalitet	1	S1	K4	gul	
	b: Leveranse	2	S1	K4	gul	
	c: Omdømme/øk.	3	S1	K4	gul	
		4	S1	K4	gul	

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
B	a: Kvalitet	1	S1	K3	gul	
	b: Leveranse	2	S1	K3	gul	
	c: Omdømme/øk.	3	S1	K3	gul	
		4	S1	K3	gul	

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
C	a: Kvalitet	2	S1	K3	gul	
	b: Leveranse	Anleggstrafikk	S1	K4	gul	
	c: Omdømme/øk.					

HENDELSE	TEMA	Arbeid	S-NIVÅ	K-NIVÅ	RISIKO	REFERANSE
D	a: Kvalitet	1	S1	K3	gul	
	b: Leveranse	2	S1	K3	gul	
	c: Omdømme/øk.	3	S1	K3	gul	
		4	S1	K3	gul	

Det må gjøres nye vurderinger i en senere fase når omfang på arbeidene og plasseringen av ledningene er avklart.

2.5 Del D – Plan for varsling og oppfølging

Ved akutte hendelser som truer liv og helse – Ring politiet på telefonnummer 112

Plan for varsling:

1. Minst to dager før gravearbeid påstartes: Graveentreprenør varsler Bydrift.
2. Minst fire dager før vannavstenging: Graveentreprenør varsler Bydrift.
3. Straks gravearbeidet er avsluttet og masser tilbakefylt: Graveentreprenør varsler Bydrift.
4. Tidligst mulig før vanntrykk påsettes: Bydrift varsler graveentreprenør og tiltakshaver.

Kontaktinformasjon:

- Nødetater
 - Brann: 110
 - Politi: 112
 - Helse: 113
- Trondheim Bydrift
 - Bjørn Bjerkli – 91 11 22 98 – bjorn.bjerkli@trondheim.kommune.no
 - Trond Ellefsen – 91 11 23 09 – trond.ellefsen@trondheim.kommune.no
 - Joachim Yttereng – 91 11 22 60 - joachim.yttereng@trondheim.kommune.no
 - Marius Fjellås – 99 40 68 10 – marius.fjellas@trondheim.kommune.no
- Teknisk vakt Trondheim kommune vann og avløp
 - 72 54 63 50 (dagtid)
 - 72 54 64 49 (akutt - etter kl. 15:00)
- Marka Eiendom AS
 - Thomas Risberg Schulze – 95 52 22 60 – trs@varmbo.no
- Structor Trondheim AS (Ansvarlig VA-prosjekterende)
 - Batur Bayani – 97 13 65 28 – batur.bayani@structor.no
 - Linn Lodgaard – 46 81 64 18 – linn.lodgaard@structor.no
- Kommunalteknikk VA
 - Frode Selvik – 91 76 02 38 – frode-andrew.selvik@trondheim.kommune.no

Vedlegg: 1**Fordrøyningsvolum (Metode: Konstant Utløp)**

Dato: 04.10.2024 Prosjektnr: 9230068
 Utført av: BBI Prosjektnavn: Leierbruveien 2
 Kontrollert av: LL
 Godkjent av: BBI Revisjon: 01

Metode: VA Miljøblad 69 - Overvannsdammer. Beregning av volum.

Nedbørsfelt / Merknad: _____

Metode: Konstant Utløp**Grunnlagsdata**

Dim. Returperiode	n	20	år	SKRIV INN NAVN PÅ KURVE HER!	Input
Klimafaktor	Kf	1,4	-		Beregninger
IVF kurve benyttet		Egendefinert			Resultat
Valgt konsentrasjonstid	tc	10	min		

Areal / Avrenningsfaktor

Type	Areal (m2)	Koeffisient	A _{red} (m2)
Semipermeable, Inkludert Trir	5 400	0,5	2 700
	0	0,3	0
	0	0,5	0
	0	0,3	0
Sum areal / Avr. Koeff.	5 400	0,50	2 700
Sum areal (ha)	0,54		0,27

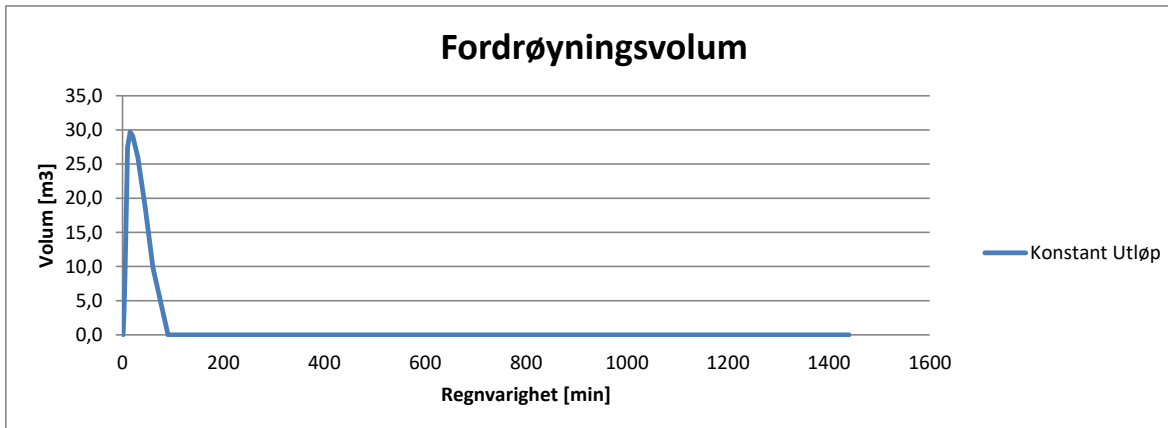
ha

Utslipp

Utslipp				Kommentar
Maks tillatt utslipp	Qmaks	22	l/s	iht. Vedlegg 5
Reduksjon pga. mengderegulator		70 %		
Midlere utslipp	Qut	15,4	l/s	

Resultat

Nødvendig fordøyningsvolum:	29,7	m3
-----------------------------	------	----



Magasinberegning :

Magasinberegning :						Konstant Utløp
Varighet	Intensitet	Innløp vannføring	Utløps vannføring	Regnvolum	Utløpsvolum	Nødvendig fordrøyning
	i	q_{inn}	q_{ut}	V_{inn}	V_{ut}	$V_{fordrøyn}$
Min.	$l/s \cdot ha$	l/s	l/s	m^3	m^3	m^3
1	369	13,9	15,4	0,8	0,8	0,0
3	285	32,3	15,4	5,8	2,8	3,0
5	234	44,2	15,4	13,3	4,6	8,6
10	162	61,2	15,4	36,7	9,2	27,5
15	128	48,4	15,4	43,5	13,9	29,7
20	105	39,7	15,4	47,6	18,5	29,1
30	79	29,9	15,4	53,8	27,7	26,0
45	59	22,3	15,4	60,2	41,6	18,6
60	48	18,1	15,4	65,3	55,4	9,9
90	36	13,6	15,4	73,5	73,5	0,0
120	30	11,3	15,4	81,6	81,6	0,0
180	24	9,1	15,4	98,0	98,0	0,0
360	17	6,4	15,4	138,8	138,8	0,0
720	12	4,5	15,4	196,0	196,0	0,0
1440	8	3,0	15,4	261,3	261,3	0,0

Regnvolum

$$V_{inn} = i_{z,tr} \cdot t_r \cdot A \cdot \phi$$

V_{inn} = Regnvolum (L)

$i_{z,tr}$ = Regnintensiteten for et kassereg med gjentakintervall z og varighet tr (l/s*ha)

t_r = Varighet på kassereg (s)

A = Areal av nedbørsfelt (ha)

ϕ = Avrenningskoeffisient

Metode: Konstant Utløp

Nødvendig fordrøyningsvolum

$$V_{fordrøyn} = V_{inn} - V_{ut} = V_{inn} - q_{ut} \cdot t$$

q_{ut} = Utløps vannføring (Maks påslipp) (l/s)

t = Tids intervall (s)

Nødvendig fordrøyningsvolum = maksimal verdi av $V_{fordrøyn}$ som blir regnet ut over ulike regnvarigheter.

Aron og Kibler

Nødvendig fordrøyningsvolum

$$V = Q_{maks} \cdot t_r - Q_u \frac{(t_r + t_k)}{2}$$

V = Nødvendig magasinivolum (m3)

Q_{maks} = høyeste innløpsvannføring (m3/s)

t_r = Regnvarighet (s)

Q_u = Høyeste utløpsvannføring (m3/s)

t_k = Konsentrasjonstid (s)