

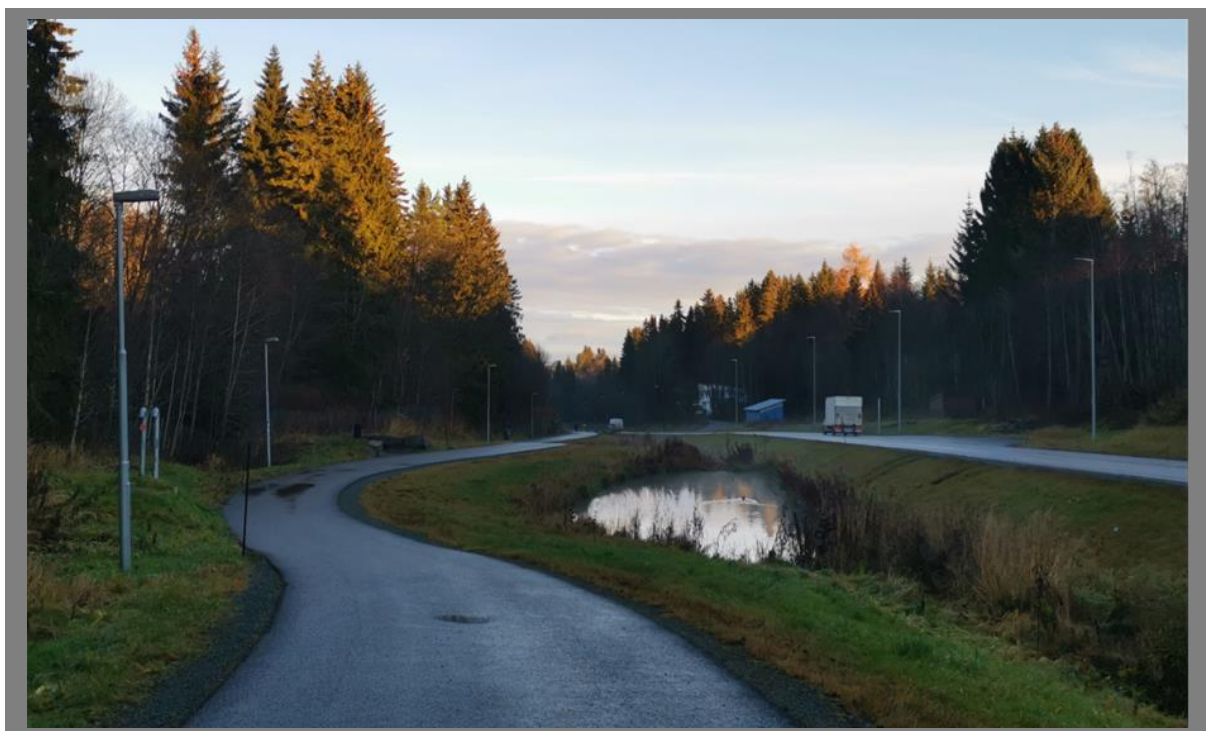


Miljøpakken

– bedre by

ROS-analyse, VA

Detaljregulering Bjørndalen fra Søbstadvegen til
Okstadøy



Trondheim, 29.08.2024



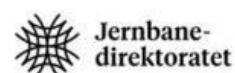
TRONDHEIM KOMMUNE



Trøndelag
fylkeskommune



Statens vegvesen



Jernbane-
direktoratet



INNHold

1	Rammer for risikovurderingen	3
1.1	Bakgrunn og formål	3
1.2	Gjeldende krav og veiledninger	3
1.3	Grunnlagsdokumenter	4
1.4	Forutsetninger og avgrensninger	4
2	Beskrivelse av analyseobjekter	5
2.1	VL300	6
2.2	VL500	6
2.3	VL800	7
3	Metode for risikovurdering	9
3.1	Vurdering av sannsynlighet	9
3.2	Vurdering av konsekvens	10
3.3	Vurdering av risiko – Risikomatriser	11
4	Kartlegging av uønskede hendelser	12
5	Vurdering av risiko	13
5.1	Totalt risikobilde for VL300	14
5.2	Totalt risikobilde for VL500	15
5.3	Totalt risikobilde for VL800	16
5.4	Samlet resultat av risikovurderinger	17
6	Risikoreduserende tiltak	17
6.1	Generelle tiltak	17
6.2	Spesifikke tiltak	21
6.2.1	VL300	21
6.2.2	VL500	22
6.2.3	VL800	23
7	Konklusjon	25
8	Referanser:	25



1 RAMMER FOR RISIKOVURDERINGEN

1.1 Bakgrunn og formål

Norconsult AS er engasjert av Trondheim kommune til å utarbeide en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) i forbindelse med ny sykkelveg med fortau mellom Heimdal og Selsbakk. Planlagt utbygging kommer i berøring med tre kritiske kommunale vannledninger (ledninger med innvendig diameter ≥ 300 mm), og dette utløser krav/behov for utarbeidelse av en særskilt ROS-analyse der forholdet opp mot disse ledningene skal vurderes i både anleggs- og driftsfasen. Dette fordi ovennevnte ledninger er overføringsledninger som sørger for vannforsyning til store bydeler og fordi de har en såpass stor dimensjon at et eventuelt brudd på ledningene (som følge av tiltaket) kan forårsake flomsituasjoner med potensielt store konsekvenser.

Hensikten med denne ROS-analysen er å identifisere og vurdere alle betydelige risikomomenter knyttet til planlagt utbygging samt vurdere mulige avbøtende tiltak som kan iverksettes for å redusere det totale risikobildet. Denne analysen er utarbeidet i samråd med Trondheim kommune ved Kommunalteknikk og Bydrift Vann, og er et underlag til ROS-analysen som skal følge planforslaget.

Farlige forhold og uønskede hendelser som er identifisert i tilknytning til ovennevnte kritiske vannledninger er konsekvensvurdert i forhold til følgende risikostyringsmål:

- **Liv og helse**
 - Faremomenter i form av flom, masseutvasking og mekaniske skader knyttet til et eventuelt brudd på vannledningen.
- **Leveranse og kvalitet**
 - Konsekvens for leveranse av drikkevann; svikt i vannkvalitet og -forsyning til områder i ulikt omfang som direkte konsekvens av en uønsket hendelse.
- **Omdømme og materielle verdier**
 - Tap av omdømme og materielle verdier som følge av skader av ledning, utstyr, maskineri, infrastruktur og eiendom ved et brudd i vannledning og under en flomsituasjon.

1.2 Gjeldende krav og veiledninger

Plan- og bygningsloven stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) ved all arealplanlegging, jf. §4-3: «Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndighetene påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndighetene skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.»

Byggteknisk forskrift (TEK 17) gir generelle sikkerhetskrav til at byggverk skal utformes og lokaliseres med tilfredsstillende sikkerhet mot fremtidig naturpåkjenninger (kapittel 7: «Sikkerhet mot naturpåkjenninger»). Videre stiller NVE's retningslinjer krav om bygging i områder som er utsatt for flom, skred, havnivåstigning og andre eksisterende og fremtidige naturpåkjenninger (2/2011 «Flaum og skredfare i arealplaner», revidert mai 2014).



1.3 Grunnlagsdokumenter

Følgende grunnlag er benyttet for utarbeidelse av denne ROS-analysen:

- NS 5814:2021 «*Krav til risikovurderinger*»
- Mattilsynets ROS-veileder for «*økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen*»
- Kart over eksisterende VA-anlegg, Trondheim kommune
- Tegninger av planlagt sykkelveg med fortau, Norconsult AS
- Tegninger av planlagte VA-anlegg (tegning H101 – H110), Norconsult AS

1.4 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger ligger til grunn for denne ROS-analysen:

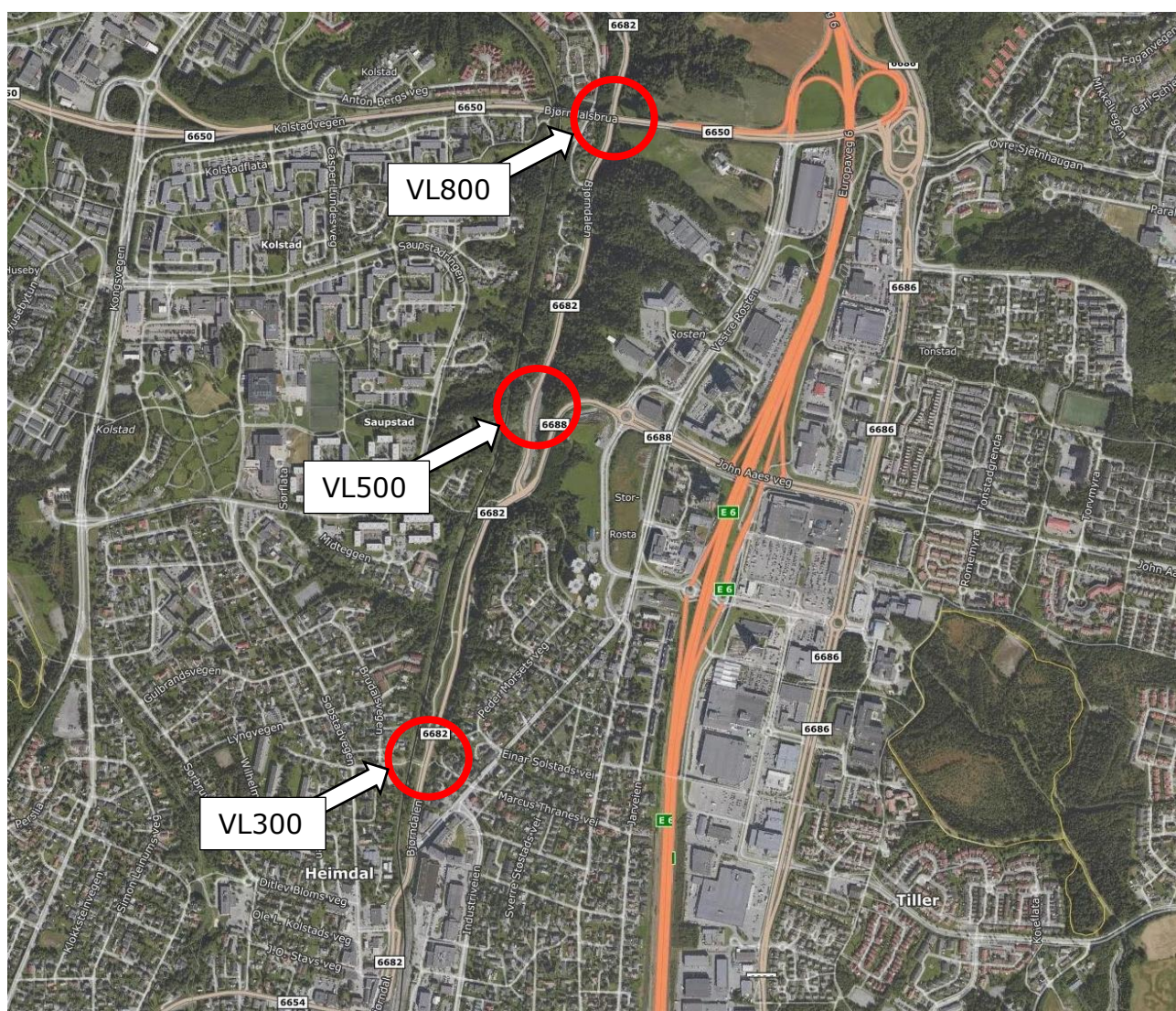
- Dette dokumentet er en overordnet og kvalitativ grovanalyse av relevante farer, sårbarheter og risikoforhold i forbindelse med planlagt utbygging innenfor planområdet. Ekstraordinære forhold som store uforutsigbare naturkatastrofer eller veloverveid forsøk på sabotasje er derfor ikke medtatt i denne analysen.
- Vurderingene i analysen er basert på foreliggende dokumentasjon om prosjektet.
- Analysen omhandler enkelthendelser, ikke flere uavhengige og sammenfallende hendelser.
- Eksisterende flomveier (og nye flomveier i forbindelse med detaljreguleringen) langs planlagt sykkelveg med fortau er dimensjonert for 200-års flommen. Det forutsettes at eksisterende flomveier, selv i perioder med en større nedbørshendelse, har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere vannmengder fra et evt. brudd på kritiske vannledninger.
- Eksisterende høydebasseng på Huseby kan opprettholde vannforsyning i opptil 18 timer. Det er ikke gjennomført en detaljert kartlegging av alle områder, bygninger og VA-anlegg med kritisk funksjon som blir berørt ved svikt i vannleveranse som følge av et evt. brudd på kritiske vannledninger.
- Analysen tar kun for seg forholdet opp mot kritiske vannledninger (ledninger med innvendig diameter ≥ 300 mm) som kan bli berørt av tiltaket. Forhold mot andre VA-anlegg er ikke medtatt i denne utredningen.
- Det forutsettes at standardiserte risikoreduserende tiltak i forbindelse med anleggsarbeid, som er basert på veletablerte standardprosedyrer, er ivaretatt.
- Dette dokumentet inkluderer ikke et SJA-skjema eller SHA-plan, men skal legges til grunn i det videre arbeidet med planlegging, gjennomføring og oppfølging av tiltaket.
- Det er tatt utgangspunkt i tilbakemeldinger fra Trondheim kommune, Kommunalteknikk, der det bes om at følgende merknader og temaer skal vurderes i ROS-analysen:
 - Behov for omlegging av ledninger
 - Plan for å ivareta ledninger i anleggsfasen
 - Sikker flomvei for vann fra vannledning ved ledningsbrudd
 - Fare for utvasking av store mengder masser ved ledningsbrudd
 - Forsyningssikkerhet (herunder koordinering av andre tiltak som berører ledningens forsyningsområde). Alle avstengninger må gjøres i samråd med Trondheim kommune Bydrift. I utgangspunktet kreves bypass for å opprettholde forsyning ved avstengninger. Evt. fritak fra krav om bypass forutsetter avklaring med Bydrift
 - Tiltak for å ivareta ledning i driftsfasen pga. evt. endret belastning som følge av prosjektet

2 BESKRIVELSE AV ANALYSEOBJEKTER

Følgende kritiske vannledninger er vurdert i denne ROS-analysen:

- VL300 (av SJK, lagt i 2020), krysser planlagt utbygging ved snarveg fra Brudalsvegen
- VL500 (av SJK, lagt i 2021), krysser planlagt utbygging ved Saupstadbrua.
- VL800 (av BET, lagt i 1981), krysser planlagt utbygging ved Bjørndalsbrua

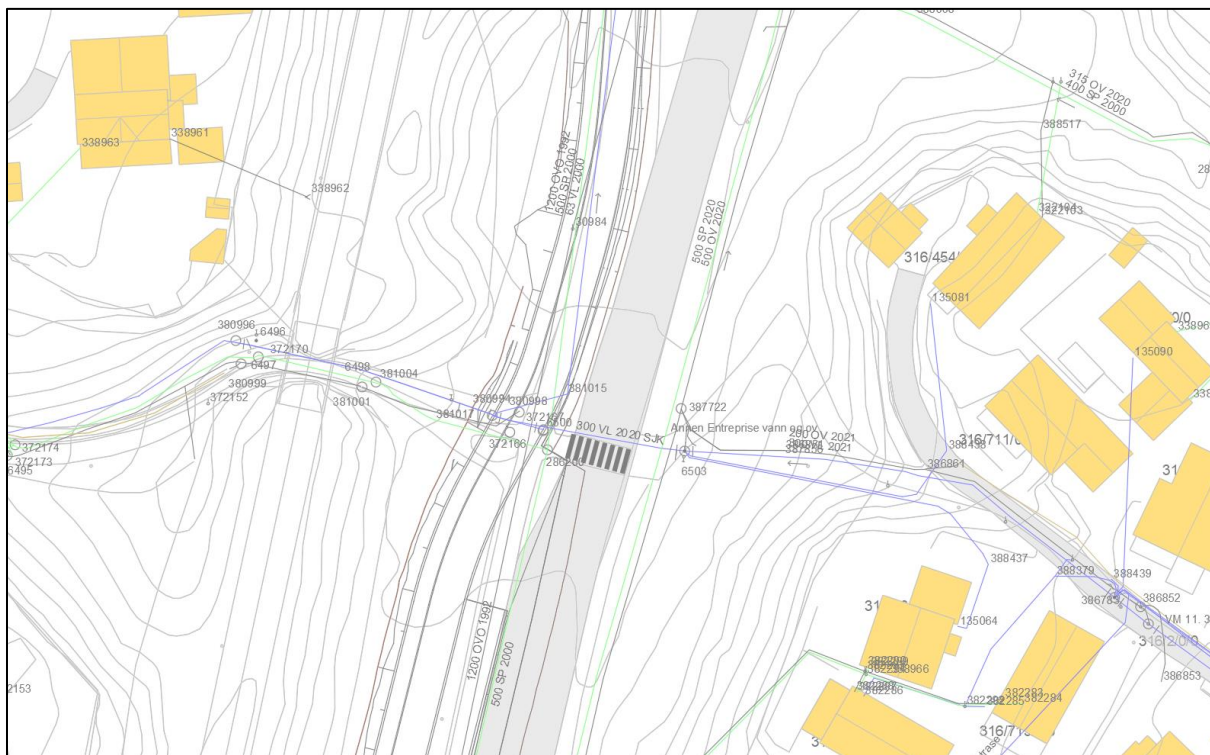
Figur 1 viser grovt plassering av ovennevnte vannledninger. Ledningene krysser både eksisterende fylkesveg fylkesvei og planlagt sykkelveg med fortau.



Figur 1: Oversiktsbilde av kritiske vannledninger (omringet i rødt)

2.1 VL300

Figur 2 viser plassering av eksisterende VL300 og hvordan planlagt utbygging berører denne. Ledningen er av støpejern og ble lagt i 2020, og det antas derfor at den er i god tilstand.

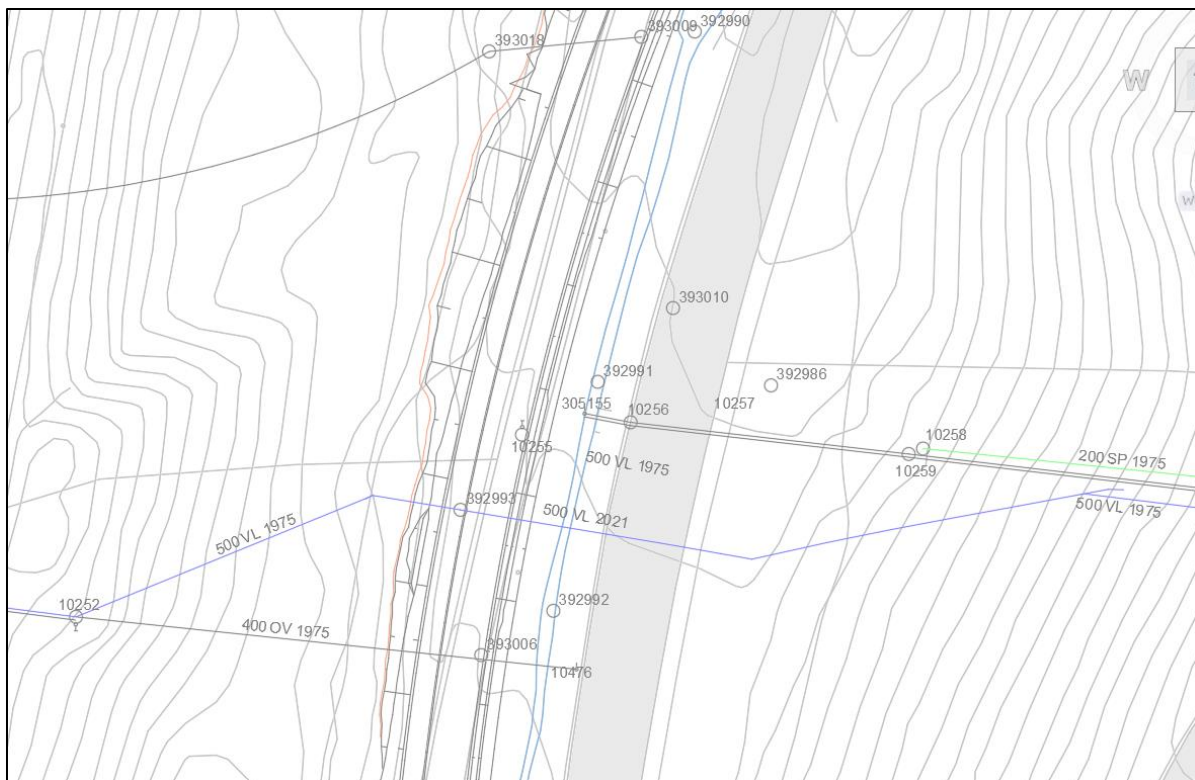


Figur 2: Eksisterende vannledning DN 300 mm krysser ny gang- og sykkelveg.

Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk) ønsker at ledningen skal være i drift under anleggsperioden. Dette fordi ledningen forsyner et større område og det forutsettes at etablering av ny sykkelveg med fortau ikke krever så dype gravedybder at anleggsmaskiner kan komme i kontakt med vannledningen.

2.2 VL500

Figur 3 viser plassering av eksisterende VL500 og hvordan planlagt utbygging berører denne. Ledningen er av støpejern og ble lagt i 2021, og det antas derfor at den er i god tilstand. Parallelt med etablering av ny sykkelveg med fortau skal eksisterende avløpstrase langs veien i dette området også oppgraderes. Deler av eksisterende avløpstrase, som krysser under kritisk VL500, er allerede blitt oppgradert i 2021. Traseen (bestående av et AF600-betongrør) skal ikke inkluderes i det nye oppgraderingsarbeidet da avløpsledningen har tilstrekkelig kapasitet og antas å være i god tilstand. Det er dermed kun planlagt sykkelveg med fortau som kan komme i berøring med eksisterende VL500.

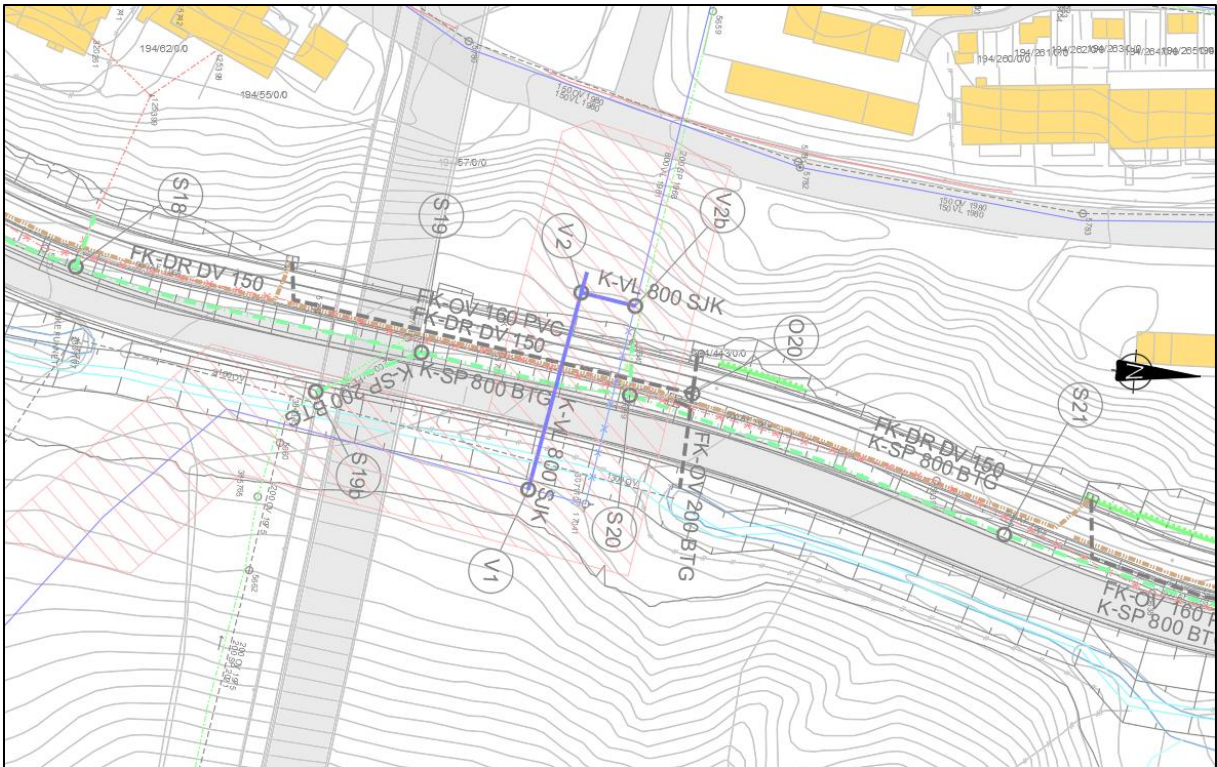


Figur 3: Eksisterende DN 500 mm vannledning krysser under ny gang- og sykkelveg.

Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk) ønsker i utgangspunktet at også denne vannledningen skal være i drift under anleggsperioden. Dette fordi ledningen forsyner et større område og det forutsettes at etablering av ny sykkelveg med fortau ikke krever så dype gravedybder at anleggsmaskiner kan komme i kontakt med vannledningen.

2.3 VL800

Figur 4 viser plassering av eksisterende VL800 og hvordan planlagt utbygging berører denne. Ledningen er av betong og ble lagt i 1981. Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk) informerer om at ledningen er sårbar og vil være svært utsatt ved graving/kryssing av ny avløpsledning (samt ved planlagt fylling for etablering av ny sykkelveg med fortau), og ønsker derfor å undersøke muligheten for å skifte ut den delen av vannledningen som krysser veien med en ny VL800 støpejernsledning (se figur 4). Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk) ønsker samtidig at ledningen skal så lenge som mulig være i drift, og ber om at tiltak for å redusere ledningens nedetid/driftstans skal vurderes. Det er viktig å nevne at denne ledningen forsyner ovennevnte VL300 og VL500, og ved evt. brudd på VL800 vil ingen av overføringsledningene kunne levere vann.



Figur 4: Ny vannledning DN 800 mm legges under ny gang- og sykkelvei og over planlagte avløpsledninger

3 METODE FOR RISIKOVURDERING

Metodikken som er benyttet i denne risikovurderingen bygger hovedsakelig på Mattilsynets ROS-veileder for «økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen» og NS 5814:2021 «Krav til risikovurderinger». Den generelle arbeidsmetoden foregår i følgende trinn:

- Fastsettelse av rammer for analysearbeidet og valg av aktuelle risikostyringsmål
- Kartlegging av relevante uønskede hendelser basert på en vurdering av sårbarhet
- Vurdering av sannsynligheten for at en uønsket hendelse kan inntreffe
- Vurdering av konsekvensen av en uønsket hendelse
- Vurdering av risiko basert på effekten uønskede hendelser har på hvert risikostyringsmål
- Forslag til risikoreduserende tiltak avhengig av det totale risikobildet knyttet til hvert analyseobjekt

3.1 Vurdering av sannsynlighet

Hvor ofte en uønsket hendelse kan inntreffe, uttrykkes ved hjelp av begrepet «hendelsesfrekvens» (sannsynlighet). Tabell 1 viser frekvensinndelingen som ligger til grunn for denne analysen.

Tabell 1: Sannsynlighetsinndeling (hendelsesfrekvens)

Sannsynlighetsnivå	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 under anleggsarbeider i løpet av 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) Utførende har selv opplevd enkeltstående tilfeller, eller hendelsen har nesten inntruffet c) Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at hendelsen kan oppstå under anleggsarbeider 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 under anleggsarbeider b) Trusselvurdering tilsier at hendelsen har svært stor sannsynlighet

3.2 Vurdering av konsekvens

Tabell 2 viser inndeling av konsekvensskalaer som ligger til grunn for denne analysen. Konsekvensene er vurdert med hensyn til følgende risikostyringsmål:

- a, «Liv og helse»
- b, «Leveranse og kvalitet»
- c, «Omdømme og materielle verdier».

Tabell 2: Konsekvensinndeling for hvert risikostyringsmål

Konsekvensnivå	Kriterier
K1: Liten konsekvens	a) Mindre personskade (uten fravær) b) Ubetydelig påvirkning av forsyning, vannkvalitet påvirkes noe, men krav overholdes c) Omdømme ikke truet, materielle skader < 0,1 MNOK. eller økonomisk tap mindre enn 5% av årlig driftskostnader
K2: Middels konsekvens	a) Betydelig personskade b) Kortvarig (timer) svikt i forsyning til enkelte områder, kortvarig påvirkning av vannkvalitet som fører til mindre brudd på gjeldende krav c) Omdømme truet, materielle skader 0,1 – 1 MNOK eller økonomisk tap 5-10% av årlig driftskostnader
K3: Stor konsekvens	a) Alvorlig personskade (varig mén) b) Langvarig svikt (dager) i forsyning til enkelte områder, forringet vannkvalitet fører til brudd på gjeldende krav og ulempe for helse c) Omdømme kortvarig tapt, materielle skader 1 – 10 MNOK eller økonomisk tap 10-20% av årlig driftskostnader
K4: Svært stor konsekvens	a) Dødsfall b) Langvarig svikt i forsyning som rammer flertallet av abonnentene, forringet vannkvalitet fører til alvorlig brudd på gjeldende krav og fare for liv og helse (drikkevannsforskriften § 9 andre ledd trer i kraft) c) Omdømme langvarig tapt, materielle skader > 10 MNOK eller økonomisk tap større enn 20% av årlig driftskostnader

Sannsynlighets- og konsekvenskategorier i denne ROS-analysen er bygget på aktuelle veiledninger (hovedsakelig Mattilsynets ROS-veileder for «økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen»), erfaring (statistikk og andre liknende analyser), trender (for eksempel klima) og faglig skjønn.

3.3 Vurdering av risiko – Risikomatriser

Risiko er definert som en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. Alle identifiserte uønskede hendelser gis en sannsynlighet og en konsekvens i forhold til hvert risikostyringsmål. På bakgrunn av gitt sannsynlighet og konsekvens plasseres hendelsene i en «risikomatrise», som så rangerer hendelsene i tre ulike risikonivåer etter hvor alvorlig hendelsene er i forhold til målet om leveranse- og kvalitetssikker drikkevannsforsyning. Risikomatrissene er delt inn i følgende tre risikonivåer:

- **Grønn** – Lav risiko (forenklet risikohåndtering)
Eksisterende risikoreduserende tiltak er normalt tilstrekkelig. Nye tiltak kan vurderes dersom de gir betydelig risikoreduserende effekt i forhold til kostnader.
- **Gul** – Betydelig risiko (aktiv risikohåndtering)
Nye risikoreduserende tiltak bør vurderes.
- **Rød** – Høy risiko (risiko må reduseres)
Risikoreduserende tiltak skal (om mulig) iverksettes.

Tabell 3 viser en standardmal for risikomatriser som benyttes i det videre analysearbeidet. Fordeling av risikonivå, som er basert på forholdet mellom sannsynlighet og konsekvens, bygger på Mattilsynets ROS-veiler for «økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen».

Tabell 3: Standardmal for risikomatriser

Risikostyringsmål	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet	Gul	Rød	Rød	Rød
Stor sannsynlighet	Grønn	Gul	Rød	Rød
Middels sannsynlighet	Grønn	Grønn	Gul	Rød
Liten sannsynlighet	Grønn	Grønn	Gul	Gul

4 KARTLEGGING AV UØNSKEDE HENDELSER

Tabell 4 viser oversikt over relevante faremomenter forbundet med planlagt utbygging nær kritiske vannledninger. Tallene i kolonnen helt til venstre angir løpenummer (identitetsnummer) til de uønskede hendelsene. Løpenummeret tas med videre og vurderes i egne risikomatriser knyttet til hovedkategoriene «Liv og helse», «Leveranse og kvalitet» og «Omdømme og materielle verdier».

Tabell 4: Oversikt over uønskede hendelser

Nr.	Uønsket hendelse	Årsak til hendelse	Fase		Aktuelt for analyseobjekt		
			Drift	Anlegg	VL 300	VL 500	VL 800
1	Mindre skader på vannledning	Fysisk påkjenning fra anleggsmaskiner, mangelfull kvalitet ved etablering av ny ledning, økt trykkbelastning på VA-anlegg fra tyngre anleggstrafikk eller opplagring av materialer, sprengning nært VA-anlegg, setningsskader, trafikkulykke, hærverk		x	x	x	x
2	Skader på vannledning som fører til lekkasjer og mindre lokal flom	Fysisk påkjenning fra anleggsmaskiner, økt trykkbelastning på VA-anlegg fra tyngre anleggstrafikk eller opplagring av materialer, sprengning nært VA-anlegg, setningsskader, grøftkollaps, trafikkulykke, hærverk		x	x	x	x
3	Større skader på vannledning som fører til ledningsbrudd og større flom	Undergraving av vannledning, fysisk påkjenning fra anleggsmaskiner, økt trykkbelastning på VA-anlegg fra tyngre anleggstrafikk eller opplagring av materialer, sprengning nært VA-anlegg, setningsskader, grøftkollaps, trafikkulykke, hærverk, sabotasje		x	x	x	x
4	Sammenbrudd av vannkum som fører til ledningsbrudd og større flom	Undergraving av vannkum, fysisk påkjenning fra anleggsmaskiner, økt trykkbelastning på VA-anlegg fra tyngre anleggstrafikk eller opplagring av materialer, sprengning nært VA-anlegg, setningsskader, grøftkollaps, trafikkulykke, hærverk, sabotasje		x	x	x	x

Nr.	Uønsket hendelse	Årsak til hendelse	Fase		Aktuelt for analyseobjekt		
			Drift	Anlegg	VL 300	VL 500	VL 800
5	Forurensing av drikkevann	Feilkobling av ledninger, mangelfull prosedyre for desinfisering av nye ledninger før tilkobling til fellesnett, tilførsel av fremmedvann ved brudd i ledning (evt. ved undertrykk i nettet), hærverk og sabotasje		x	x	x	x
6	Sammenbrudd av ledningsbend som fører til ledningsbrudd og større flom	Undergraving av forankringsplate til eksisterende ledningsbend, feilprosjektering og -etablering av forankringsplate til ledningsbend for nye vannledninger, fysisk påkjenning fra anleggsmaskiner, økt trykkbelastning nært bend fra tyngre anleggstrafikk eller opplagring av materialer, sprengning nært bend, setningsskader, hærverk og sabotasje		x			x

5 VURDERING AV RISIKO

De identifiserte uønskede hendelsene er i analysearbeidet gitt en sannsynlighet for å inntreffe, samt en konsekvens for det aktuelle risikostyringsmålet dersom de inntreffer.

Resultatet av risikovurderingen for hvert enkelt analyseobjekt (VL300, VL500 og VL800) er presentert nedenfor ved hjelp av egne matriser knyttet til de ulike risikostyringsmålene («Liv og helse», «Leveranse og kvalitet» og «Omdømme og materielle verdier»). Tallene i matrisene tilsvarer løpenummeret for hver av de uønskede hendelsene beskrevet i tabell 4. Basert på en samlet vurdering av alle tre risikostyringsmål er det også presentert et helhetlig risikobilde for hvert analyseobjekt på slutten av dette kapitlet (se tabell 5).

5.1 Totalt risikobilde for VL300

Liv og helse	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2	3, 4	5
Liten sannsynlighet				

Leveranse og kvalitet	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2	3, 4, 5	
Liten sannsynlighet				

Omdømme og materielle verdier	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2	3, 4, 5	
Liten sannsynlighet				

5.2 Totalt risikobilde for VL500

Liv og helse	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2		3, 4, 5
Liten sannsynlighet				

Leveranse og kvalitet	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2	3, 4, 5	
Liten sannsynlighet				

Omdømme og materielle verdier	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2	3, 4, 5	
Liten sannsynlighet				

5.3 Totalt risikobilde for VL800

Liv og helse	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet		2		3, 4, 5, 6
Liten sannsynlighet				

Leveranse og kvalitet	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet			2	3, 4, 5, 6
Liten sannsynlighet				

Omdømme og materielle verdier	Liten konsekvens	Middels konsekvens	Stor konsekvens	Svært stor konsekvens
Svært stor sannsynlighet				
Stor sannsynlighet	1			
Middels sannsynlighet			2	3, 4, 5, 6
Liten sannsynlighet				

5.4 Samlet resultat av risikovurderinger

Tabell 5 viser et samlet resultat av risikobildet knyttet til hvert analyseobjekt. Planområdet fremstår generelt, med eksisterende tiltak som er beskrevet og forutsatt fulgt, som moderat sårbart for VL300 og VL500, og svært sårbart når det gjelder VL800.

Denne analysen har lagt til grunn eksisterende dokumenter og kunnskap om planområdet. Dersom forutsetningene for analysen endres, kan det medføre at de vurderingene som er gjort i ROS-analysen (og resultatene derav) ikke lenger er gyldige/representative. Mangelfulle historiske data, uforutsigbare arbeidsforhold og usikre klimaframskrivninger er eksempler på faktorer som kan øke usikkerheten knyttet til vurderingene gitt i denne analysen. Dette tilsier at det ikke er mulig å beregne eller vurdere eksakt sannsynlighet for at en uønsket hendelse inntreffer og den reelle konsekvensen (og omfanget) av hendelsen dersom den inntreffer.

Tabell 5: Samlet resultat for risikovurderinger (med eksisterende tiltak)

Risikostyringsmål	Samlet risiko for hvert analyseobjekt (med eksisterende tiltak)		
Liv og helse		VL300, VL500	VL800
Leveranse og kvalitet		VL300, VL500	VL800
Omdømme og materielle verdier		VL300, VL500	VL800

6 RISIKOREDUSERENDE TILTAK

Med risikoreduserende tiltak menes sannsynlighetsreduserende (forebygging) eller konsekvensreduserende (beredskap) tiltak som bidrar til å senke den samlede risikoen til et mer akseptabelt nivå (for eksempel fra rød sone til gul eller grønn sone).

6.1 Generelle tiltak

Tabell 6 viser oversikt over generelle risikoreduserende tiltak knyttet til hver enkel uønsket hendelse. Tiltakene er foreslått der det anses som hensiktsmessig (enkelte steder uavhengig av risikonivå), men de bør iverksettes i forhold til et kost-nytte perspektiv. Merk at enkelte foreslåtte tiltak vil redusere risikonivået på flere uønskede hendelser samtidig, noe som indikeres i kolonnen helt til høyre i tabellen.

Tabell 6: Oversikt over generelle risikoreduserende tiltak

Tiltaksnr.	Risikoreduserende tiltak	Beskrivelse av tiltak	Tilknyttet løpenr.
T-1	<p>Økt aktsomhet (Økt aktsomhet kan bidra til å redusere sannsynligheten for at en uønsket hendelse inntreffer.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Etablere en spesifikk SHA-plan som tar for seg forholdet opp mot vannledningen Utarbeide en spesifikk SJA-skjema for arbeidet nær/på vannledningen Vise ekstraordinær aktsomhet ved arbeid nær vannledning, spesielt mtp. koordinering mellom gravearbeider og personell nært VA-anlegg (inkluderer også arbeid som innmåling, peiling, tapping av ledning etc) 	1 – 6
T-2	<p>Økt beredskap (Økt beredskap kan bidra til å redusere konsekvensen av en uønsket hendelse.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Etablere beredskapsrutiner (blant annet lett tilgjengelige rømningsveier) for et mulig ledningsbrudd Kartlegge nærmeste vannkummer for stenging av ledning i en krisesituasjon. VA-ansvarlig ved Trondheim kommune, Bydrift skal stå klar ved nærmeste vannkummer under kritisk arbeid for umiddelbar stenging av ledning ved behov Tidlig kommunikasjon med både TBRT og Trondheim kommune, Bydrift for planlegging av nødvendige forberedelser ved et evt. svikt i vannforsyning og brannvannsdekning som følge av brudd på hovedvannledning 	2 – 6

Tiltaksnr.	Risikoreducerende tiltak	Beskrivelse av tiltak	Tilknyttet løpenr.
T-3	<p>Stenging/trykkreduksjon av vannledninger i kritisk anleggsperiode</p> <p>(Dette kan eliminere risikoen for en større flomhendelse og mulige personskader ved et eventuelt ledningsbrudd. Ved stenging eller trykkreduksjon av ledningen vil alle risikostyringsmål ha lavere konsekvenser. Et brudd vil imidlertid fortsatt være like sannsynlig.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> I samråd med Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk og Bydrift) stenge vanntilførsel eller kontrollert redusere trykket i vannledningen forbi aktuelt område mens kritisk arbeid pågår 	1 – 6
T-4	<p>Sikring av anleggsområdet mot trafikanter</p> <p>(Dette vil redusere sannsynligheten for mekanisk skade som følge av kollisjon mellom kjøretøy og eksponert ledning. Myke trafikanter vil også holdes unna utsatte områder.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fysisk sperre anleggsområdet (for eksempel ved midlertidig rekkverk) både i og utenfor arbeidsperioden Sikre spesielt vannkummer og eksponerte ledninger i og utenfor anleggsperioden Utarbeide en egen og mer detaljert arbeidsvarslingsplan for arbeid nær vannledning Aktivt dirigere myke trafikanter unna utsatte områder i kritiske perioder. Dette gjelder spesielt barn og andre uforutsigbare trafikanter 	2 – 6
T-5	<p>Sikring av anleggsområdet mot uvedkommende</p> <p>(Hærverk eller evt. sabotasje av vannledningen er allerede ansett som svært usannsynlig, men dette kan fort føre til en kritisk situasjon, spesielt hvis dette skjer utenfor anleggsperioden.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Øke sikkerhet og hindre adkomst av uvedkommende til byggeplassen, spesielt når vannkummer og -ledninger er eksponerte 	2 – 6

Tiltaksnr.	Risikoreducerende tiltak	Beskrivelse av tiltak	Tilknyttet løpenr.
T-6	<p>Stedlig analyse av flomsituasjoner ved brudd langs vannledning</p> <p>(Ved å se nærmere på stedlige avrenningsmønstre vil det være mulig å avlede flommen mot eksisterende flomveier på en mer trygg måte. Dette vil redusere skadeomfanget av flommen.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Utføre en spesifikk flomvei-analyse for ulike bruddpunkter langs vannledning i aktuelt område for å få en bedre oversikt av varierende stedlige avrenningsretninger Avhengig av stedlig avrenningsmønster etablere kontrollerte og midlertidige terskler for å lede flomvannet mot eksisterende flomveier 	2, 3, 4, 6
T-7	<p>Kartlegging og vurdering av vannkummers tilstand</p> <p>(Kartleggingen gjelder både direkte berørte vannkummer og kummer som ligger i nærheten av aktuelt anleggsområde. Dette fordi det fortsatt foreligger en risiko for at vannkummer kollapser sammen som følge av økt belastning.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inspisere og vurdere styrken av vannkum-konstruksjoner med bistand fra Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk) Sperre av arealet over og rundt vannkummer for tyngre anleggstrafikk og lagring av materialer 	1 - 5
T-8	<p>Kartlegging og vurdering av vannledningers tilstand</p> <p>(En nøye kartlegging og vurdering av både eksisterende og nye vannledninger vil redusere sannsynligheten for skader/deformasjoner, lekkasjer og brudd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Peile inn vannledningens plassering og lokalisere ledningen Kartlegge tilstanden av vannledningen i samråd med Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk) Kontrollere ledningen for brudd/lekkasje før noe form for gravearbeid settes i gang Vurdere tiltak for kryssing av tungtrafikk/anleggsmaskiner over utsatt vannledning i anleggsperioden (for eksempel en kjøresterk betongplate over vannledningen) for å redusere trykkbelastning på ledning Vurdere effekten av fremtidige trykkbelastning (som følge av økt trafikk og evt. heving av veg) på vannledningen i driftsfasen 	1 - 6

Tiltaksnr.	Risikoreducerende tiltak	Beskrivelse av tiltak	Tilknyttet løpenr.
T-9	<p>Vurdering av jordmasser og stabiliteten til ledningsbend</p> <p>(Dette vil redusere risikoen knyttet til evt. undergraving av forankringsplate til ledningsbend, som ellers vil føre til ledningsbrudd og flomsituasjon. Det vil også redusere risikoen knyttet til grøftkollaps, som kan føre til personskader og ledningsbrudd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> I samarbeid med geoteknikker (eller annen fagkyndig personell med liknende kompetanse) undersøke massene i grunnen for å vurdere trygg grøfteskråning samt hvor nært ledningsanlegg det er akseptabelt å grave/bygge uten å redusere stabiliteten til ledninger (spesielt mtp. ledningsbend) 	2 – 6
T-10	<p>Vurdering av løsninger for trygg vannforsyning</p> <p>(Dette vil sikre trygg vannforsyning og brannvannsdekning ved evt. brudd på vannledning og ved forlenget nedetid knyttet til etablering og tilkobling av nye vannledninger)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vurdere løsninger for alternativ vannforsyning utover kapasiteten til eksisterende høydebassenger I vinterstid inkludere alle tiltak for å sikre drift av installasjonen (for eksempel nødvendig isolering) 	3 – 6

6.2 Spesifikke tiltak

Basert på de generelle avbøtende tiltakene nevnt i tabellen ovenfor, er det i tillegg vurdert mer spesifikke tiltak for hver av de tre kritiske vannledningene.

6.2.1 VL300

Tegning H101 viser plassering av eksisterende VL300 og hvordan planlagt utbygging berører denne. Ledningen skal være i drift under anleggsperioden da det forutsettes at gravedybder i forbindelse med etablering av ny veg er grunne nok til at anleggsmaskiner ikke kan komme i kontakt med vannledningen.

Sikring av utsatte vannkummer:

- Aktuell vannkum (VK380994, se figur 2) ligger i planlagt sykkelveg med fortau og har dimensjonen Ø2000. Kummen skal sikres mot trafikanter og uvedkommende både i og utenfor anleggsperioden. Lagring av materialer og langvarig opphold av anleggsmaskiner nær vannkummen og langs vannledningen skal unngås.
- Mulig vannkum som kan berøres av tiltaket er VK6503 (ligger på østsiden av gangfeltet). Lagring av materialer og langvarig opphold av anleggsmaskiner nær vannkummen skal unngås.



Kartlegging av nærmeste vannkummer for stenging i krisesituasjon:

- Det skal utarbeides en beredskapsplan der plassering av nærmeste vannkummer i begge retninger blir kartlagt (og ved behov avdekket), før noe form for gravearbeid eller lagring av anleggsmaterialer settes i gang. Det anbefales at ansvarlige (i samarbeid med Trondheim kommune, Bydrift) står klare til umiddelbar stenging av vannledningen i begge retninger når kritisk arbeid nær/på vannledningen pågår.
- Nærmeste vannkum mot øst: VK6503 (ligger på andre siden av gangfeltet, ca. 25m øst for VK380994)
- Nærmeste vannkum mot vest: VK380996 (ligger like vest for jernbanebrua, ca. 30m vest for VK380994)

Midlertidige flomveier i krisesituasjon:

- Det skal etableres midlertidige flomveier på både østlig og vestlig side av veien, der flomvannet kan trygt ledes mot eksisterende flomveier.

6.2.2 VL500

Tegning H203 viser plassering av eksisterende VL500 og hvordan planlagt utbygging berører denne. Ledningen skal være i drift under anleggsperioden da det forutsettes at gravedybder i forbindelse med etablering av ny vei er grunne nok til at anleggsmaskiner ikke kan komme i kontakt med vannledningen. Dessuten er oppgradering av eksisterende avløpstrase planlagt slik at eksisterende AF600 som krysser VL500 beholdes for å unngå graving nær/på vannledningen.

Sikring av utsatte vannkummer:

- Aktuell vannkum (VK392993, se figur 3) ligger i planlagt sykkelveg med fortau og har dimensjonen Ø3000. Kummen skal sikres mot trafikanter og uvedkommende både i og utenfor anleggsperioden. Lagring av materialer og langvarig opphold av anleggsmaskiner nær vannkummen og langs vannledningen skal unngås.

Kartlegging av nærmeste vannkummer for stenging i krisesituasjon:

- Det skal utarbeides en beredskapsplan der plassering av nærmeste vannkummer i begge retninger blir kartlagt (og ved behov avdekket), før noe form for gravearbeid eller lagring av anleggsmaterialer settes i gang. Det anbefales at ansvarlige (i samarbeid med Trondheim kommune, Bydrift) står klare til umiddelbar stenging av vannledningen i begge retninger når kritisk arbeid nær/på vannledningen pågår.
- Nærmeste vannkum mot øst: VK10400 (ligger øst for Vestre Rosten brua over John Aaes veg, ca. 400m øst for VK392993)
- Nærmeste vannkum mot vest: VK10252 (ligger like øst for jernbanesporet, ca. 40m sør-vest for VK392993)

Midlertidige flomveier i krisesituasjon:

- Det skal etableres midlertidige flomveier på både østlig og vestlig side av veien, der flomvannet kan trygt ledes mot eksisterende flomveier.



6.2.3 VL800

Tegning H208 viser plassering av eksisterende VL800 og hvordan planlagt utbygging berører denne ledningen. Ledningen skal være i drift under anleggsperioden da den forsyner et mye større område (maks nedetiden/driftsstansen er 18 timer pga. kapasiteten til eksisterende høydebasseng på Huseby).

Etter dialog med Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk) er det valgt en hensynssone på 20m rundt eksisterende VL800 (10m på hver side av ledningen, se figur 4).

Det er her vurdert 3 alternative løsninger for kryssing av eksisterende VL800. Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk og Bydrift) må selv vurdere hvilket alternativ som er aktuelt å gjennomføre.

Alternativ 1:

Ved alternativ 1 skal det ikke foretas noe oppgradering/utskifting av eksisterende VL800. Ledningen skal ligge der den er, og potensielle påkjenninger skal minimeres. Dette krever strenge restriksjoner på anleggsgjennomføringen og betyr bl.a. at tradisjonell graving ikke kan tillates. Kryssing av planlagt SP-ledning må derfor gjennomføres vha. NO-DIG metoder (eksempelvis tunnelering eller styrt boring) og med så lang vertikal avstand til vannledningen som mulig. Det foreslås minst 1m vertikal avstand for å sikre at boringen ikke treffer vannledningen ved et uhell. Valg av NO-DIG metode vil avhenge av stedlige masser, men uavhengig av metodevalg skal pressegrøp/borerigg etableres utenfor hensynssonen (minst 10m på hver side av ledningen).

Dette alternativet kan redusere sannsynligheten for at en uønsket hendelse kan inntreffe, men konsekvensen av et evt. brudd vil være størst mtp. både nedetid og omfang av skader. Ledningen er av betong og kommunen har ikke ledningsdeler lett tilgjengelig for akutt reparasjon. I tillegg må Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk og Bydrift) vurdere om ledningen vil tåle belastning fra økt overdekning som følge av planlagt veiheving (veien skal heves med 1-2m). Omfanget og detaljer rundt utførelse og restriksjoner i anleggsperioden må avklares nærmere i samarbeid med Trondheim kommune.

Alternativ 2:

Ved alternativ 2 foreslås det å skifte ut den delen av vannledningen som krysser veien med en ny VL800 støpejernsledning. Da maks nedetid/driftsstans på eksisterende ledning er kun 18 timer, må et midlertidig bypass med tilstrekkelig kapasitet etableres før noe form for arbeid nær/på vannledningen kan settes i gang. Muligheter for etablering av bypass må undersøkes nærmere i samarbeid med Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk og Bydrift).

Dette alternativet krever også strenge restriksjoner på anleggsgjennomføringen. Etablering av et bypass vil imidlertid sikre vannforsyning selv ved driftsstans av eksisterende VL800. Etablering av bypass kan i tillegg gi mulighet for forlenget og tilpasset nedetid i deler av anleggsperioden for å minimere konsekvensen ved et evt. brudd. I tillegg vil utskifting av den delen av eksisterende ledning som krysser veien, øke både levetiden og tåleevnen til ledningen (blant annet tåleevne mot utvendig trykk som følge av heving av vei og fremtidig trafikkøkning), og dermed også leveransesikkerhet i driftsfasen.



For å sikre trygg gjennomføring av alternativ 2 ønsker Trondheim kommune å utføre arbeidet med omlegging av eksisterende VL800 selv som byggherre.

Alternativ 3:

Eksisterende VL800 fungerer i dag som eneste øst-vest forbindelse for denne bydelen. Ved alternativ 3 skal det etableres en ekstra øst-vest forbindelse før planlagt utbygging kommer i berøring med eksisterende VL800. Denne løsningen vil gi en tryggere vannforsyning da en evt. nedetid på eksisterende VL800 ikke lenger er av stor betydning. Muligheter for etablering av fast øst-vest forbindelse må undersøkes nærmere i samarbeid med Trondheim kommune (ved Kommunalteknikk og Bydrift).

Sikker vannforsyning:

- Det skal ikke utføres andre arbeider på vannbehandlingsanleggene med tilknytning til VL800 samtidig som arbeider nær ledningen pågår, da det per nå ikke er kapasitet nok på Benna til å forsyne vestsiden av Trondheim ved stenging av eksisterende VL800.

Sikring av utsatte vannkummer:

- Aktuell vannkum (VK17041, se figur 4) ligger nær planlagt sykkelveg med fortau og antas å ha dimensjonen Ø3000. Kummen skal sikres mot trafikanter og uvedkommende både i og utenfor anleggsperioden. Lagring av materialer og langvarig opphold av anleggsmaskiner nær vannkummen og langs vannledningen skal unngås.

Sikring av utsatte ledningsbend:

- Det skal, i samarbeid med geoteknikker og Trondheim kommune (ved Bydrift og Kommunalteknikk), gjøres en nærmere undersøkelse av massene nært ledningsbendet (ligger ca. 30m sør for VK17041) samt en tilstandsvurdering av tilhørende forankringsplate. Dette for å bestemme tillatt grøfteskråning (da spesielt i skrått terreng) og hvor nært bendet det er akseptabelt å grave/bygge uten at stabiliteten reduseres.

Kartlegging av nærmeste vannkummer for stenging i krisesituasjon:

- Det skal utarbeides en beredskapsplan der plassering av nærmeste vannkummer i begge retninger blir kartlagt (og ved behov avdekket), før noe form for gravearbeid eller lagring av anleggsmaterialer settes i gang. Det anbefales at ansvarlige (i samarbeid med Trondheim kommune, Bydrift) står klare til umiddelbar stenging av vannledningen i begge retninger når kritisk arbeid nær/på vannledningen pågår.
- Nærmeste vannkum mot øst: VK10400 (ligger øst for Vestre Rosten brua over John Aaes veg, ca. 400m øst for VK392993)
- Nærmeste vannkum mot vest: Kolstad pumpestasjon

Midlertidige flomveier i krisesituasjon:

- Det skal etableres midlertidige flomveier på både østlig og vestlig side av veien, der flomvannet kan trygt ledes mot eksisterende flomveier.



Sikring av anleggsområdet:

- Det anbefales å stenge veien helt av mot alle typer trafikanter både i og utenfor anleggsperioden.

7 KONKLUSJON

Planlagt sykkelveg med fortau kommer i berøring med tre kritiske kommunale vannledninger (ledninger med innvendig diameter ≥ 300 mm), og dette utløser krav/behov for utarbeidelse av en særskilt ROS-analyse der forholdet opp mot disse ledningene skal vurderes i både anleggs- og driftsfasen.

Planområdet fremstår generelt som moderat sårbart for eksisterende VL300 og VL500, og svært sårbart når det gjelder VL800, dette selv med standardiserte tiltak forutsatt fulgt. Selv om sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal inntreffe er relativt lavt, er konsekvensen av et evt. brudd på enkelte kritiske vannledninger så stor at det utløser behov for planlegging og gjennomføring av risikoreduserende tiltak spesifikt for hver vannledning. Spesiell høy sårbarhet er knyttet til eksisterende VL800, ikke bare fordi ledningen er av en stor dimensjon og svært sårbart for nærgraving, men også fordi ledningen fungerer som den eneste forsyningskilden til store bydeler. Det er i plankart og bestemmelser lagt inn hensynssone på 20m for denne ledningen (10m på hver side av ledningen).

Det er gjennom fareidentifikasjon og sårbarhetsvurdering identifisert tiltak som ut fra samfunns-sikkerhetshensyn er nødvendig å gjennomføre for å redusere det totale risikonivået både i og utenfor planområdet.

8 REFERANSER:

- NS 5814:2021, Krav til risikovurderinger
- *Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – fra ROS til operativ beredskap*. Mattilsynet, 2017. Tilgjengelig på <https://www.mattilsynet.no/drikkevannsforsyning/okt-sikkerhet-og-beredskap-i-vannforsyningen>

B01	2024-05-16	ROS-analyse, VA	MedYah	JoAst	LiLun
E02	2024-06-05	For godkjenning hos Trondheim kommune	JoAst	MedYah	LiLun
E03	2024-09-04	Høringsmateriale til offentlig ettersyn	MedYah	JoAst	LiLun
Rev	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.



Miljøpakken

– bedre by



TRONDHEIM KOMMUNE



Trøndelag
fylkeskommune



Statens vegvesen



Jernbane-
direktoratet