

Rapport_

Trondheim kommune, kommunalteknikk

OPPDRA

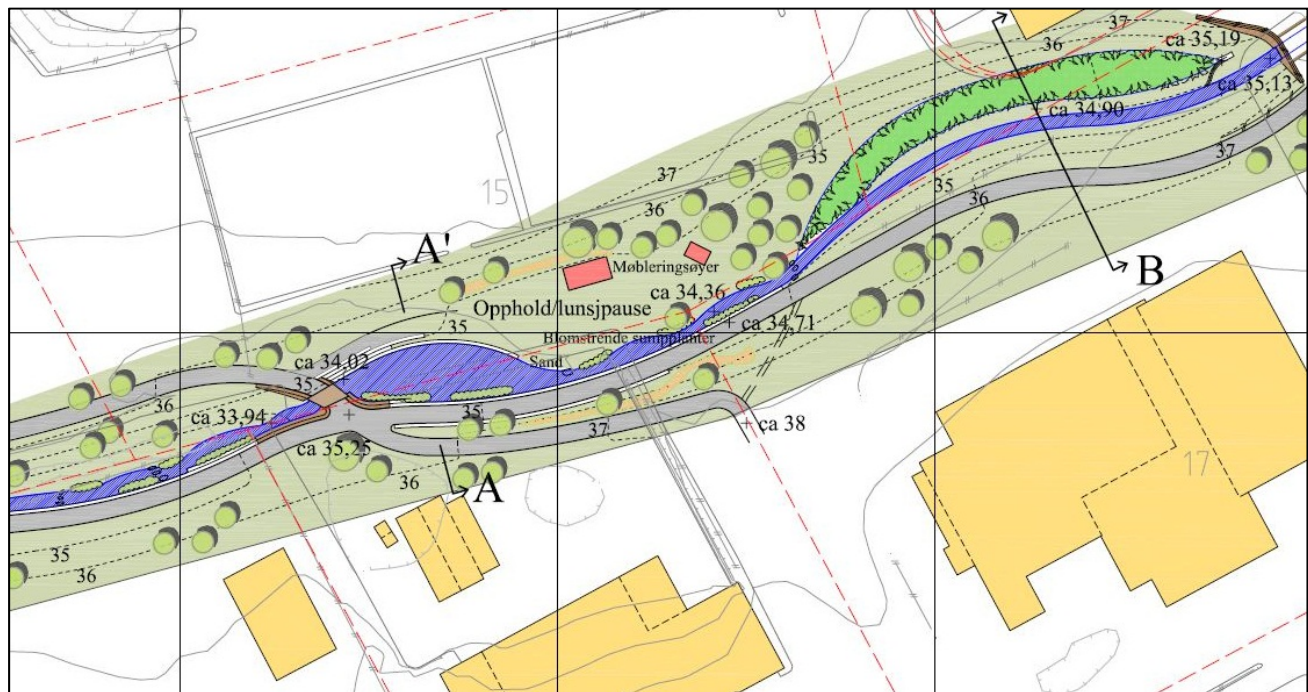
Forprosjekt Fredlybekken

EMNE

Beskrivelse av forprosjekt

DOKUMENTKODE

415223-TVF-RAP-001-rev01



415223-TVF-RAP-001 Beskrivelse

Oppdrag:	Forprosjekt Fredlybekken		
Emne:	Beskrivelse av forprosjekt		
Oppdragsgiver:	Trondheim kommune, kommunalteknikk		
Dato:	14.3.2013 rev01 10.5.2013 (tegningsvedlegg B01)		
Oppdrag- / Rapportnr.	415223		
Kontaktperson oppdragsgiver	Birgitte Gisvold Johannessen		
Utarbeidet av:	Lisa Emilie Hoven, Silje Wendelborg Fremo, Lars Petter Risholt, Mette Wormdal, m.fl.	Fag/Fagområde:	VA, hydrologi, geoteknikk, miljøgeologi, landskapsarkitektur
Kontrollert av:	Lars Petter Risholt		
Godkjent av:	Silje Wendelborg Fremo	Emneord:	Forprosjekt, VA, lark, geoteknikk

Innholdsfortegnelse

1.	Sammendrag.....	3
2.	Innledning	4
3.	Bakgrunn for prosjektet	4
3.1	Grunnlagsdokumenter og tidligere vedtak i saken	4
3.2	Pågående planer i området.....	5
3.3	Reguleringsplan for Fredlybekken, øvre del	6
4.	Områdebeskrivelse.....	6
5.	Forutsetninger og rammebetingelser.....	8
6.	Beskrivelse av løsninger	9
6.1	Bekk.....	9
6.2	Flomfare og flomveger	17
6.3	Vannkvalitet.....	19
6.4	Vann	23
6.5	Avløpssystem.....	25
6.6	Vannpumpestasjon.....	35
6.7	Landskapsutforming og turveg	36
6.8	Geoteknikk.....	45
6.9	Miljøgeologi	48
6.10	Trafikkløsninger	51
7.	Kostnadsoverslag og usikkerhetsvurdering.....	54
7.1	Kostnadsoverslag.....	54
7.2	Usikkerhetsvurdering.....	56
8.	Framdriftsplan og faseplan for gjennomføring	56
8.1	Framdriftsplan	56
8.2	Faseplan for gjennomføring av anleggsarbeider.....	57
9.	Behov for / krav til videre registrering og utredning	58

Vedlegg

415223-TVF-LIS-001-rev01 Leveranseplan

Tegning B01 Tverrfaglig oversiktstegning

1. Sammendrag

Trondheim kommune skal utføre et større saneringsprosjekt på avløpssystemet ved Sluppen i Trondheim. Det skal etableres et omfattende ledningsanlegg med vann-, spillvann- og overvannsledninger og en vannpumpestasjon. Det skal også etableres en åpen bekk og tursti i offentlig grønnstruktur. Et hovedmål for prosjektet er å redusere forurenset utslipp til Nidelva og bedre vannkvaliteten i elva, å forbedre bortledning av regnvann og sikre eiendommer mot oversvømmelser og skadeflommer. Et annet mål er å etablere sammenhengende grønnstruktur og turveger i området i tråd med kommuneplanens arealdel. Forprosjektet er hjemlet i flere politiske vedtak, danner grunnlag for ny reguleringsplan for øvre del av Fredlybekken, som skal sikre gjennomføring av offentlig grønnstruktur med åpen bekk og turveg, og traseer for teknisk infrastruktur (VA-ledninger). Både traseer for bekk og VA-ledninger vil berøre private bolig- og næringsseiendommer.

Fredlydalen var opprinnelig en ravinedal som gikk fra Utleirvegen i øst, gjennom Nidarvoll og Sluppenområdet, og munnet ut i Nidelva. Grunnforholdene i området består av marine avsetninger av silt og leire, preget av tidligere rasvirksomhet og ravinedannelser, og prosjektområde berører kvikkleiresoner. Deler av Fredlydalen, med sidedaler, ble benyttet som kommunal avfallsfylling til 1970. Fredlybekken som gikk i dalbunnen ble lagt i rør i samme periode, og fører både overvann og forurenset avløpsvann fra nedslagsfeltet. Ledninger for vann og spillvann ligger hovedsakelig i ravinedalen eller i bolig gatene. Flere steder ligger ledningene dypt, 5-8 meter. Enkelte steder ligger ledningene på private eiendommer, og nært inntil bebyggelse.

Bekken er litt over 2 kilometer lang og dimensjoneres for 200 års flom +20%. Utløpet til Nidelva ligger på kote 5, øverste del av bekken ligger på kote 65. I del 7 heves dalbunnen noe. Del 6 legges med lite fall for å unngå at bekken kommer lavere enn nødvendig i nederste del. Bekken kommer dypt ut ved Nidarvoll skole. Det er derfor valgt en støpt kanal i del 5 for ikke å bruke for mye areal av skoletomt. Del 3 og 4 ligger også vesentlig lavere enn eksisterende terreng. Del 2 er en rørkulvert under E6. Del 1 er en foss/åpen bekk ned til Nidelva. På grunn av pågående planlegging av nytt vegsystem og ny Sluppen bru, er det ikke foreslått konkrete løsninger her. Det er vist ulike løsninger for erosjonssikring og tetting av bekken mot grunnen, og det er vurdert vannkvalitet og mulig flom i bekken.

Hovedvannledningen blir ny øst-vest forbindelse i vannforsyningsnettet og gir ekstra sikkerhet for forbindelsen av vannforsyningen til Byåsen. Ledningen blir 2,2 km lang og skal ha dimensjon DN 400.

Det anlegges en ny hovedtrasé for spillvann langs den åpne bekken fra Utleirvegen til Bratsbergvegen. Deretter går spillvannsledningen ned Sluppenvegen og med selvføll over planlagt vegbro og ned til avløpstunnelen som fører spillvannet videre til renseanlegg. I tillegg til denne traséen vil det separeres i flere sidegrener. Fra sidegrenene går overvannet inn på bekken og spillvann inn på hovedspillvannsledningen langs bekken.

Bekken vil bli «livsnerven» og det sentrale landskapslementet gjennom områder der denne åpnes. Det er lagt vekt på en variert opplevelse av vannet, bl.a. med kontraster mellom stillestående og rennende vann og med en variert utforming av vannkant med muligheter for enkelte steder å komme ned til bekken. Når den planlagte turvegen er ferdig, og forbindelsen videre østover mellom Utleirvegen og Risvollvegen også er regulert og opparbeidet, er et nytt og viktig hovedturdrag i Trondheim på plass. Det vil gi et tett befolket område i byen nye muligheter for aktivitet i nærmiljøet og er svært positivt i et folkehelseperspektiv.

Det er gjort vurderinger av både områdestabilitet og lokal stabilitet, og det er gitt føringer for anleggsarbeid for å ivareta stabilitet. Det er også gjort undersøkelser for å kartlegge forurenset grunn.

I prosjektområdet inngår en rekke veger som blir berørt av tiltakene. Enkelte veger er registrert med uheldig utforming, og det er behov for oppstramming og trafikksikkerhetstiltak. Vegstrekningene i planområdet er også skoleveg til Nidarvoll og Sunnland skoler. Det er gjort vurderinger knyttet til trafikksikkerhet både ved gjennomføringen av anlegget og i driftsfasen, etter at anlegget er etablert.

Det er gjort overslag for kostnader for bekkens sju delstrekninger og for hver av VA-traséene, samt vannpumpestasjonen. I beregningene for bekken er kostnader for landskap og turveg klassifisert som grønt. Kostnadene er delt i kostnader knyttet til vannforsyning og avløp for VA-traséene. Totalt, inklusiv rigg og drift er kostnadene for VA beregnet til ca. 91 mill. kroner og kostnadene for bekk beregnet til ca. 87 mill. kroner.

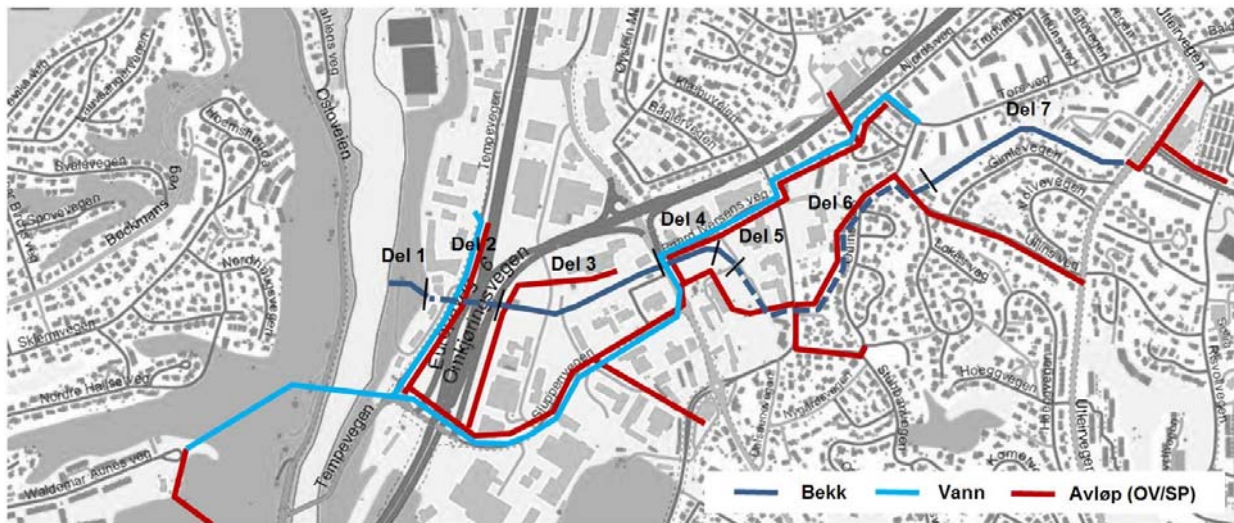
I forprosjektet er det påpekt flere forhold som ikke er tilstrekkelig utredet. Disse må utredes videre.

2. Innledning

Trondheim kommune skal utføre et større saneringsprosjekt på avløpssystemet ved Sluppen i Trondheim. I den forbindelse skal det etableres en åpen bekk, offentlig grønnstruktur og tursti. Det skal også etableres et omfattende ledningsanlegg med vann-, spillvann- og overvannsledninger og en vannpumpestasjon. I forprosjektet inngår også kostnadsberegninger med usikkerhetsvurderinger og gjennomføring av reguleringsarbeider.

Området som berøres omfatter en strekning på ca. 2,5 km, og berører en rekke utfordringer knyttet til kvikkleire, nedlagt avfallsdeponi, ulike eierforhold og interesser mm. Prosjektet krever en stor grad av tverrfaglighet.

Forprosjekt viser en fullstendig beskrivelse av forslag til løsning for både ledningsnett, bekk og grønnstruktur. Det er utarbeidet nødvendig tegningsgrunnlag og kostnadsberegninger for alle elementer.



Figur 1. Illustrasjonen viser prosjektområdet og tiltak i forprosjektet. VA-ledninger er vist rød, vannledninger vist lys blå og bekk vist blå med oppdeling i delstrekninger 1-7. Se også tegningsvedlegg B01.

3. Bakgrunn for prosjektet

Planlegging av sanering av gammelt ledningsnett i Fredlybekkområdet har pågått over mange år. Et hovedmål for prosjektet er å redusere forurenset utslipp til Nidelva og bedre vannkvaliteten i elva, å forbedre bortledning av regnvann og sikre eiendommer mot oversvømmelser og skadeflommer. Et annet mål er å etablere sammenhengende grønnstruktur og turveger i området i tråd med kommuneplanens arealdel.

Trondheim kommune prioriterer arbeid med åpning av bekker. Det er mange fordeler med åpne overvannsløsninger; vannet blir en ressurs i bymiljøet, økt biologiske mangfold og bedre flomsikkerhet

3.1 Grunnlagsdokumenter og tidligere vedtak i saken

Det er gjort flere delutredninger innenfor flere fagfelt som benyttes som grunnlag for forprosjektet. De viktigste utredningene er nevnt under.

- Forstudie Fredlybekken er utført av Multiconsult i 2009. Studien hadde som mål å svare på om det var teknisk og reguleringsmessig mulig å åpne Fredlybekken og å etablere et sammenhengende grøntdrag langs bekk.
- Kostnadsgjennomgang, separering av Fredlybekken avløpsfelt er utført av Planstyring i 2010. Kostnadsgjennomgangen er en oppdatering av et forprosjekt utført i 2004, hvor alternative løsninger knyttet til spillvann og overvann ble vurdert. Kostnadsgjennomgangen inkluderte anbefalt løsning for åpning av Fredlybekken og sammenlignet kostnader knyttet til åpen og lukket løsning, som et grunnlag for en politisk sak.

- Det er utført en geoteknisk gjennomgang av eksisterende informasjon. Gjennomgangen er utført av geoteknisk avdeling ved Kommunalteknikk, Trondheim kommune i 2010.

3.1.1 Politiske vedtak med betydning for forprosjektet

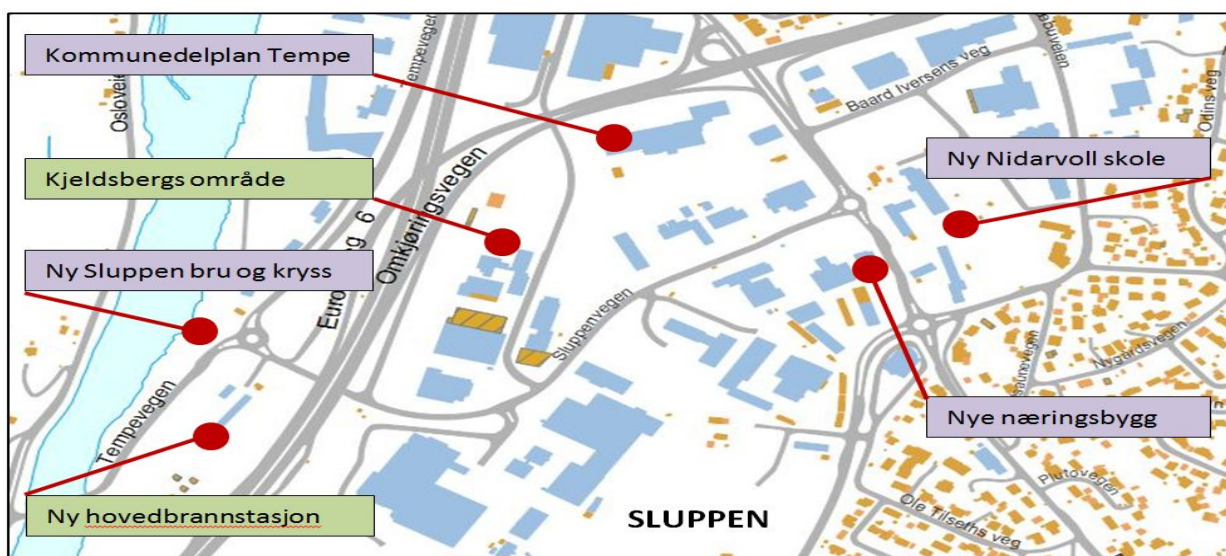
Formannskapet vedtok 24.8.2010 sak Fredlybekken – reduksjon av forurensning til Nidelva fra avløpsnettet, åpning av bekk og etablering av grønnstruktur og tursti (sak 244/10 arkiv 08/34169). Her hjemles igangsetting av prosjekt for reduksjon av forurensning til Nidelva, med åpning av Fredlybekken og etablering av sammenhengende grønnstruktur og tursti på strekningen fra Nardosenteret til Nidelva. Igangsetting av regulering av traséen fra Utleirvegen til Klæbuvegen, med regulering av areal til grønnstruktur med tursti og åpen bekk er også hjemlet i dette vedtaket.

Et av formålene med denne saken var å avklare om man skulle gå videre med en åpen eller lukket løsning ved oppgradering av Fredlybekken. Formannskapet vedtok at man skulle gå videre med en løsning basert på åpen bekk på de deler av strekningen der dette var mulig. Det er foreslått at bekken åpnes langs Bård Iversens veg, og det er en målsetting å åpne bekken også gjennom skoleområdet. Dette må vurderes nærmere og er avhengig av at en finner gode helhetsløsninger som blant annet tar hensyn til barns sikkerhet.

Bygningsrådet vedtok 17.3.09 Igangsetting av reguleringsplan for Nidarvoll og Sunnland skole, Nidarvoll helsehus og Nidarvoll og Sunnland barnehager (sak 39/09, arkiv 08/1641). Vedtaket hjemler igangsetting av planarbeid for Nidarvoll og Sunnland skoletomter og Nidarvoll helsehus. Bygningsrådet gir en del råd for planarbeidet, blant annet at bilatkomst til nytt skoleområde bør skje fra Baard Iversens veg, at det skal etableres turveger gjennom området og at det skal legges vekt på at lokalsenterfunksjonen for bydelen skal styrkes og utvikles i et bærekraftig perspektiv.

3.2 Pågående planer i området

I kommuneplanens arealdel er områdene som berøres vist som bolig- og næringsbebyggelse og grønnstruktur. Øst for Klæbuvegen har det skjedd og planlegges det en del fortetting i boligområdene. Vest for Klæbuvegen, på Nidarvoll og Sluppen er det igangsatt en rekke planarbeider som berører prosjektet. Spesielt kan nevnes Statens vegvesens planer om nytt Sluppen kryss og ny bru over Nidelva, ny hovedsykkelrute over Sluppen og ny Nidarvoll/Sunnland skole og idrettshall. Det pågår områdeplanlegging av Tempeområdet der deler av Sluppenområdet inngår i planen. Det er også kjent at flere private virksomheter planlegger videre utvikling av sine eiendommer. Ny hovedbrannstasjon er regulert og er nå under bygging, og det er også vedtatt reguleringsplan for Sluppenvegen 5-25 (Kjeldsbergs eiendommer) der flere nye bygg vil bli oppført de nærmeste årene.



Figur 2. Planarbeid på Sluppen. Grønt viser vedtatte planer. Lilla viser planer under arbeid.

3.3 Reguleringsplan for Fredlybekken, øvre del

Samtidig med forprosjektet er det startet opp reguleringsplanarbeid for øvre deler av bekken, fra Utleirvegen til Klæbuvegen. Det var varslet oppstart 22.3.2012 og 13.4.2012. En planskisse har vært på samråd hos offentlige instanser i september 2012. Det er kommet en rekke merknader til planarbeidet. Disse er gjennomgått og vurdert, og vil bli innarbeidet i planmaterialet så langt det lar seg gjøre. Forprosjektets løsninger vil være førende for arealbruk og bestemmelser i endelig reguleringsplan.



Figur 3. Forslag til avgrensning av planområdet for regulering av øvre del av bekken vist med svart stiplede linje.

4. Områdebeskrivelse

Fredlydalen var opprinnelig en ravedal som gikk fra Utleirvegen i øst, gjennom Nidarvoll og Sluppenområdet, og munnet ut i Nidelva. Deler av Fredlydalen, med sidedaler, ble i perioden fra 1952 til 1970 benyttet som kommunal avfallsfylling. Fredlybekken som gikk i dalbunnen ble lagt i rør i samme periode, og fører både overvann og forurenset avløpsvann fra nedslagsfeltet.

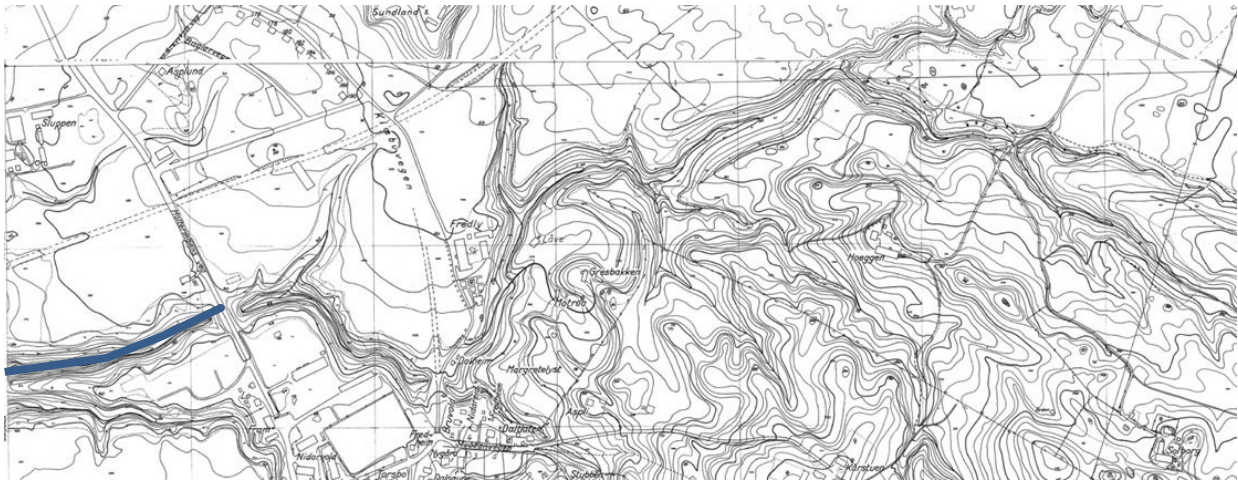
Deler av bekkedraget ligger intakt som ravedaler med frodig vegetasjon, rikt dyreliv og antydning til tråkk og stier. Andre steder er bekkedraget fylt igjen og det er bebyggelse inn mot opprinnelig bekkeløp.

Ved deponiet (kommunal avfallsfylling) ble det i stor grad deponert husholdningsavfall, men også noe industriavfall. Som følge av nedbrytning av organisk avfall, har tidligere undersøkelser vist at det fortsatt produseres deponiggasser på det aktuelle området. Grunnen består av fyllmasser, til dels søppelholdige, over original leire.

Grunnforholdene i området består av marine avsetninger av silt og leire som er preget av tidligere rasvirksomhet og ravedannelser. På de lavereliggende områder ned mot Nidelva er det stort innslag av rasmasser i de øvre lag. Videre er Fredlydalen i nedre del i Nidarvoll/Sluppenområdet benyttet til søppelfylling og det preger derfor disse delene av området. E6/Omkjøringsvegen krysser Fredlydalen på fylling, nederst mot Nidelva. Forurensete masser er skiftet ut under veganlegget.

Områdene rundt ravedalen i øst er utbygd med boliger fra ca. 50-80-tallet, både med eneboliger, rekkehus og blokker i 3-4 etasjer. Sluppenområdet er preget av nærings- og lagerbebyggelse fra samme periode.

Ledninger for vann og spillvann ligger hovedsakelig i ravedalen eller i bolig gatene i området. Flere steder ligger ledningene dypt, 5-8 meter. Enkelte steder ligger ledningene på private eiendommer, og nært inntil bebyggelse, jf. Figur 6.



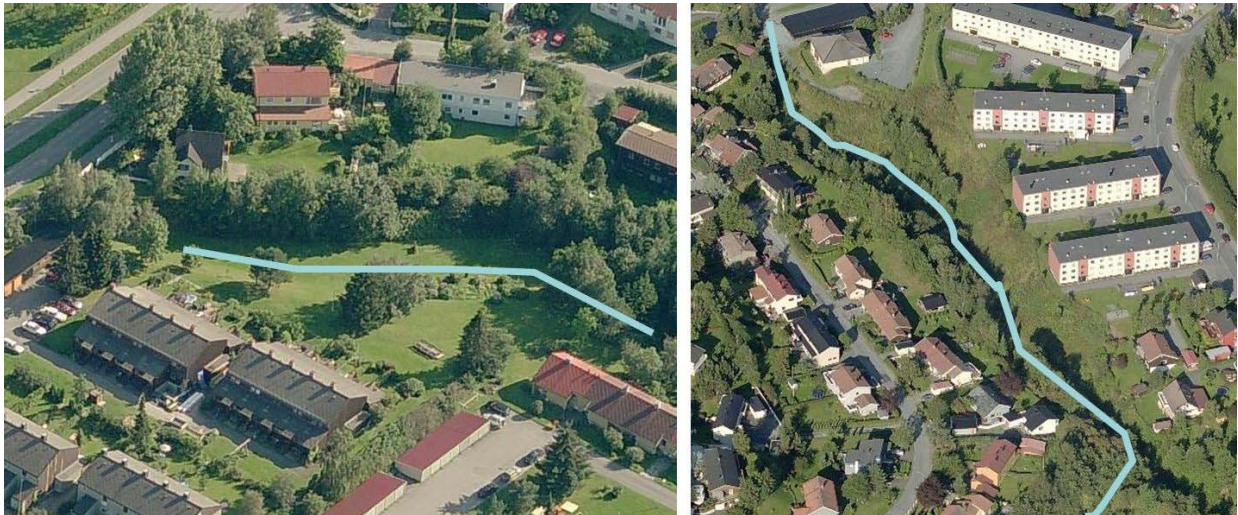
Figur 4. Utsnitt av gammelt kart over Fredlydalen. Mørk blå strek tilsvarer blå strek på flyfoto fra Sluppen under.



Figur 5. Flyfoto viser Sluppen, delstrekning 3, fra Omkjøringsvegen til Bratsbergvegen. Blå linje viser ny åpen bekk.



Figur 6. Flyfoto viser gjenfylt ravinedal sør for Sunnland ungdomsskole, delstrekning 6. Blå stiplet linje antyder trasé for ledninger, (bekk og spillvann i rør) og grønn linje viser foreslått turvegtrasé mellom Odins veg og Nidarvoll skole.



Figur 7. Flyfoto t.v. viser ravedalen på delstrekning 7 ved Utleirvegen/Yggdrasilvegen. Ved Tors veg t.h.

5. Forutsetninger og rammebetingelser

Tverrfaglighet

Prosjektet krever en stor grad av tverrfaglighet i alle faser fra tidlig planlegging til gjennomføringsfasen. I forprosjektfasen har følgende fagområder vært representert:

- VA
- Vassdragsteknikk
- Analyser og beregninger av vann (nettanalyse) og av spillvann (avløpsmodellering)
- Hydrauliske beregninger for bekk/overvann, modellering i HEC-RAS
- Geoteknikk, områdestabilitet og lokal stabilitet som følge av tiltak
- Miljøgeologi, forurenset grunn
- Landskapsarkitektur
- Vannkvalitet – urbanhydrologi, vannbiologi
- Arealplanlegging, planlegging av grønstruktur
- Trafikale vurderinger
- Oppmåling

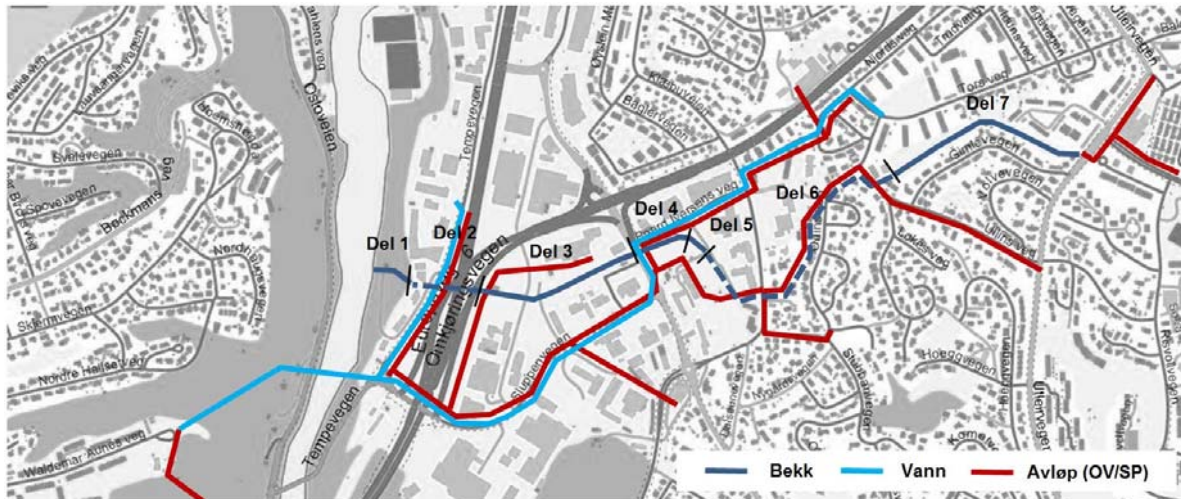
Forutsetninger og rammebetingelser generelt

Eksempler på forutsetninger og rammebetingelser som har vært styrende for arbeid med forprosjektet og løsninger som er foreslått:

- Trondheim kommunes VA-norm
- NVEs krav om prosjektering for 200-årsflom + 20 %
- Krav til maksimale utslipp til Nidelva
- Krav til vannkvalitet for å gi en attraktiv bekk
- Pågående planer, så som ny Nidarvoll skole, ny brannstasjon og E6 og bru på Sluppen
- Hensyn til geoteknikk, områdestabilitet i kvikkleiresoner
- Krav til opprydding i forurenset grunn, avfallsdeponi
- Krav til framkommelighet i anleggsperioden
- Mest mulig åpen bekk og sammenhengende turveg

6. Beskrivelse av løsninger

Under beskrives løsninger for bekk, ledninger, landskapsutforming, turveg, geoteknikk og miljøgeologi. Det er foreslått ulike løsninger på forskjellige delstrekninger. Bekken er beskrevet i delstrekninger i tillegg til profilnummer. Ledningstraseene har profilnummer som referanse. Nummerering starter ved Nidelva og går østover (opover bekken).



Figur 8. Illustrasjon viser prosjektområde ledningstraseer (rød og lys blå) og bekk (mørk blå). Se også tegningsvedlegg B01.

6.1 Bekk

6.1.1 utfordringer knyttet til bekk og vassdragsteknikk

- Store variasjoner i vannmengder
- Alternative traséer for bekk ved Nidarvoll skole, bekk og/eller kanal
- Vannkvalitet, tilrettelegging for selvrensing, varierte strømningsforhold, bunndyrsfauna
- Fundamentering av bekk/ledninger og konstruksjoner innenfor kvikkleireområder og deponi
- Tetting av bekk må hindre lekkasjer ned i deponi, og samtidig tåle setninger

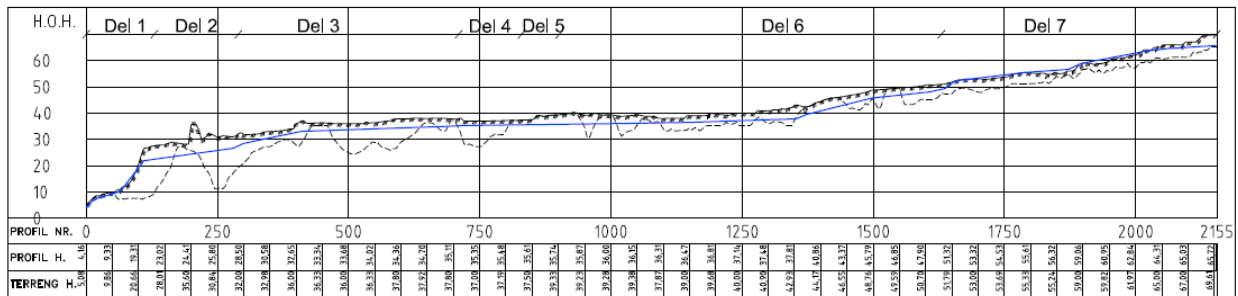
Traséen til bekken er vist i Figur 8. De heltrukne linjene er åpen bekk, stiplede linjer viser hvor bekken fortsatt vil være lukket. Bekken er delt opp i følgende delstrekninger:

Tabell 1: Delstrekninger

Delstrekning	Beskrivelse	Profilnummer
1	Åpen bekk/foss ned til Nidelva	0-110
2	Kryssing av E6	110-290
3	Åpen bekk, Sluppen næringsområde	290-710
4	Åpen bekk ved Nidarvoll skole	710-830
5	Støpt kanal ved Nidarvoll skole	830-870
6	Bekkekulvert gjennom tett boligområde	870-1630
7	Åpen bekk i gammel bekkedal	1630-2050

Figur 9 viser lengdeprofilen til bekken. Bekken er litt over 2 kilometer lang, utløpet til Nidelva ligger på kote 5, øverste del av bekken ligger på kote 65. I del 7 heves dalbunnen noe. Det er flere grunner til dette, det blir en bedre dalbunn for bekk og tursti, det gir mulighet for å jevne ut fallet i bekken og det bidrar samtidig til bedre stabilitet i bekkedalen. Del 6 legges med lite fall for å unngå at bekken kommer

lavere enn nødvendig i nederste del. Mellom profil 1050 og 1275 må terrenget heves noe for å oppnå tilstrekkelig overdekning over bekkekulverten.



Figur 9. Bekkens lengdeprofil.

Bekken kommer dypt ut ved Nidarvoll skole (profil 870). Det er derfor valgt en støpt kanal i delstrekning 5 for ikke å bruke for mye areal av skoletomta. Kanalen legges i utkanten av avfallsdeponiet så den kan fundamenteres ned til fast grunn. Delstrekning 3 og 4 ligger også vesentlig lavere enn eksisterende terreng. Her senkes terreng rundt for å skape nærhet til bekken. Dette er videre omtalt i kapittel om landskap, miljøgeologi og geoteknikk.

Delstrekning 2 er en rørkulvert under E6. Delstrekning 1 er en foss/åpen bekk ned til Nidelva. På grunn av usikkerheter rundt ombygging av vegsystemet er det usikkert hvordan terrenget i området vil bli, det er derfor ikke foreslått konkrete løsninger her. For beregning av kostnader for delstrekning 1 er det tatt utgangspunkt i løsninger fra Ilabekken.

6.1.2 Dimensjonering

I forstudien ble bekken dimensjonert for 100-årsflom med et påslag for 20 % for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer. DHI utførte i 2008 en nedbør-avløpsberegning for nedbørsfeltet til Fredlybekken i modellen Mike Urban. NVE har etter dette satt krav til at bekken skal dimensjoneres for 200-års flom + 20 %. På grunn av dette er 100-årsflommen skalert til 200-årsflom ved en forenklet metode, dette er beskrevet i et eget notat, 415223-RIVA-NOT-002 Dimensjonerende flomvannføring.

I dimensjoneringen av bekken er det brukt et 100-årsperspektiv på separering av avløpssystemet. Dette betyr at bekken skal ha kapasitet til en situasjon der tilnærmet hele nedbørsfeltet er separert og alt overvann føres til bekken.

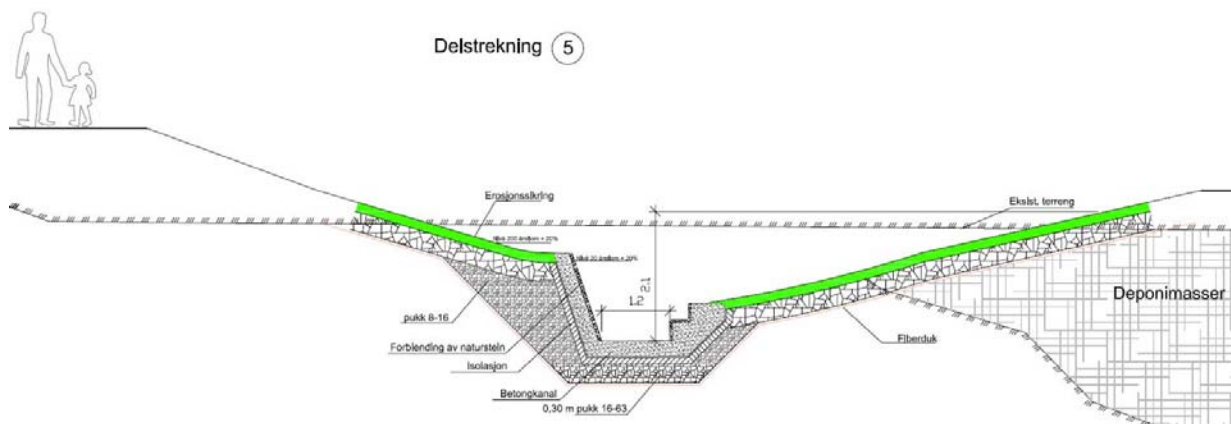
Tabell 2 under viser vannføringene som er brukt. Profilnumrene er antall meter fra bakkens utløp, profil 2150 er ved bakkens startpunkt ved Utleirvegen, 1050 er ved Nidarvoll skole.

Tabell 2: Beregnet vannføring

Profil	100-års flom + 20% [m ³ /s]	200-års flom + 20% [m ³ /s]	20-års flom + 20% [m ³ /s]	Normal-vannføring [m ³ /s]	Lav-vannføring [m ³ /s]
2150	3.4	3.57	3	0.020	0.003
1610	4.6	4.83	3.9	0.030	0.008
1275	6.2	6.51	5	0.041	0.011
1050	7	7.35	5.7	0.047	0.013
710	8.7	9.14	7.1	0.059	0.016

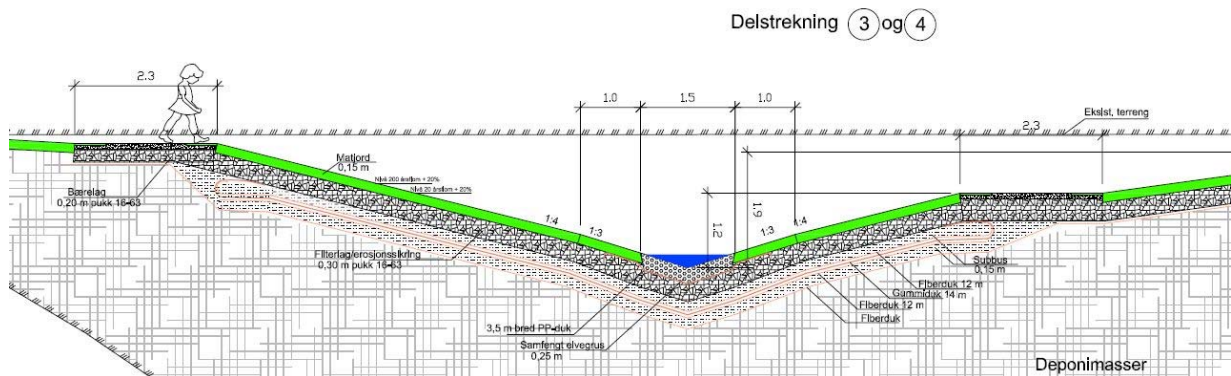
Verdiene for normal- og lavvannføring er hentet fra DHIs nedbør-avløpsberegning for et gjennomsnittsårlig basert på nedbørdata fra perioden 1967 til 2007. Normalvannføringen er medianverdien, det vil si at halvparten av året er vannføringen større og halvparten av året er vannføringen mindre. Lavvannføringen er laveste beregnede timeverdi i løpet av året.

Det er utarbeidet en numerisk hydraulisk modell over den planlagte utbyggingsstrekningen, både de åpne og lukkede delene. Denne modellen er benyttet for å beregne vannstander og strømningshastigheter ved ulike vannføringer, og har gitt grunnlag for vurdering av plastringsbehov,



Figur 12. Bekkeløp del 5. Utsnitt av tegning H70 Tetting og erosjonssikring.

Nedstrøms for kanalen har den åpne bekken lite fall og dermed lave hastigheter. Her er den utformet som vist i Figur 13.



Figur 13. Bekkeløp del 3 og 4. Utsnitt av tegning H70 Tetting og erosjonssikring.

Utformingen av bekkeprofilene er nærmere beskrevet under Landskapsutforming, kapittel 6.7.

Del 1 av bekken blir en foss ned fra Tempevegen og i nederste del av bekken vil det igjen være et parti med litt slakere fall. Ved videre planlegging og prosjektering bør den nederste delen utformes slik at det blir mulig for fisk å komme opp fra Nidelva. Bekkeprofilen bør tilrettelegges for gyting. Det vil ikke være mulig for fisk å komme opp til de andre delene av bekken på grunn av fossen og de lange strekkene med lukket bekk.

6.1.4 Erosjonssikring

Spesielle utfordringer er knyttet til de bratteste partiene av den planlagte bekkeåpningen hvor det blir større krav til erosjonssikring og hvor dette kan komme i konflikt med blant annet krav om tetting og synlighet av bekken ved lav vannføring. Det kan også i partier være en utfordring å finne en balanse mellom avledningskapasitet ved flom og synlighet og tilgjengelighet av bekken.

Minimal og maksimal vannføring i Fredlybekken vil sammen med grunnforholdene være bestemmende for utforming, tetting og plastring av bunn og sider i bekkebelegget. Ved lavvannføring må tettingen være grundig, så vannet ikke tapes og renner ned i grunnen. I tillegg til beregnet vannmengde i systemet i dag, må bekkens bunn og sider kunne ta i mot en økende mengde overvann, etter hvert som tilstøtende områder med fellessystem blir sanert til separatsystem.

NVEs Veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein (NVE veileder nr 4/2009) er benyttet til å beregne nødvendig steinstørrelse og tykkelse for erosjonssikringen i bekken. Robinsons formel for beregning av steinstørrelser er brukt for bratte partier og Maynords formel er bruk for slakere partier. Det er benyttet en sikkerhetsfaktor på 1,2 i beregningene. Tabell 3 under viser steinstørrelser (d_{50}) og tykkelse av erosjonssikringslaget for de forskjellige delene av bekken. Det brukes velgraderte masser til erosjonssikringen, da vil massen inneholde finstoff som fyller opp hulrom mellom de større steinene.

Tabell 3: Beregning av erosjonssikring med stein

Fra profil	Til profil	Steinstørrelse (d_{50}) [m]
2050	1900	0,20
1900	1875	0.40
1875	1750	0.18
1750	1700	0.20
1700	1630	0.20
870	830	0.16
830	800	0.05
800	710	0.04
710	290	0.13
110	0	0.85

Ut i fra resultatene i tabellen får vi 6 forskjellige løsninger.

Tabell 4: Erosjonssikring med stein

Delstrekning	Steinstørrelse (d_{50}) [m]	Tykkelse [m]
Del 7 (unntatt 1900-1875)	0,2	0,3
Del 7 profil 1900-1875	0,4	0,6
Del 5 (830 – 870)	0,16	0,3
Del 4 (710 – 830)	0,05	0,3
Del 3 (290 – 710)	0,13	0,3
Del 1 (0 – 110)	0,85	1,30

Den delen av bekkeløpet som er lavere enn turstien erosjonssikres med steinstørrelsene som er vist i tabellen. Utenfor dette erosjonssikres det også, men beregninger viser at det aldri vil bli store hastigheter her (max 1 m/s). Da er det vurdert å være tilstrekkelig med et lag på 30 cm med $d_{50}=0,03$. I praksis kan en da bruke standard pukkfraksjoner 20/120 eller 20/63.

I bunnene av bekken legges et 20 - 40 cm lag med elvegrus for å gi bekken en naturlig preg og fremme etablering av bunndyrsfauna som er vesentlig for vannkvaliteten. Erosjonssikringen dekkes med matjord og tilsås helt ned til elvegrusen. Gresset vil få tid til å etablere seg før det settes på vann fra utløpet i Utleirvegen.

For å ta hensyn til iskjøving er det valgt å erosjonssikre 0,5 meter over høyden for 200-årsflom + 20 %. Med denne erosjonssikringen er det sikret for en 20-årsflom selv i en situasjon der bekkeløpet er fylt med is opp til gangstien. For delstrekning 7 blir dette 1,2 meter over bunn bekk. For delstrekning 3 og 4 blir det 1,7 meter over bunn bekk. Dette er ikke beregnet for delstrekning 1 da utformingen av denne strekningen ikke er vurdert i forprosjektet.

For kanalen langs Nidarvoll skole skal beregnet steinstørrelse brukes fra støpt/murt kanal til en høyde på 2,1 meter over bunn bekk.

6.1.5 Tetting

Det byr på en ekstra utfordring at bekkedraget passerer over en gammel søppelfylling. Delstrekning 3 – 5 går over dette deponiet. I dette området er det stor fare for setninger. Det er også viktig at vann fra bekken ikke siver ned i avfallsmassene da dette kan medføre store mengder forurenset sigevann. Her er kravene til tetting absolutte. Tetteløsningen må ha lang levetid, må tåle at bekken tørker ut og må tåle setninger. Det er stor usikkerhet knyttet til setningene på avfallsdeponiet, særlig delstrekning 4. Det anbefales at dette området overvåkes fremover for å tallfeste størrelsen av setningene.

Tetteløsningen er vist i bekkeprofil for del 3 og del 4 ovenfor, Figur 13. Det planlegges en tettelse med 1,5 mm tykk EPDM-membran (syntetisk gummiduk) for å sikre at det ikke skjer nedsivning til

avfallsmassene. EPDM-membraner har lang levetid og tåler 300 % tøyning over tid uten at egenskapene endres. Brudd skjer først ved 900 % tøyning. Det anbefales bruk av fiberduk (filtduk) over og under membranen for beskyttelse mot mekanisk skade. Fiberduk og membran legges ut på et avrettingslag av 150 mm subbus (0/64) og tildekkes av et tilsvarende 150 mm lag subbus til beskyttelse mot erosjonssikringen av sprengstein. Ved gjennomføring av fundamenter trekkes membranen opp og festes med klemlist til fundamentet. EPDM-membraner kan leveres i store flak på over 2000 m² med bredde tilpasset anlegget. Det legges også en fiberduk under avrettingslaget for å hindre at dette forsvinner i deponimassene.

Dammen i del 4 tettes også på samme måte med EPDM-membran.

I tillegg til tettingen med membran ned mot avfallsfyllingen planlegges det også å tette under elvegrusen i den åpne bekken. Dette er for å holde vannet synlig i bekken og unngå at det siver ned i erosjonssikringen. Det legges en PP-duk med bredde på tre til fire meter. Denne vil dekke det området det går vann i under normal og lavvannføring og dermed beholde vannet oppe i bekken.

I delstrekning 7 har man ikke problematikken knyttet til deponiet, og her tettes bunnen med leirmasser. Dammene i delstrekning 7 tettes med bentonittduk.

Utslipp av deponigass

Tetting vil medføre at gass fra deponiet ikke kommer ut av deponiet på samme måte som i dag. For å sikre og kontrollere utsiving er det vurdert at utsiving kan skje gjennom turvegen som anlegges langs bekken, på utsiden av tettingen for bekken. Der det ikke er turveg på begge sider, må det vurderes å anlegge en pukkstreng for utsiving.

6.1.6 Innløps og utløpskonstruksjoner

Utløp ved Utleirvegen

Utløpet ved Utleirvegen består av en forbehandlingsenhet med supersandfang for partikkelfjerning og et våtmarksfilter. Supersandfang er kummer med virvelkammer som kan oppnå opp til 85 % partikkelfjerning. Mer om supersandfang finnes i del 6.3.2 og i vannkvalitetsrapporten. Ved anlegging av 4 supersandfang blir samlet kapasitet på 640 l/s. I et gjennomsnitt år tilsvarer det vannføringen hele året unntatt timen med høyest avrenning. En fordelingskum med virvelkammer (hydro-brake) kan begrense vannføringen inn på supersandfangene. Overskytende vann går urensset ut i bekken. Omtrent 50 l/s av vannet fra supersandfangene slippes inn på våtmarksfilteret mens overskytende partikkelavskilt overvann slippes rett ut i bekken. Ved filterkapasitet på 50 l/s kan alt vann kan gå gjennom filteret i 80 % av tida i et gjennomsnitt år. Utløpet i bekken vil bestå av avløp fra våtmarksfilteret og ett 1200 mm rør for vann som ikke går gjennom filteret. Det monteres stavrist med 10 cm lysåpning på skråkappet 1200 mm utløpsrør for sikkerhet mot at barn skal oppholde seg inne i røret. Ved skråkapping bør ristarealet større enn rørtverrsnittet.

Det foreslås at supersandfangene bygges på østsiden av Utleirvegen for å gi enklere tilgang med sugebil for tømning. Det skal bygges gangkulvert under Utleirvegen. Innvendig bunn i gangkulverten ligger så lavt at overvannsrørene må ligge på siden av den. Det gjør at forbehandlingsanlegget med supersandfangene og andre overvannskummer øst må bygges med utløp på et nivå over bunn gangveg. Hele forbehandlingsanlegget må trekkes sør for gangkulverten med topp kummer i en flate på ca 200 m² på ca kote 68,7. Høydeforskjellen fra gangkulverten til terrenget i øst er på drøyt fem meter og flaten med overvannskummene blir som en terrasse halvveis mellom bunn gangkulvert og terrenget i øst og sør.

Det kan arbeides videre med plassering og dimensjonering av supersandfangene. Antallet og kapasitet vurderes i forhold til kravet om å unngå partikler ut i bekken med hensyn til vannkvaliteten og bekkens selvrensingsevne og hyppighet for tømning av sandfangene.

Inntak ved Ullins veg

En mulig løsning for inntaket fra dammen ved Ullins veg er å bygge to 3000 mm betongkummer med rektangulære åpninger i kumveggen med bunn åpning som overløpstærskel på til sammen 6 meter. Åpningene bygges 0,50 m høye og det monteres riststaver med 10 cm lysåpning. Ved dimensjonerende vannføring vil vannstanden i dammen øke med ca 45 cm. Inntakskummene bygges med betonglokk som ligger lavere enn turvegen mot Ullins veg. Det monteres rekkverk på betonglokkene. Rekkverket

kan fungere som løftepunkt slik at lokket kan løftes av med hjullaster eller gravemaskin som en ekstra inntaksåpning om ristene tettes under flom.

Løsningen med kummer som inntak gir en bedre estetisk løsning i forbindelse med dammen og turstien, men gir lavere sikkerhet mot gjentetting enn et tradisjonelt inntak med vingemur og inntaksrist som er senket i terrenget i forhold til dam og bunn bekk oppstrøms. Ved slike inntak er det mulig å bygge inntaksrista slik at den åpnes automatisk ved gjentetting og følgende vanntrykk mot den.

Utløp ved Nidarvoll skole

Utløpet ved Nidarvoll skole bygges i betong som overgang fra DN2000 betongrør til støpt kanal med tverrsnitt som vist på Figur 12. De første seks meter senkes bunnen av kanalen med en meter for å ta ut energi og redusere vannhastigheten. Det monteres rist med vertikale staver med lysåpning på ca 10 cm for å hindre ferdsel inn i røret. Ristarealet skal være dobbelt så stort som rørtverrsnittet for at rista ikke skal gi noe energitap av betydning. Utløp og topp kanalvegg sikres med gjerde.

Kulvert under Bratsbergvegen

Kulverten under Bratsbergvegen bygges prefabrikkert med rektangulært tverrsnitt. Dette blir et rett gjennomløp uten rist på innløp og utløp. Det bygges murer i begge ender tilpasset framtidig vegløsning med rundkjøring.

Inntak ved E6/Omkjøringsvegen

Inntaket til kulverten under E6 bygges som tradisjonell vingemur med rist. Bekken gis økt fall siste del inn mot rørene for å akselerere vannet mot inntaket. Rista bygges slik at det åpnes automatisk hvis den tettes og det bygges opp vanntrykk mot rista. Det kan utføres ved valg av bolter med styrke som er slik at de går av om rista tettes. Det bygges rist på utløpet av kulverten som for utløpet av DN2000 ved Nidarvoll skole.

6.1.7 Delstrekninger bekketrasé

Del 1

Lengde: 110 meter

Område: Bratt skråning ned til Nidelva

Spesielle utfordringer:

- Pågående vegprosjekter gjør plassering av trasé usikker

Valgte løsninger:

- Videre arbeid med del 1 utsettes til vegprosjektet er mer sikkert
- Statens vegvesen er informert om at de må ta hensyn til bekken med utløp av rør og oppmuring av foss.

Del 2

Lengde: 180 meter

Dimensjon: 2 x DN1200 i DN1600 stål presserør/varerør (alternativ utførelse pressing/tunnelering av DN1800 betongrør)

Område: Kryssing E6 og Tempevegen

Spesielle utfordringer:

- Kryssing av E6
- Stor dimensjon nødvendig

Valgte løsninger:

- E6 krysses ved rørpresseing med stålrør og etablering av betongrør i stålrøret
- For å få kapasitet til dimensjonerende vannmengde i ett rør er innvendig diameter på 1800 mm nødvendig. Så store dimensjoner vanskeliggjør rørpresseing, og det er derfor valgt å bruke 2

parallele DN 1200 rør. Men ny teknologi med pressing kombinert med tunnelering gjør at alternativet med ett rør er aktuelt.

- Det er valgt å presse i begge retninger fra midten av traséen da pressing av så store dimensjoner over 150 meter kan være utfordrende. Det anlegges en pressgrop i midtrabatten mellom Tempevegen og E6 og det presses 70 meter i hver retning.

Del 3

Lengde: 420 meter

Område: Sluppen næringsområde

Spesielle utfordringer:

- Bekketrasé går over avfallsdeponi
- Bekketrasé ligger vesentlig lavere enn terreng
- Det er laget en ny reguleringsplan for nedre del av området med omfattende ombygging/nybygging av Kjeldsberg eiendom
- Kryssing av Bratsbergvegen med liten høydeforskjell mellom bunn bekk og topp vegbane

Valgte løsninger:

- Kjeldsberg eiendom er informert om prosjektet og har selv planer for den åpne bekken internt på sitt område. Det er i dette prosjektet ikke jobbet mer med dette området. Det er viktig at Kjeldsberg eiendom i sine planer lager en god løsning for bekken der det også er dimensjonert for 200-årsflom + 20 %.
- På grunn av avfallsdeponi er det valgt å unngå konstruksjoner som trenger fundamentering og det er valgt å tette bekkeprofilen i bunnen med gummiduk som beskrevet i del 6.1.5.
- På grunn av at bekken må ligge lavere enn eksisterende terreng må det fjernes masser. Store deler av massene er urene avfallsmasser, håndtering av dette omtales i del 6.8.
- Det er valgt en bred kulvert for kryssing av Bratsbergvegen. En kulvert med bredde på 3.6 meter gir tilstrekkelig kapasitet for flomvannføringer og får tilstrekkelig overdekning. Da man vil unngå omlegging av Bratsbergvegen for lenge, bør kulverten bygges av prefabrikkerte elementer.

Del 4

Lengde: 120 meter

Område: Nidarvoll skole

Spesielle utfordringer:

- Bekketrasé går over avfallsdeponi
- Bekkebunnen ligger vesentlig lavere enn terreng
- Dam i øvre del

Valgte løsninger:

- Samme løsninger som i del 3 for tetting og masseutskifting.
- Dam tettes på samme måte som bekk

Del 5

Lengde: 40 meter

Område: Nidarvoll skole

Spesielle utfordringer:

- Bekketrasé går ved avfallsdeponi
- Bekkebunnen ligger lavere enn terreng
- Det bør tas minst mulig areal fra skoletomta
- Overvann kommer ut fra oppstrøms kulvert med høy hastighet

Valgte løsninger

- Bekkeprofil utføres i støpt kanal for å komme så lavt som nødvendig uten å ta for mye areal fra skoletomta
- I forprosjektet har det vært vurdert vesentlig lengre kanalstrekning forbi skolen. Strekning for kanal og åpen bekk her er kortet ned da det ikke ble funnet en løsning som var god nok for både skoletomta og bekken.
- Kanalen legges i utkanten av avfallsdeponiet så den kan fundamenteres på fast grunn. Dette er nærmere beskrevet i kapittel om geoteknikk, del 6.8.5.
- I første del av kanalen lages et dypere søkk som vil fungere som energidreper og dermed redusere vannhastigheten
- Plassere steiner i kanalbunn for å få varierte strømningsforhold og lengre oppholdstid på vannet ved lav vannføring

Del 6

Lengde: 760 meter

Dimensjon: DN 2000 / DN 1400

Område: Tett boligområde/lett trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Lite overdekning i nederste del
- Søkk i terrenget på nedre del gir behov for inntak av overflatevann
- Bekkekulvert og SP går i samme trasé. Tett boligområde med liten plass tilgjengelig for bekkekulvert og SP, nytt bygg planlagt.
- Dårlige grunnforhold

Valgte løsninger:

- Terrenget heves noe i nederste del for å få tilstrekkelig overdekning over SP og bekkekulvert
- Inntakskummer i søkk ved Klæbuvegen
- Deler av strekket må spuntes for å få plass til SP og bekkekulvert ved.
- Seksjonsvis graving og noe spunting for å opprettholde stabilitet under anleggsperioden

Del 7

Lengde: 520 meter

Område: Gammel bekkedal

Spesielle utfordringer:

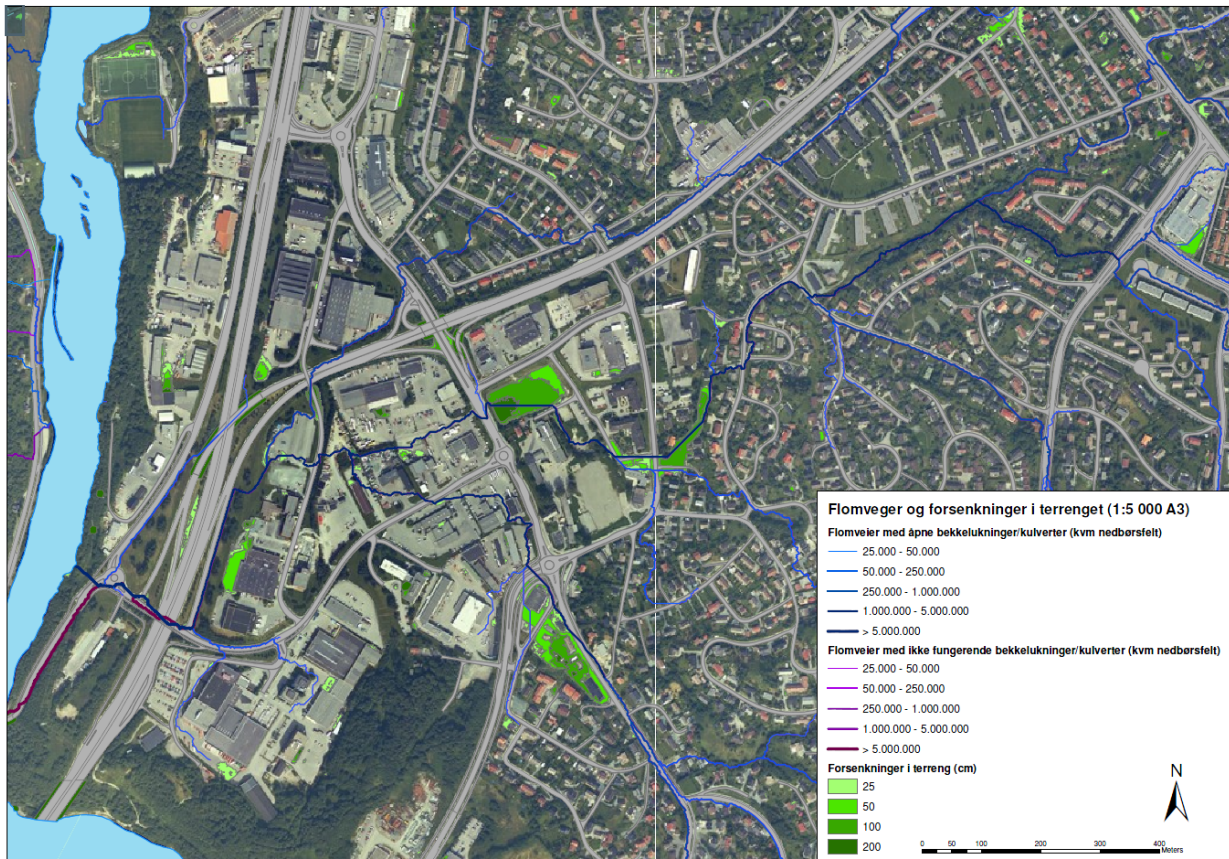
- Kryssing Utleirvegen
- Bekkedal er på enkelte steder dyp og ustabil

Valgte løsninger

- Ved kryssing av Utleirvegen trengs et rør med dimensjon 1200 mm. Gangkulvert bygges med prefabrikerte elementer ved konvensjonell graving samtidig med etablering av rør.
- Dalbunnen heves på flere steder langs traséen for å få en trygg løsning med bedre stabilitet enn i dag.

6.2 Flomfare og flomveger

I ekstreme avrenningshendelser (forårsaket av nedbør og/eller snøsmelting) der det normale avrenningssystemet ikke har tilstrekkelig kapasitet, vil vannet ta andre veger på overflaten. Der bekken blir åpnet vil flomvannføringer følge bekken. Der bekken fortsatt er lukket vil vannet kunne ta en ny veg på overflaten. Flomvegene i området er vist i Figur 14.

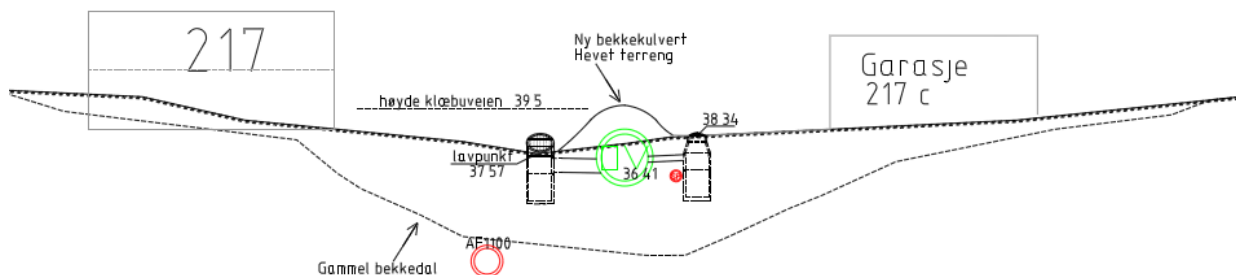


Figur 14: Flomveger og forsenkninger i terrenget der vannet vil kunne samle seg. (Utarbeidet av Trondheim kommune, 2012)

Øvre del av bekk – delstrekning 5 - 7

I øvre del av bekken, på delstrekning 7, vil flomvannet følge det åpne bekkeløpet ned til et bekkeinntak ved Ullins veg. Hvis dette inntaket går tett under en ekstrem avrennings situasjon vil vannet gå videre på overflaten ned til Ullins veg og videre nedover Odins veg før det finner vegen til den gamle bekkedalen nedenfor Sunnland skole, mellom Odins veg og Klæbuvegen.

Det området som er mest utsatt for flom er en forsenkning i terrenget på østsiden av Klæbuveien, på delstrekning 6. Forsenkningen er en del av den gamle bekkedalen og er derfor en naturlig flomveg i terrenget. Her kan det bli stående vann ved store nedbørmengder og/eller snøsmelting. Laveste punkt i forsenkningen ligger på kote 37,60 hvor det i dag står en kum med kuppelrist som inntak til avløpsledningen. Her planlegges bygging av to inntakskummer med vesentlig større ristareal enn dagens kuppelrist. Situasjonen er vist i Figur 15. På vestsiden av Klæbuveien ligger terrenget på kote 39,30 (i følge digitalt kart). Hvis inntaket går tett i en flomsituasjon vil vann kunne samles opp til denne høyden. Dette kan påvirke bebyggelsen i området med gi vanninntrenging i kjellere og garasjer. Maksimal dybde ved oppsamling av vann i lavpunktet er 1,7 meter. De mest utsatte byggene er Klæbuveien 217 og garasjen til Klæbuveien 217c som ligger om lag 1 meter over lavpunktet.



Figur 15: Nye ledninger og inntakskummer ved lavpunkt og forsenkning i terrenget ved Klæbuvegen 217.

Ved fremføring av ny overvannsledning (bekken) må Klæbuvegen heves med om lag 70 cm til kote 39,50 for å få tilstrekkelig overdekning over røret. Det medfører at terskelen for flomvannet heves med ca 20 cm. Problemet avbøtes ved at de to nye inntakskummene med større ristareal i lavpunktet. Det gir en vesentlig økning av inntakskapasiteten slik at flomproblemene reduseres. Inntakskummene plasseres slik at ristene enkelt kan renses ved behov.

Etter åpning av Fredlybekken vil vannet fra øvre del av Fredlybekken gå inn i kulvert ved Ullins veg. Overvann fra forsenkningen/flomvegen ned mot Klæbuvegen vil gå inn på bekkekulverten via inntakskummene ved Klæbuveien.

Hvis bekkeinntaket ved Ullins veg går tett, vil flomvannet gå videre på overflaten og etter hvert komme ned til forsenkningen ved Klæbuvegen. De nye inntakskummene får en kapasitet på til sammen 2 m³/s ved 1,2 meter oppstuvning over topp rør. Kuppelristen som står der i dag har sannsynligvis en kapasitet på opp mot 0,3 m³/s ved oppstuvning. Situasjonen kan imidlertid bli verre enn i dag om ristene på inntakskummene går tette på grunn av hevingen av Klæbuvegen.

I en situasjon der bekkeinntaket ved Ullins veg fungerer, men inntakskummene ved Klæbuvegen går tett, vil det ikke være stor vannføring til forsenkningen. Om det tette inntaket ikke åpnes, vil det over tid samles vann opp til nivå på høyde med Klæbuvegen. Da vil vannet strømme over Klæbuvegen og renne videre langs bekkekulverten og ut i åpen bekk/kanal ved Nidarvoll skole, på delstrekning 5.

Hvis både bekkeinntaket ved Ullins veg og inntakskummene ved Klæbuvegen er tette under en flomsituasjon vil store mengder vann gå på overflata. Forsenkningen ved Klæbuveien vil fylles opp relativt hurtig og flomvann vil gå videre over Klæbuveien og videre som beskrevet over.

Ved ekstreme og uønskede hendelser vil det fortsatt være fare for flom i Fredlydalen. Slike hendelser er imidlertid mindre sannsynlige. Tiltakene som er vist i forprosjektet anses å til sammen gi en bedret situasjon i forhold til flom i Fredlydalen.

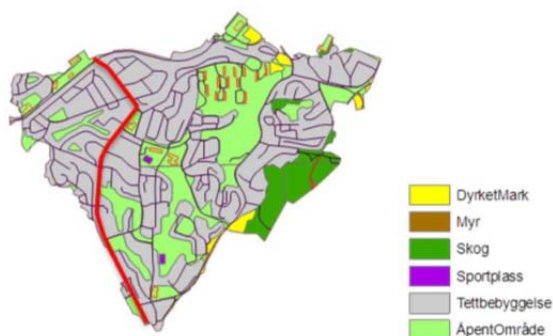
Nedre del av bekk – delstrekning 1 - 4

På delstrekning 3 og 4 følger flomvannet det åpne bekkeløpet. Hvis det oppstår oppstuvning i kulverten under Bratsbergvegen vil vann samles opp langs bekkeløpet på friområdet ved skoletomta til det når høyde på Bratsbergvegen og flommer over vege. Det vil i et slikt tilfelle kunne bli over 2 meter med vann i det laveste området. Det vil ikke påvirke bebyggelsen som ligger vesentlig høyere enn dette. Utforming og dimensjonering av kulverten gjør det lite sannsynlig at en slik oppstuvning vil skje.

Ved tett inntak nederst på delstrekning 3, ved E6/Omkjøringsvegen, vil flomvannet gå langs E6/Omkjøringsvegen ned til Sluppenvegen og videre langs vege ut i Nidelva. Bygninger i området vil ikke bli påvirket av flomvannet.

6.3 Vannkvalitet

Vannet i Fredlybekken vil i hovedsak være overvann fra ulike urbaniserte flater. Det er også noe skogs- og jordbruksavrenning i øvre deler av feltet, men dette utgjør en mindre andel. Ved regn og snøsmelting vil overvannet ha en høy konsentrasjon av partikler, forurensninger, og en del fosfor. Det er en forutsetning at alt spillvann føres i egne ledninger som ikke har utløp i bekken. Det er foretatt en grundig gjennomgang av alle vannkvalitetsdata som foreligger. Det finnes en god del data fra Risvollanfeltet som til en viss grad er sammenlignbart, men det er veldig lite data på fosfor. Det er nødvendig med flere målinger/data for å kunne gi sikrere indikasjoner på vannkvalitet.



Figur 16. Arealbruk i øvre del av Fredlybekkfeltet

Mål knyttet til vannkvalitet i Fredlybekken vil være å ha et hygienisk tilfredsstillende vann, vann som ser rent og klart ut, vann som ikke lukter, og vann der eutrofiering og saprobiering (alge- og soppoppblomstring) ikke blir et problem. Vannet skal også oppfylle vanndirektivets krav til godt økologisk potensiale.

Det finnes en rekke naturlige tiltak og måter å utforme bekken på for å sikre akseptabel vannkvalitet. Dette er tiltak som ikke medfører større kjemiske eller mekaniske anlegg. For å kunne opprettholde en god selvrensing i vassdraget vil de viktigste tiltakene være å hindre tilførsel av partikler fra tilførselsledninger fra nærområdene, samt unngå erosjon i og langs vannstrengen.

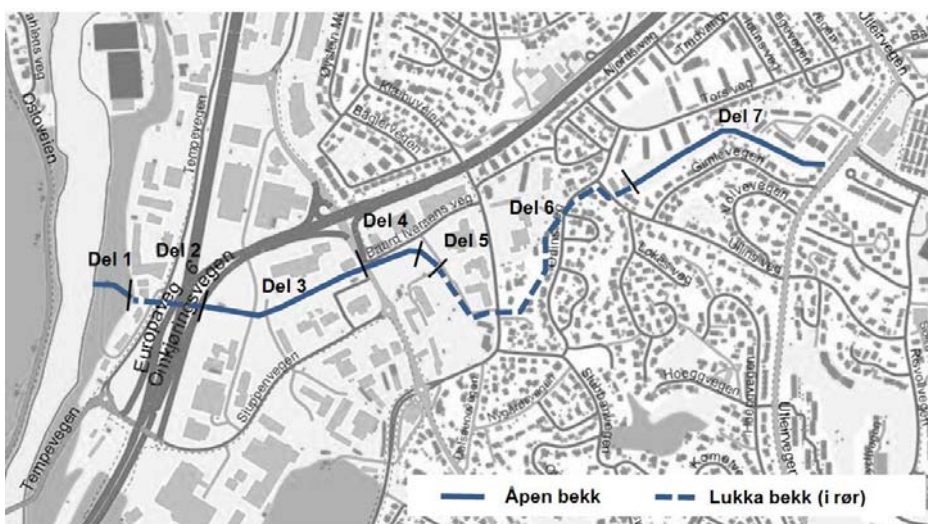
Bunndyr er svært viktige for vannkvaliteten og for mye av det dyrelivet vi vil finne både i og ved vassdraget. Bunndyr kan være ulike insektslarver, vannmidd og snegler. Et intakt bunndyrsamfunn er viktig for å opprettholde vassdragets naturlige selvrensingsevne. Bunndyr trives i et variert substrat fra grov sand/grus til stein med størrelse fra 3-4 mm og oppover. Substratet bør ha en tykkelse på 10 – 40 cm. Dette er tatt hensyn til i bekkeprofilene som er vist i Figur 11 og Figur 13.

Utformingen av bekken med terskler, dammer og varierte strømningsforhold er også viktig for å opprettholde en bunndyrsbestand og dermed å få selvrensing i bekken. Anbefalinger for utformingen er beskrevet i kapittel om landskapsutforming, kapittel 6.7. Det er utarbeidet en egen rapport om vannkvalitet i Fredlybekken, 415223-TVF-RAP-002 Vannkvalitet. Rapporten tar for seg forventet vannkvalitet og tiltak for å bedre vannkvaliteten i bekken.

Områdene rundt del 3-5 av bekken (på Sluppen og Nidarvoll skole) er i endring og arealbruken og bebyggelsen vil endres mye på sikt. Det anbefales at det i videre planarbeid og byggeprosjekt satses på åpen overvannshåndtering som sørger for bedre kvalitet på vannet som går ut i bekken.

6.3.1 Tiltak i forskjellige deler av bekken

Fredlybekken vil når den åpnes, renne gjennom områder med ulik karakter, delvis gjennom naturpregete områder og delvis gjennom områder med mer parkmessig og urbant preg. Under er det beskrevet hvilke tiltak som kan være egnet for ulike deler av Fredlybekken. Delområdene referer til kartet vist i Figur 17. Delstrekning 2 og 6 er ikke omtalt da bekken her går i rør/kulvert. For delstrekning 1, foss og utløp i Nidelva er det ikke foreslått særskilte tiltak.



Figur 17. Fredlybekken med delstrekninger.

Delstrekning 7, Ullins veg til Utleirvegen

I øvre del av bekken er det godt fall. Her er det gode muligheter for å skape variasjon i og langs vannstrengen. Det kan bygges små fossefall (rislepartier) og terskler og det er også plass til å anlegge dammer. En bør også få frem egnet kurvatur i vannstrengen og utnytte denne til å lage avstand/nærhet til turvei/ bebyggelse med mer.

Ved starten på bekken ved Utleirvegen planlegges det supersandfang og et våtmarksfilter som skal fjerne partikler fra overvannet. Vannet går først gjennom supersandfangene. Supersandfangene har god partikkelfjerning ved vannføringer på opp til 640 l/s. Større vannføringer går direkte ut i bekken.

Våtmarksfilteret/sandfilteret viderebehandler en vannføring på opp til 50 l/s. Her er hydraulisk kapasitet prioritert foran partikkelfjerning.

Det planlegges også regnbed i grøfta langs turstien i del 7. Mindre tilførsler av overvann fra boligene i området føres via drengroft/pukkstreng og ned til regnbedet før det slippes ut i bekken. Pukkstrenger og regnbed må tettes i bunnen med fiberduk for å unngå at leire som vaskes ut av grunnen tetter grøftene. For pukkstrenger fra bebyggelse på motsatt side av turstien kan den nederste delen bygges med masser som for regnbed og beplantes.

Delstrekning 5 Nidarvoll skole

Øst for Nidarvoll skole er det lite plass og svært lite fall i bekken. Her planlegges det en støpt kanal, ca 40 meter. I kanalverrsnittet, som er utformet for å ha tilstrekkelig kapasitet i flomsituasjoner kan man oppnå variasjon ved å variere bredden, ha bølgeformet bunn, støpe inn steiner eller lage små terskler der vann blir holdt igjen så bunnen ikke tørker helt ut. Dette kombinert med et variert substrat (underlag) og varierende tverrfall kan gi en vannstreng som under normale vannføringsforhold får en svinget utforming. Dersom det er mulig bør det etableres variert kantvegetasjon for å optimalisere formingen av vassdraget. Utformingen i seg selv, godt vannmiljø, lydbilde fra vannet, spesiell lyssetting og oppholdsplasser langs kanalen vil kunne gi positive opplevelser.

Delstrekning 4 Nidarvoll skole, fra Bratsbergvegen langs Baard Iversens veg

I denne delen av bekken er det også lite fall, men det er rom for å legge inn svinger i bekken for å skape litt variasjon i strømningsforholdene. Det kan også anlegges terskler og små/middels store dammer her. Det bør planteres kantvegetasjon eller etableres andre innretninger for å skape skyggepartier for å hindre at vanntemperaturen i bekken blir for høy og for å hindre gjengroing

Delstrekning 3, E6/Omkjøringsvegen til Bratsbergvegen

Ved del 3 planlegges det et nytt våtmarksfilter som ligger langs bekken og renser overvannet som kommer fra Bård Iversens veg/Bratsbergvegen. Del 3 er en åpen bekk med lite fall. Øvre del av dette strekket kan utformes som del 4. I nedre del er det i gjeldende reguleringsplan vist løsninger for bekken med mer parkmessig og urbant preg med mindre innslag av vegetasjon. Tiltak som er omtalt for kanalløsningen i del 3 kan også benyttes her. I tillegg kan det i eller langs vannstrengen være kunstinnslag, og det kan vurderes å etablere vannspeil med mulighet for skøyteis vinterstid

6.3.2 Supersandfang

Det planlegges tiltak for å fjerne partikler ved alle store tilførsler til bekken. Et av disse tiltakene er supersandfang. Supersandfang er et begrep som brukes om spesielle sandfang som har økt separeringseffekt. Supersandfang skal i dette tilfellet brukes til å fjerne partikler i vannet før det slippes ut i bekkelukvert eller åpen bekk.

Det planlegges å etablere supersandfang ved starten av bekken ved Utleirvegen, ved tilførsel fra overvannsledning (DN600) fra Ullins veg, ved tilførsel fra overvannsledning (DN500) fra Stubbanvegen og ved Bratsbergvegen der det kommer en overvannsledning (DN500) fra Bård Iversens veg.

Supersandfangene skal ha kapasitet til vannføringer opp til 20-årsflom + 20 %, men det godtas at rensesgraden blir lavere for de største vannføringene. Det er utført en overslagsberegning for å finne nødvendig antall supersandfang, i beregningen er det tatt utgangspunkt i supersandfangtypen «downstream defender». Hovedresultatene er vist i Tabell 5. Antall supersandfang og størrelser er beregnet ut fra produsentens spesifikasjoner. Tømmefrekvensen er beregnet ut fra oppgitt slamvolum og målt konsentrasjon av suspendert stoff i overvann i nedslagsfeltet.

Antallet supersandfang i Tabell 5 kan sees på som en maksimalløsning. Dette med tanke på at det er viktig å unngå tilførsler av partikler til bekken for å oppnå god vannkvalitet. Ved videre planlegging og prosjektering kan det gjøres nye vurderinger av dette, både når det gjelder plassering og dimensjonering av supersandfang (både størrelse og antall), og for hvilke overvannsstrømmer som trenger supersandfang. Krav til drift (maksimalt antall tømminger per år) og atkomstbehov (for tømming) må være en del av vurderingene.

Mer informasjon om supersandfang finnes i vedlagte vannkvalitetsrapport.

Tabell 5: Supersandfang

	Antall supersandfang	Diameter [m]	Antall tømminger per år
Utleirvegen	4	3	3,5
Ullins veg	2	3	2,2
Stubbanvegen	1	1,8	1,2
Bård Iversens veg	1	3	2,1

6.3.3 Våtmarksfilter

Våtmarksfilter ved Utleirvegen

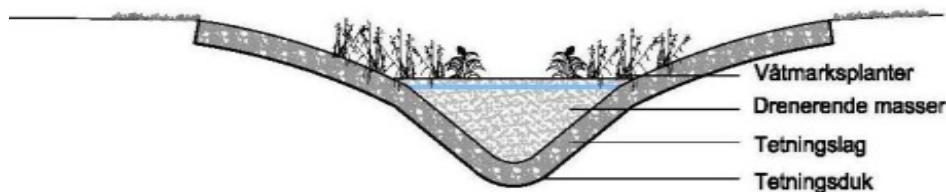
Våtmarksfilteret anlegges i et område som er et fuktig område i den gamle bekkedalen. Totalt tilgjengelige areal for våtmarksfilter ved starten av bekken er beregnet til ca. 160 m². Dette er ikke stort nok til å rense alt overvannet fra hele nedbørsfeltet, men vil bidra positivt til vannkvaliteten.

Utløpet bør tilpasses slik at noe vann kan bli stående på toppen av filteret, slik at filteret også kan bidra til en utjevning av vannføringen. Med 160 m² til rådighet vil normalvannføringen kunne håndteres av filteret. Det legges i utgangspunktet opp til å kunne føre ca 50 l/s ut på filteret via en rørsløyfe av PVC 315 rør med åpninger i øvre halvdel av røret for å slippe ut vann via grovpukk i hele filterets bredde. Utløpskummen bygges med strupeskiver for å kunne innstille vannføringen ut på filteret etter hvert som en ser hva filteret tåler uten å eroderes. Fra utløpskummen legges et høyere plassert omløpsrør til OV1200 med utløp i enden av filteret.

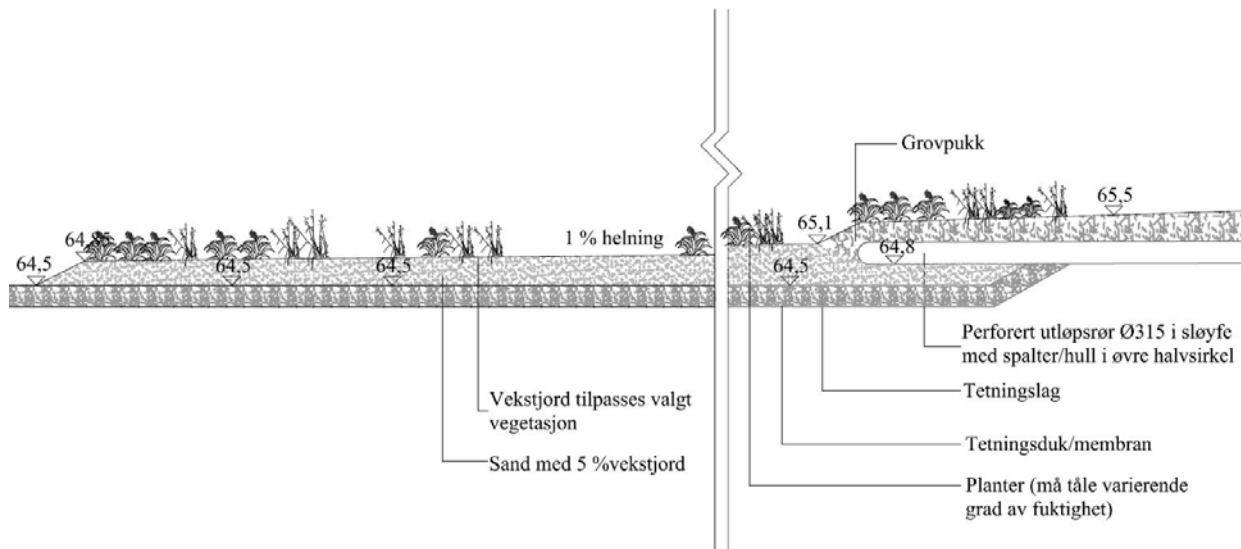
Prinsipp for oppbygging av våtmarksfilteret vises i Figur 18. Endelig utforming og oppbygging av filteret må vurderes nærmere og stedstilpasses Ved Utleirvegen må det legges mer vekt på kapasitet enn på renseeffekt og det brukes sand med 5 % organisk stoff i filteret.

Våtmarksfilter ved Bratsbergvegen

Våtmarksfilteret ved Bratsbergvegen bygges etter samme prinsipp som ved Utleirvegen med vekt på kapasitet.



Figur 18: Prinsipp, tverrsnitt for oppbygging av våtmarksfilter



Figur 19: Prinsipp, lengdesnitt for oppbygging av våtmarksfilter

6.4 Vann

Hovedvannledningen blir ny øst-vest forbindelse i vannforsyningsnettet og gir ekstra sikkerhet for forbindelsen av vannforsyningen til Byåsen. Ledningen blir 2,2 km lang og skal ha dimensjon DN 400. I Sluppenvegen skal den følge samme trasé som ny spillvannsledning. Vannledningen og spillvannsledningen skal begge gå i ny Sluppen bru over Nidelva. På Munkvoll, i Waldemar Aunes veg skal det bygges ny vannpumpestasjon ved tilknytting til eksisterende nett.

6.4.1 Utfordringer knyttet til vannledninger

- Smale ledningstraséer, bebyggelse og trafikkerte hovedveger
- Usikkerhet ang hovedvannledning/pumpestasjon
- Overføringsledning med høyt trykk og forbruksledninger som må ha lavere trykk
- Traseé til ny Sluppen bru
- Kryssing Sluppen bru
- Fjellboring

6.4.2 Hovedvannledning og trykkøkingsstasjon

Det planlegges en ny hovedvannledning fra Tors veg på Nardo til Waldemar Aunes veg på Munkvoll. Her skal det anlegges en trykkøkingsstasjon som knyttes til eksisterende vannledningsnett. Trykkøkingsstasjonen er omtalt i kapittel 5.5.

Ny hovedvannledning fra Nardo til Munkvoll skal styrke den to-sidige vannforsyningen i Trondheim og dermed bidra til en sikrere vannforsyning for hele byen. I tillegg vil denne ledningen øke kapasiteten på vannledningsnettet på Sluppen, et område som i dag har liten kapasitet særlig med tanke på brannvann.

Funksjon og dimensjonering

DHI har utført en kapasitetsanalyse for hovedvannledning (*Fredlybekken – Vann – Nettanalyse, versjon 2*, datert 17. oktober 2012). Analysen viser at den planlagte ledningen har for lav kapasitet til å kunne være eneste forbindelse øst-vest i Trondheim ved utfall av ledningen Steinan – Kolstad.

Dersom Melhus og vestre del av Trondheim skal forsynes i en situasjon der både Benna og vannledningen mellom Steinan og Kolstad er ute av drift, må trykkøkingsstasjonen kunne levere 270-290 l/s. Ledningen fra Nardo til Munkvoll kan bare levere 120 l/s. En kan øke kapasiteten noe ved å bygge en ekstra forsyning og reduksjonskum fra høytrykksledningen ved Steinan. Kapasiteten blir da 155 l/s.

Ved forsyning fra vest mot øst viser analysen at kapasiteten ligger i området 250-300 l/s. Trondheim kommune vil på et senere tidspunkt avgjøre behovet for trykkøkningsstasjonen og vannledningen fra Sluppenvegen til Waldemar Aunes veg i sammenheng med en sårbarhetsanalyse for hele kommunen. Kostnader ved å bygge en ekstra forsyningsledning fra høytrykksledningen til Steinan er ikke tatt med i dette forprosjektet.

Trasé for hovedvannledning

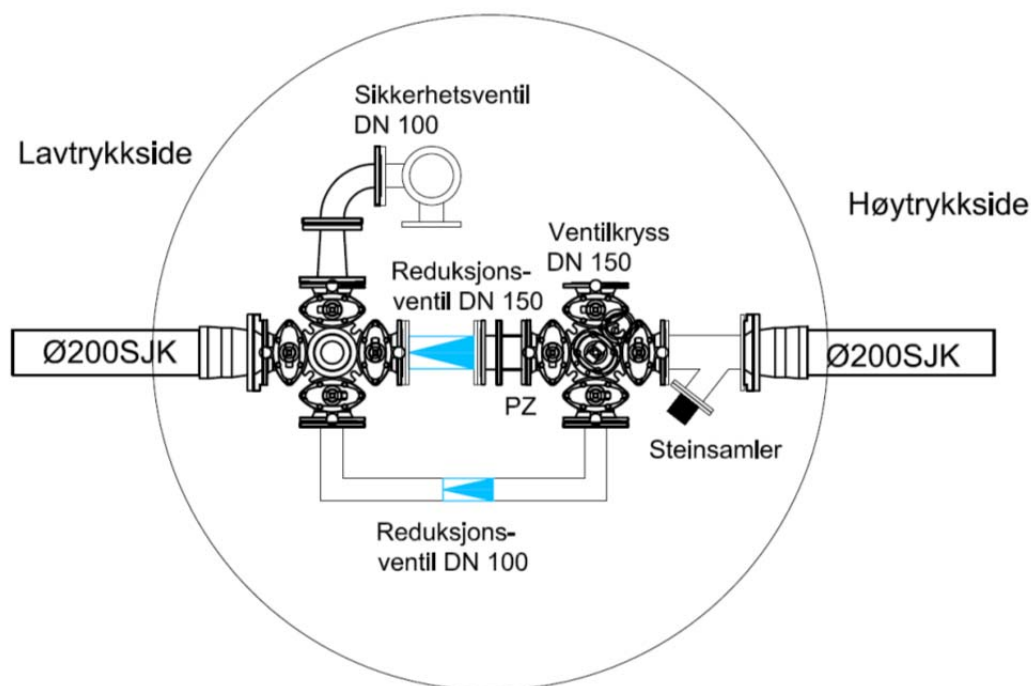
Ny hovedvannledning starter i ved eksisterende vannledning (DN 400 fra 1971) i krysset Tors veg/Njords veg. Vannledningen går et stykke nedover Njords veg og videre til Karl Jonssons veg og Bård Iversens veg. I forbindelse med at det skal graves ny vannledning her, legges det samtidig ny overvanns og spillvannsledning så områdene blir separert. I siste del av Bård Iversens veg legges ledningene med styrt boring. Vannledningen går så videre ned langs hele Sluppenvegen og krysser Nidelva i planlagt ny vegbro. Fra motsatt side av vegbroa går ledningen opp en bratt skrent til trykkøkningsstasjonen i Waldemar Aunes veg. Her vil det sannsynligvis bli fjellboring. I Sluppenvegen og i Tempevegen legges det også nye DN 200 vannledninger for lokal forsyning

Rørmaterialer

Hovedvannledningene utføres i DN 400 støpejern der de legges i vanlig rørgrøft. Ved styrt boring benyttes DN 500 PE 100 RC (et PE-materiale med større bestandighet mot sprekkvekst). Over brua legges et preisolert PE-rør med varmekabler. Vannledningene får et statisk trykk på opp mot 140 m, og må utføres med materialer i trykkklasse PN16. Ved fjellboring opp til pumpestasjon trekkes det inn PE-rør. Forbruksledningene utføres i DN 200 støpejern og DN 250 PE 100 RC der de legges med styrt boring.

Vannkummer og reduksjonskummer

Vannkummer på hovedvannledningen må være DN 3000 kummer. Kummene utføres med Flense-T og sluseventiler, PZ-innbygningsstykke og mellomringer med serviceventiler. Hovedvannledningen vil ha høyere trykk enn forbruksledningene i området. Ved de punktene det skal tas ut vann til lokal forsyning, ved Sluppenvegen og Tempevegen, må trykket derfor reduseres. Her anlegges det trykkreduksjonskummer som vist i Figur 20. I forbindelse med trykkreduksjonskummene skal det også anlegges vannmålere.



Figur 20. Viser trykkreduksjonskum som anlegges ved Tempevegen

6.5 Avløpssystem

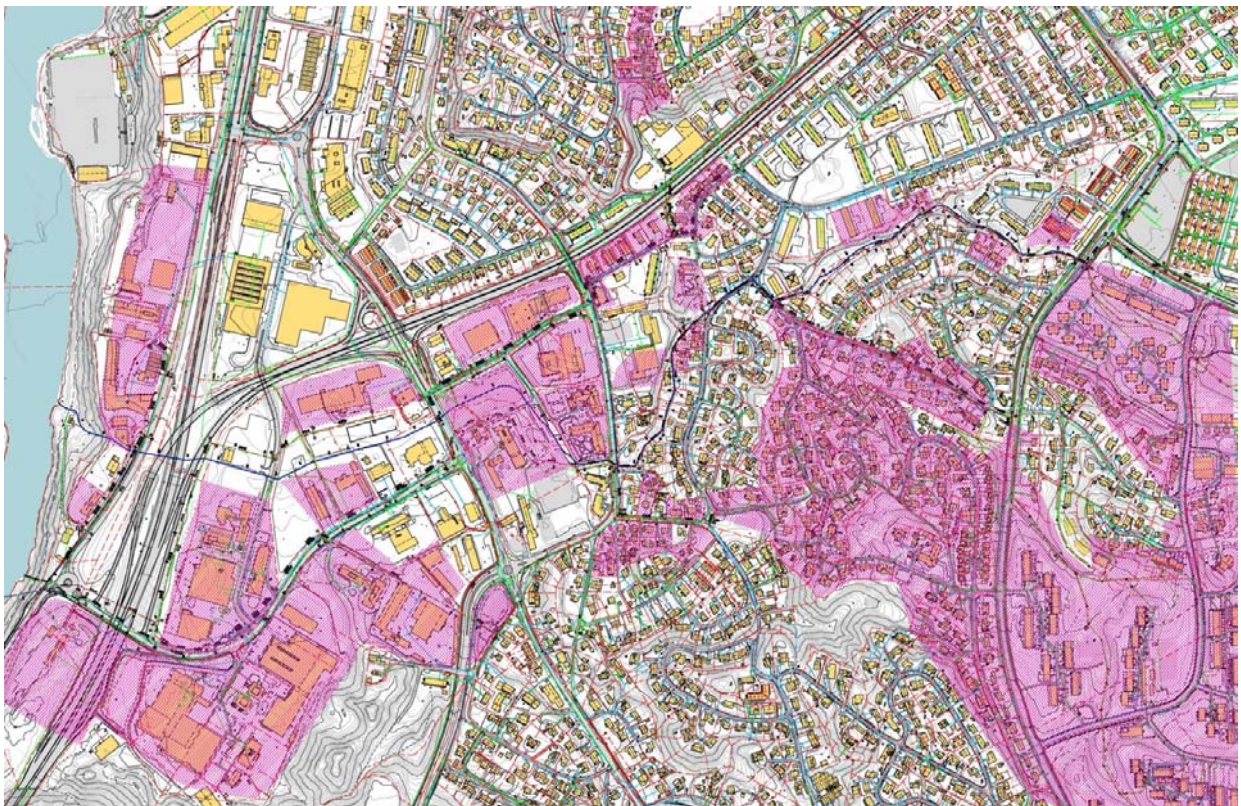
6.5.1 utfordringer knyttet til avløpsledninger

- Dyptliggende ledninger, utfordring geoteknikk
- Smale ledningstraséer, bebyggelse og trafikkerte hovedveger
- Styrt boring
- Lite fall på ledninger i nedre del
- Avløpsmodellering – dimensjonering av fordelingsoverløp og avløpsledninger
- Utslippsberegning - løsninger for overløp
- Trasé til ny Sluppen bru

6.5.2 Sanering og separering

Området ovenfor Utleirvegen er bygd som separatsystem, men dette er i dag ikke virksomt. Å få dette området virksomt er det viktigste formålet med prosjektet. I dag går spillvann og overvann i fellesledning fra Utleirvegen og ned til Fredlybekken pumpestasjon ved Nidelva. Fellesledningen ligger i den gamle dalbunnen på til dels stor dybde. Nå planlegges nye hovedløp for spillvann og overvann fra Utleirvegen til Nidelva. De planlagte tiltakene skal hindre dagens store overløpsutslipp til Nidelva.

Det anlegges en ny hovedtrasé for spillvann langs den åpne bekken fra Utleirvegen til Bratsbergvegen. Deretter går spillvannsledningen ned Sluppenvegen og med selvføll over planlagt vegbro og ned til avløpstunellen som fører spillvannet videre til renseanlegg. I tillegg til denne traséen vil det separeres i flere sidegrener. Fra sidegrenene går overvannet inn på bekken og spillvann inn på hovedspillvannsledningen langs bekken.



Figur 21. Illustrasjon viser med rosa skravur de områdene som kan bli separatsystem i forbindelse med utbyggingen av de planlagte overvanns- og spillvannsledningene.

Spillvanns- og overvannsledninger i sidegrener til Fredlybekken

Prosjektet omfatter separering og tilknytting i et ti-talls punkter inkludert startpunktet ved Utleirvegen. Sidegrenene varierer stort i omfang fra et større anlegg i Ullins veg til mindre omfattende tilknyttinger som ved Nidarvoll barnehage der det allerede er forberedt for tilknytting.

I tillegg til hovedtraséen langs bekken og i Sluppenvegen planlegges separering i følgende områder:

- Leirfossvegen
- Stubbanvegen
- Ullins veg
- Steindalsvegen
- Utleirvegen
- Tempevegen
- Sluppen
- Sunnlandsvegen
- Bård Iversens veg
- Karl Jonssons veg
- Njords veg

Dimensjonering

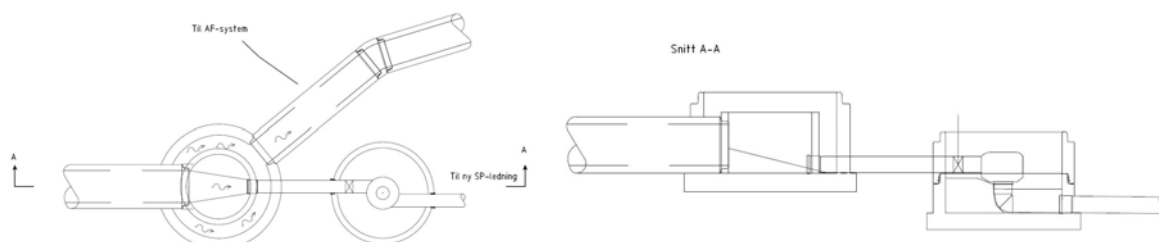
Avløpsledningene er dimensjonert for å ha kapasitet til å håndtere en fremtidig situasjon der hele nedslagsfeltet er blitt separatsystem, dette er viktig for at ledningene skal få en lang levetid. For å dimensjonere ledningene er det tatt utgangspunkt i modelleringer DHI har utført for planområdet. DHI har laget 3 notater som beskriver dette nærmere, *Avløpsmodellering Fredlybekken*, *Notat, dimensjonering Sluppen avløp* og *Notat, Utvidet forurensningsanalyse Sluppen avløp*.

Materialvalg

Materialvalg for avløpsledningene følger hovedsakelig VA-normen. PVC er brukt for mindre dimensjoner (\leq DN 315) der ledningene ikke ligger for dypt eller i svært trafikkerte veger. PE 100 RC er brukt der ledningene legges ved styrt boring. PE er brukt på spillvannsledning i ny Sluppen bru. Det er også brukt PE for avløpsledninger i skråning med mer enn 200 promille fall. Ellers er alle avløpsledninger planlagt i betong.

Fordelingsoverløp

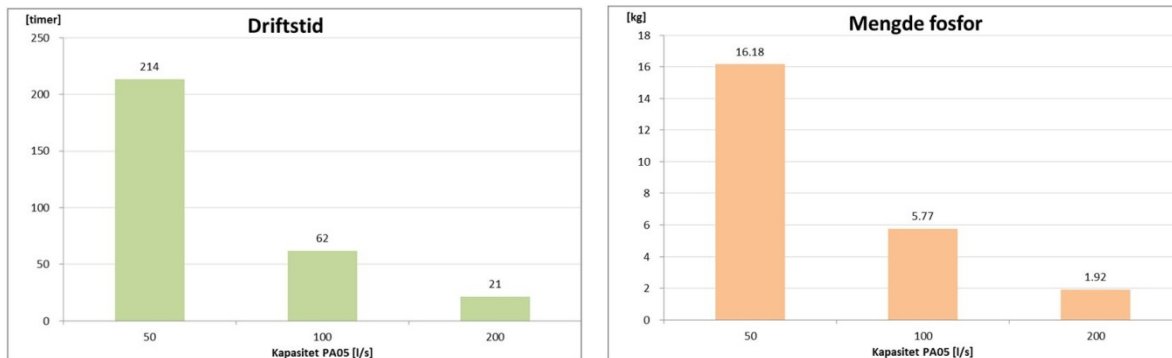
Det planlegges 3 fordelingsoverløp i prosjektområdet for å fordele avløpsvann mellom gammelt og nytt avløpssystem. Fordelingsoverløpene plasseres der større fellesledninger kommer frem til nytt separert system. Tørrværsavrenningen går til ny spillvannsledning, mens avløpsvannet fordeles mellom ny spillvannsledning og gammel fellesledning ved nedbør og/eller snøsmelting. Fellesledningene går til avløpspumpestasjonen ved Nidelva og medfører pumpekostnader, men fører ofte også til overløpsutslipp. Derfor er det ønskelig å få så mye som mulig av dette på ny selvføllsledning i brua. Fordelingsoverløpene anlegges slik at kapasiteten på spillvannsledningen nedstrøms blir oppfylt. Det foreslås å bygge overløpene i form av to kummer med virvelkammer som vannføringsregulator i en kum og et sentraloverløp i tilstøtende oppstrøms kum. Fordelingsoverløpene plasseres bak Klæbuveien 211, ved Prix i Leirfossvegen og ved Tempevegen 37.



Figur 22. Prinsippskisse for fordelingsoverløp. Plan og snitt.

Dagens utslipp til Nidelva er vesentlig, til tross for en pumpekapasitet på 240 l/s har overløpet om lag 1500 timer driftstid i året og slipper ut om lag 600 kilo fosfor per år. Det er et mål å redusere driftstiden av overløpet til under 100 timer i et gjennomsnittså.

DHI har utført en modellering av avløpsnett i planområdet for å finne effekten av fordelingsoverløpene med hensyn på driftstid for overløpet og fosforutslipp ved forskjellige pumpekapasiteter for avløpspumpestasjonen. Utgangspunktet for beregningen er en situasjon som følge av dette prosjektet der de planlagte avløpsledningene er bygd og der deler av dagens fellessystem er separert. Hovedresultatet fra modelleringen er at man ved en pumpekapasitet på 100 l/s kan få en driftstid ned i 62 timer og et utslipp på 6 kg fosfor i et gjennomsnittså. Figur 23 viser driftstid og fosforutslipp ved forskjellige pumpekapasiteter.



Figur 23. Driftstid og fosforutslipp ved forskjellige pumpekapasiteter for planlagt utbygging med 3 fordelingsoverløp

6.5.3 VA anleggsgjennomføring

Anleggsgjennomføringen for VA-ledninger i prosjektområdet er noe komplisert. Det er til dels svært dype grøfter, til dels store dimensjoner, mye dårlige grunnforhold og avfallsdeponiet må krysses. Det planlegges åpen grøft der grøftedybden er 0 – 3 meter og åpne grøfter med grøftkasser der dybden er 3 – 5 meter. Der grøftene er dypere enn 5 meter planlegges det spunting. Flere plasser må gravingen utføres seksjonsvis for å opprettholde geoteknisk stabilitet i området. På noen traséer planlegges det styrt boring/rørpressing. Dette er både for å slippe å grave dypt og for å minimere påvirkning på trafikk eller andre funksjoner på overflaten. Følgende steder er det foreslått styrt boring/rørpressing: under E6 og Omkjøringsvegen, under Bratsbergvegen, under Tempevegen, langs Sluppenvegen, under Leirfossvegen, langs Utleirvegen og til pumpestasjon (fjellboring). Traséene med styrt boring/rørpressing er lagt med fall på minst 9 promille. Fallet kan økes noe, men dette vil gi enda dypere ledninger og kummer.

Se vedlagt tabell *Oversikt over VA-traséer* for mer info om hver trasé. Mer info om dette finnes også i et eget notat om geotekniske forhold (vedlagt notat 415223-RIG-NOT-002).

Det er avholdt et møte med Trondheim bydrift og Politiet der alle traséene er gjennomgått for å kartlegge begrensninger med tanke på stenging av veger i forbindelse med anleggsarbeidene. Dette er omtalt nærmere i del 6.9.1 og vist i Tabell 8.

6.5.4 VA - traséer

Sluppenvegen

Lengde: 825 meter

Ledninger: VL 200, VL 400, SP 500, OV 600

Område: Sterkt trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- dype grøfter
- Trafikk i Sluppenvegen må opprettholdes
- Mange ledninger og store dimensjoner
- Lite fall

- Kryssing av E6 i bunnen av Sluppenvegen
- SP og VL skal gå videre over ny Sluppen bru
- Terreng nedenfor E6 skal endres i forbindelse med ny rundkjøring og ny bro

Valgte løsninger:

- SP og OV som må ligge dypt legges hovedsakelig med styrt boring
- Vannledninger legges med normal overdekning i grøntareal utenfor veg. Legges ved konvensjonell graving
- Avløpsledningene er lagt med minimum 9 promille fall
- OV og VL legges med styrt boring under undergangen under E6. SP kan ikke legges i samme trasé da den da ville kommet ut på lavere nivå enn ny Sluppen bru og selvfall til avløpstunnel ikke ville vært mulig. Vannledningen må ha trykkklasse PN16 (500 PE100 SDR9).
- SP legges så nært byggegrensa for Kjeldsberg eiendom som mulig for å beholde høyde ved å slippe å gå ned mot undergang. Ledningen legges med styrt boring under E6 30 meter nord for VL og OV. Ledningen får da selvfall til ny Sluppen bru. (Dette er en egen trasé som blir omtalt senere under SP til ny bro)
- Løsninger nedenfor E6 må ses videre på etter som planene for ny rundkjøring og bro utvikler seg
- Foreslåtte startpunkter for styrt boring
 - Fra terreng ved rundkjøring nederst i Sluppenvegen, 20 meter fra kumgruppe 8.
 - Grop på parkeringsplass utenfor Sluppenvegen ved kumgruppe 18, gropen blir også mottaksgrop for trasé fra Leirfossvegen.
 - Grop ved Shell øverst i Sluppenvegen, grop brukes også til styrt boring til Nidarvoll skole.

Nidarvoll skole

Lengde: 355 meter

Ledninger: SP 500

Område: Skoletomt

Spesielle utfordringer:

- Kryssing av Bratsbergvegen utføres med styrt boring fra boregrop øverst i Sluppenvegen (samme grop som brukes til styrt boring i Sluppenvegen)
- Må ikke komme i konflikt med eksisterende skolebygg eller planlagt skolebygg
- Avfallsdeponi, der ledningen legges over deponimasser vil masseutskifting være nødvendig, dette er svært kostbart
- Kryssing Klæbuveien

Valgte løsninger:

- Kryssing Bratsbergvegen utføres med styrt boring fra boregrop øverst i Sluppenvegen (samme grop som brukes til styrt boring i Sluppenvegen)
- For å unngå å komme i nærheten av deponiet burde ledning bli lagt tvers over skoletomta mellom eksisterende bygg. Plan for ny skole gjør at dette ikke blir mulig, skolen er også lagt helt ut mot deponiet i planene. SP legges så nært deponiet som mulig, der det ser ut til at det skal gå fint uten masseutskifting under ledning. Byggegrense for nytt skolebygg blir satt ut fra plassering av spillvannsledningen. Skolebygg må fundamenteres ned til ledningsnivå hvis det skal gå nært ledningen.
- Ledningen må uansett krysse avfallsdeponiet, det gjøres i samme trasé som bekkekulvert også krysser. Her må det masseutskiftes ned til fast grunn.
- Kryssing Klæbuveien utføres med graving, felles trasé med bekkekulvert.
- Anleggsarbeider må trolig utføres i skoleferien da store deler av skolegården blir berørt.

SP langs bekk – Nedre del

Lengde: 480 meter

Ledninger: SP 400-500

Område: Tett boligområde/lett trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Lite overdekning i nederste del
- Bekkekulvert og SP i samme trasé – størrelse på bekkekulvert gir utfordringer for påkobling av SP ledninger fra den siden
- Tett boligområde med liten plass tilgjengelig for bekkekulvert og SP, nytt bygg planlagt.
- Dårlige grunnforhold

Valgte løsninger:

- Terrenget heves noe i nederste del for å få tilstrekkelig overdekning over SP og bekkekulvert
- Bekkekulvertens høyde kan ikke endres og topp rør er så høyt at ledninger ikke bør gå over. SP ledningens høyde senkes enkelte plasser så tilkoblinger fra bekkekulvertens side kan krysse under kulverten.
- Deler av strekket må spantes for å få plass til SP og bekkekulvert mellom eksisterende og planlagte bygg.
- Seksjonsvis graving for å opprettholde stabilitet under anleggsperiode

SP langs bekk – Øvre del

Lengde: 580 meter

Ledninger: SP 300-400

Område: Bekkedal

Spesielle utfordringer:

- Kryssing Utleirvegen
- Dårlige grunnforhold
- Terrenge heves under bekkebunn.

Valgte løsninger:

- Ledning legges ved graving i forbindelse med utgraving for gang- og bekkekulvert
- Seksjonsvis graving for å opprettholde stabilitet under anleggsperiode
- Høyder på spillvannsledning må tilpasses ny terrenghøyde når landskapsendringer langs bekk er bestemt.

Fra Leirfossvegen

Lengde: 335 meter

Ledninger: SP 400, OV 500

Område: Parkeringsplass, næringsområde, intern veg

Spesielle utfordringer:

- Dype grøfter
- Kryssing Leirfossvegen
- Nært kvikkleiresone

Valgte løsninger:

- Traséen legges med styrt boring fra boregrop på parkeringsplassen til prix.
- Ved styrt boring får man krysset Leirfossvegen, man unngår utfordringer med graving nært kvikkleiresonen og man sliper å grave dype grøfter

- Traséen gjennom næringsområdet er valgt istedenfor løsning fra forstudier som gikk langs Bratsbergvegen, denne løsningen er valgt for å få tilstrekkelig fall på ledningene uten å komme mye dypere i Sluppenvegen. Ledningene ligger med 10 promille fall.

Stubbanvegen

Lengde: 245 meter

Ledninger: SP 400, OV 500

Område: Lett trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Dype grøfter i øvre del
- Tilkobling til SP langs bekk og bekkekulvert
- Dårlige grunnforhold

Valgte løsninger:

- Styrt boring i øvre del
- Startpunkt styrt boring i ledningsgrøft ved kumgruppe 108.
- I nedre del må OV legges høyere en SP så den kan krysse over SP langs bekk og kobles på bekkekulvert.
- Seksjonsvis graving for å opprettholde stabilitet under anleggsperiode

Ullins veg

Lengde: 450 meter

Ledninger: SP 300, OV 600

Område: Lett trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Dype grøfter i øvre del
- Tilkobling til SP langs bekk og bekkekulvert
- Dårlige grunnforhold
- Boliger sør for veg er koblet på AF-ledning i dårlig stand

Valgte løsninger:

- Styrt boring i øvre del – Man vil oppnå en bedre løsning med grunnere grøfter om det legges nye avløpsledninger også fra Ullins veg 24 til 46. Nye ledninger kan da legges i samme trasé som eksisterende AF fra profil 350 til 450, der er terrenget lavere som gjør at grøftene ikke blir like dype. Dette bør vurderes.
- Startpunkt styrt boring i ledningsgrøft ved kumgruppe 52.
- I nedre del må OV legges høyere en SP så den kan krysse over SP langs bekk og kobles på bekkekulvert.
- Seksjonsvis graving for å opprettholde stabilitet under anleggsperiode
- Boliger bør få pålegg om separering i forbindelse med legging av Ny SP og OV. AF kan da legges ned (fra kum 12153 til kum 30991).

Steindalsvegen

Lengde: 250 meter

Ledninger: SP 300, OV 800/1200

Område: Moderat/høyt trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Dype grøfter
- Tilkobling Christian Eggens veg ligger dypt

Valgte løsninger:

- Styrte boring
- Startpunkt for styrt boring ved garasjer 50 meter vest for kumgruppe 90.

Utleirvegen

Lengde: 210 meter

Ledninger: OV 1000

Område: Moderat – høyt trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Veg kan ikke stenges over lengre tid

Valgte løsninger:

- Ledning legges ved styrt boring evt. Pressing av rør
- Startpunkt/grop for styrt boring/pressing kan legges ved kumgruppe 181 ved parkeringsplassen til Nardosenteret.

Tempevegen

Lengde: 475 meter

Ledninger: OV 600/355, SP 355, VL 250

Område: Moderat – høyt trafikkert veg

Spesielle utfordringer:

- Trafikk må opprettholdes både for biler og myke trafikanter
- Nylig oppgradert sykkelveg
- Kryssing av AF med ukjent høyde, aktuelle kummer er ikke funnet
- Kryssing av bekkekulvert
- Terreng i nedre del skal endres i forbindelse med ny rundkjøring og ny bro
- Kryssing av lekkasjesone fra overføringsledning (DN400) til forsyningsledning (DN200).

Valgte løsninger:

- Ledningene legges ved styrt boring
- Startpunkt styrt boring
 - Fra grøntområde eller internveg utenfor Tempevegen, 40 meter nord for kumgruppe 66.
 - Fra grøntområde utenfor rundkjøring, 20 meter fra kumgruppe 6.
- Kryssende AF må graves opp så høyde kan påvises for bygging. Traséen kan tilpasses hvis det blir konflikt med ledning.
- Traséen går over kryssende bekkekulvert
- Løsninger i nedre del må ses videre på etter som planene for ny rundkjøring og bro utvikler seg
- Vannmåler plasseres i kum V6 for å opprettholde kontroll over de forskjellige lekkasjesonene.

Sluppen

Lengde: 605 meter

Ledninger: SP 200, OV 200/250

Område: Grøntareal ved næringsområde

Spesielle utfordringer:

- Kryssing bekkekulvert
- Kryssing AF 450
- Dårlige grunnforhold

- Deler av trasé går over avfallsdeponi
- Konflikt med planlagt bygg

Valgte løsninger:

- Trasé går over bekkekulvert
- Traséen skal passere over AF, nøyaktig høyde på kryssningspunktet bør sjekkes før anlegget settes i gang
- Seksjonsvis graving for å opprettholde stabilitet under anleggsperiode
- Trasé er lagt nært E6 for å komme i det området som er utfyllt i forbindelse med vegen, kryssing av avfallsdeponi bør derfor ikke medføre noe problem her.
- Traseen går over tomt der det er planlagt nytt bygg, hvis traseen flyttes utenfor havner den i søppelfylling. Traseen tilpasses nytt bygg når planene har kommet lenger.

Bård Iversens veg - inkl Bratsbergvegen, Karl Jonssons veg, Njords veg og Tors veg

Lengde: 900 meter

Ledninger: OV 500, SP 300, VL 400

Område: Moderat trafikkerte veger

Spesielle utfordringer:

- Kryssing bekkekulvert
- Dårlige grunnforhold
- Nye ledninger må deler av traséen legges over eksisterende AF
- Tilkopling til vannledning i høytrykksone i Tors veg

Valgte løsninger:

- Traséen krysser forbi bekkekulverten. For at SP ikke skal komme lavere enn nødvendig støpes det inn et trekkerør for SP300 i et kulvertelement. Vannledning legges isolert over bekkekulvert.
- Ett østgående felt i Bratsbergvegen kan stenges i forbindelse med graving av dette strekket.
- Første del av Bård Iversens veg legges ved styrt boring.
- Startpunkt styrt boring på parkeringsplass ved NAF, 30 meter vest for kumgruppe 113.
- I øvre del av Bård Iversens veg graves det seksjonsvis med grøftekasse.
- I et strekk på 100 meter i Karl Jonssons veg må nye ledninger legges over AF. Det er kun 5 bygg som er tilknyttet denne ledningen, så midlertidige løsninger kan lett etableres under anlegg. Siden AF må legges ned må de aktuelle eiendommene separere avløpssystemet sitt før eller i forbindelse med at anlegget startes.
- Det ligger en vannledning DN400 i Tors veg som er i lavtrykksone, ny vannledning må gå langs denne og forbi eksisterende reduksjonskum i Tors veg. Samtidig som legging av den nye ledningen byttes eksisterende ledning ut da denne har hatt flere lekkasjer.

Sunnlandsvegen

Lengde: 140 meter

Ledninger: OV 300, SP 300

Område: Parkeringsplass, kryssing omkjøringsvegen, hage

Spesielle utfordringer:

- Kryssing omkjøringsvegen
- Kryssing AF 375

Valgte løsninger:

- Traseen er lagt under AF375, det bør tas nærmere innmålinger for å undersøke om det er mulig å legge ledningene høyere og krysse over fellesledningen.
- Kryssing av omkjøringsvegen utføres ved styrt boring

- Startpunkt styrt boring på parkeringsplass ved Motor Trade.

Fra pumpestasjon

Lengde: 255 meter

Ledninger: OV 710, SP 200

Område: Bratt skråning med tett skog

Spesielle utfordringer:

- Bratt skråning

Valgte løsninger:

- Konvensjonell graving
- Tiltak knyttet til bratt ledningsgrøft må vurderes
- Ledninger med strekkfaste skjøter

Over Nidelva

Lengde: 250 meter

Ledninger: VL 500, SP 630

Område: Over bro, rundkjøring

Spesielle utfordringer:

- Ledninger krysser i bro
- Varmeutvidelse av ledninger
- Høyt vanntrykk
- SP skal kobles på dyptliggende avløpstunnel

Valgte løsninger:

- Vannledning utføres i preisolert PE100 SDR9 med varmekabler for å hindre frysing i stillestående vann
- SP føres til avløpstunnel ved inntrekking av PE-ledning i borhull i fjell

SP til ny bro

Lengde: 340 meter

Ledninger: SP 500

Område: Gressareal på næringsområde, kryssing E6, rundkjøring

Spesielle utfordringer:

- Kryssing E6
- Kryssing OV fra trasé Sluppen
- Terreng i nedre del skal endres i forbindelse med ny rundkjøring og ny bro
- Liten overdekning

Valgte løsninger:

- Ledning krysser E6 ved styrt boring
- Startpunkt styrt boring på grøntareal utenfor Sluppenvegen, 25 meter vest for kum S172.
- Løsninger i nedre del må ses videre på etter som planene for ny rundkjøring og bro utvikler seg

Til pumpestasjon

Lengde: 305 meter

Ledninger: VL 500

Område: Bratt skråning med tett skog

Spesielle utfordringer:

- Kryssing jernbanespor
- Trolig fjell
- Svært bratt
- Mulig bygging av vegtunnel i samme trasé

Valgte løsninger

- Ledning legges ved fjellboring med inntrekking av PE-rør
- SDR9 på grunn av høyt trykk ved Nidelva
- Tiltak knyttet til bratt ledningsgrøft må vurderes
- Ledninger med strekkfaste skjøter
- Det vurderes å legge vannledning gjennom vegtunneltrasé.

Tilstand på eksisterende fellesledninger

Trondheim kommune har foretatt rørinspeksjoner på noen av de eksisterende fellesledningene i prosjektområdet. Hovedresultatene er oppsummert i tabellen under. Skadeklasser har gradering 1 – 5, der 1 er «meget god» og 5 er «ubrukelig».

Tabell 6: Oppsummering av skadeklasser fra rørinspeksjoner.

Område	Ledning	Skadeklasse
Steindalsvegen	700 AFK 1964	3-4
Ullins veg	225 AF 1979	4-5
Langs VA-trasé «SP langs bekk – nedre del»	1100 AF 1959	4-5
Stubbanvegen	225-300 AF 1959	2-5
Stubbanvegen	400 AF 1979	1-4

Fellesledningene i Steindalsvegen og Ullins veg kan legges ned i forbindelse med legging av nye spillvanns- og overvannsledninger. 225 AF i Stubbanvegen kan også legges ned, de andre ledningene i Stubbanvegen må fortsatt være i drift. For ledningene med tiltaksklasse 4 og 5 som fortsatt må være i drift bør det vurderes tiltak for å bedre tilstanden til ledningen.

Oversikt over fellesledninger som kan legges ned

En oversikt over fellesledninger som kan tas ut av drift er vist i Tabell 7. For noen av disse vil det kreves at eiendommer langs ledningen må separere sitt avløpssystem. Om lag 1400 meter med kommunale fellesledninger kan tas ut av drift.

Tabell 7: Oversikt over fellesledninger som kan legges ned.

veg	dimensjon	byggeår	fra kum	til kum	lengde	Antall bygg koplet til	Antall med separatsystem	Kommentar
Steindalsvegen	700	1964	24686	24967	220	0	-	Er i middels-dårlig tilstand
Steindalsvegen	250	1969	25117	24644	30	0	-	
Langs bekk - øvre del	800	1963	24967	12007	283	10	4	
Ullins veg	225	1979	12153	30991	310	10	0	Bør utføres pga tilstand på

								AF
Stubbanvegen	225	1959	26007	26018	130	7	4-6	Bør utføres pga tilstand på AF
Karl Jonsons veg	225	1957	33614	?	110	5	0	Må utføres da nye ledninger legges i samme trasé
Bård Iversens veg	200	1984	33614	33429	340	5	minst 1	

6.6 Vannpumpestasjon

6.6.1 System

Ny hovedvannledning skal kobles til eksisterende vannledning i Waldemar Aunes veg. Eksisterende vannledning ligger i trykksone Høgåsen, kote +193. Det er derfor nødvendig med en trykkøkningsstasjon i Waldemar Aunes veg. Hensikten med vannledningen er å oppnå ekstra sikkerhet i vannforsyningen. Trondheim kommune ønsker også mulighet til å føre vann i motsatt retning, så det må også være mulighet til å redusere vanntrykket på samme sted ved forsyning fra vest mot øst.

Det er utført en kapasitetsanalyse for vannledningen, se kapittel 5.3. Den viser at vannledningen har en maksimal kapasitet på 155 l/s. Trykk inn på stasjonen ligger da på kote +112. Denne kapasiteten er for liten til å kunne forsyne vestre del av Trondheim og Melhus. Ved forsyning fra vest mot øst viser analysen at kapasiteten ligger i området 250–300 l/s. Trondheim kommune vil på et senere tidspunkt avgjøre behovet for trykkøkningsstasjonen i sammenheng med sårbarhetsanalyse for hele kommunen.

6.6.2 Pumper

En grov dimensjonering av pumpene i stasjonen er utført ved hjelp av dataprogrammet Grundfos CAPS. Systemverdiene fra forrige avsnitt er brukt.

Det bør installeres tre pumper slik at én alltid står i reserve. Hver pumpe skal ha en effekt på 11 kW. Pumpene turtallsreguleres med frekvensomformere og styres mot nivået i Høgåsen høydebasseng.

Under normal drift vil frekvensomformerne gi kontrollert start og stopp på pumpene slik at en unngår trykkstøt og spenningsvariasjoner på strømmettet. For å unngå trykkstøt ved nettutfall utstyres hver pumpe med svinghjul. Dersom svinghjul er svært kostbart, kan alternativ løsning med trykktank vurderes.

Pumpene skal stå på gummifundamenter, eller ha tilsvarende vibrasjonsdemping. En skal ikke ha vibrasjoner i bygningen som medfører støy til omgivelsene

6.6.3 Annet utstyr

Det monteres en reduksjonsventil for å kunne føre vann fra vest til øst. Motorstyrte ventiler kobler reduksjonsventil og pumper inn og ut.

Driften av stasjonen styres av en PLS, som også beregner pumpet volum. PLS tilkobles en EA-utestasjon. Data presenteres både på lokalt operatørpanel og overføres til driftssentral.

Alle rørføringer innvendig i stasjonen utføres i syrefast stål (AISI 316 eller SIS 2343).

6.6.4 Bygning

Trykkøkningsstasjonen bygges ved snuplassen i enden av Waldemar Aunes veg. Bygningen har én etasje og kjeller. Pumper, operatørrom og WC er i første etasje, mens rørføringer og reduksjonsventil er i kjelleretasjen. Bygningen oppføres i betong med forblending av teglstein. Innvendige lettvegger bygges av stålstendere med platekledning. Det skal brukes korrugerte takplater. Takplater og gesimsdekninger skal være i lakkert galvanisert stål.

6.7 Landskapsutforming og turveg

6.7.1 utfordringer og problemstillinger knyttet til landskapsutforming og grønnstruktur

- Varierende vannmengder, skal se vakkert ut ved små vannmengder samtidig som det skal tåle flomsituasjoner
- Kontakt med vannet kontra fare for oversvømming/ødeleggelser og fallforhold/sikkerhet
- Lite fall på bekk i Nidarvollområdet gir begrensninger til variert utforming av bekkeløpet både horisontalt og vertikalt
- Dyptliggende trasé for bekk, pga. krav til fallprosent på bekk/overvannsledninger
- Arealknapphet og mange ønsker og behov ved ny Nidarvoll skole
- Privat eide arealer blir berørt, deler av eiendommer blir omregulert til offentlig formål (grønnstruktur)
- Bekk og park på fylling begrenser muligheter for konstruksjoner, materialbruk og andre tiltak som krever fundamentering
- Krav til områdestabilitet har gitt føringer for plassering av bekk og turveg, endringer i massebalanse medfører graving og fjerning av mye vegetasjon (øvre del, delstrekning 6 og 7)
- Biologisk mangfold, svartelista arter
- Vannkvalitet, utforming som fremmer god vannkvalitet
- Sammenhengende hovedturveg, delvis langs bekk, langs veg, gjennom boligområder og næringsområder
- Hovedsykkelrute, trasé ikke avklart
- Kryssing av hovedveger/ utforming av kryssområder
- Universell utforming
- Sikkerhet langs bekk

Bekken vil bli «livsnerven» og det sentrale landskapslementet gjennom områder der denne åpnes. Det er lagt vekt på en variert opplevelse av vannet, bl.a. med kontraster mellom stillestående og rennende vann og med en variert utforming av vannkant med muligheter for enkelte steder å komme ned til bekken. Det er lagt vekt på tiltak for å bedre vannkvaliteten, blant annet med vegetasjon som skal hindre solinnstråling ved dammer, og for å tilrettelegge for økt biologisk mangfold. Dette gjelder bl.a. tiltak som naturlige filter, regnbed, vannspeil/terskler, dammer, kantvegetasjon, variert utforming og strømningsforhold mm. Sikkerhet knyttet til bekk og vannspeil har vært et annet sentralt hensyn under planleggingen.

Det er jobbet med å finne naturlige ganglinjer samt gode og varierte plasser for lek og opphold. Vi ser for oss at karakteren på områdene i den øvre delen vil være mer naturpreget enn den nedre delen.

Parallelt med forprosjektet foregår det utarbeidelse av ny reguleringsplan for Nidarvoll skole. Det har vært et nært samarbeid med Utbyggingsenheten i Trondheim kommune, som har ansvar for denne reguleringsplanen. Intensjonen har vært å få til gode og helhetlige løsninger både for skolen, bekken og grøntdraget på denne strekningen. Arealene mellom Bratsbergvegen og Sluppen næringspark vil på sikt bli et tett utbygd næringsområde med mange ansatte. Langs denne strekningen foreslår vi at arealene opparbeides bl.a. med oppholdsplasser for voksne, som for eksempel kan brukes i lunsjpausen.

Materialbruken vil være robust. I nedre deler må løsninger og materialbruk være tilpasset evt. plassering på søppelfylling (med muligheter for setninger). En kort strekning av åpen bekk går i støpt kanal øst for Nidarvoll skole. På øvrige strekninger er bekken lagt på løsmasser. Konstruksjoner og erosjonssikring er dimensjonert for 200 års flom + 20 %. For å få gode løsninger og turveg/ aktivitetsområder med nærhet til vannet godtas det at vannføringer større enn 20 års flom kan oversvømme deler av turvegen. Reparasjon av sti med påføring av grus på deler av strekningen må påregnes etter flomsituasjoner. Turstien ligger innenfor erosjonssikringen.

Universell utforming for ulike brukergrupper er vektlagt der dette er mulig og naturlig med tanke på terrengmessige forhold. Universell utforming er søkt integrert på en estetisk og funksjonell måte slik at løsningene blir en naturlig del av en helhetlig utforming. Det er ikke mulig med areal en har til rådighet å få til ønsket helning på alle ramper og atkomster til turdraget.

Landskapsarkitektens arbeid med estetisk utforming er samordnet med tekniske løsninger og konstruksjoner for geoteknikk og VA, og bygger på et bredt tverrfaglig samarbeid.

I videre planlegging og prosjektering må det foretas registrering og lages mer detaljerte planer for vegetasjon. Enkelte steder, spesielt på delstrekning 6 og 7 kan det være aktuelt å flytte vegetasjon midlertidig og tilbakeføre denne når nye masser har satt seg.

Svartelista arter

I Artsdatabankens Artskart er det registrert observasjoner av to svartlistede planter, skogskjegg og hybridlirekne, begge kategorisert som svært høy risiko. Det er ikke usannsynlig at det også finnes andre svartlistede arter i området, spesielt på grunn av at dalsidene er brukt til dumping av hageavfall. Etablering av bekk kan medføre spredning av slike arter, som da kan følge bekken. Også tilføring av nye jordmasser kan medføre spredning av svartelista arter. I videre planlegging og prosjektering må det stilles krav til kvalitet på og behandling av de nye jordmassene og til type vegetasjon som hindrer spredning av uønskede arter. Tiltak for å bekjempe og begrense spredning vil være en bredere offentlig grønstruktur og en buffersone med vegetasjon mellom private hager og bekk. Det er behov for en nærmere kartlegging av mulige andre svartelista arter, og eventuell økt fare for spredning.

6.7.2 Turveg

Framtidig turveg i Fredlydalen har vært vist i kommuneplanens arealdel siden 2003 som del av hovedturvegnettet i Trondheim. Også før den tid var det vurdert å etablere en sammenhengende turveg over Nardoområdet mellom Strindamarka og Nidelva. Å etablere sammenhengende turvegnett er en prioritert oppgave i kommunen med ønske om at flest mulig skal ha et turdrag 400 meter fra sin bolig. Turvegen som planlegges i forprosjektet er i tråd med overordna planer og strategier i Trondheim kommune.

Når den planlagte turvegen er ferdig, og forbindelsen videre østover mellom Utleirvegen og Risvollvegen og så er regulert og opparbeidet, er et nytt og viktig hovedturdrag i Trondheim på plass. Det vil gi et tett befolket område i byen nye muligheter for aktivitet i nærmiljøet og er svært positivt i et folkehelseperspektiv.



Figur 24. Illustrasjon viser nytt turdrag i Fredlydalen og forbindelser videre. Sykkeltkart for området er innfelt.

I forprosjektet er det vist løsninger for turvegen fra Sluppen til Utleirvegen. På denne strekningen følger turvegen bekketraseen der bekken går i åpent bekkeløp. På strekningen mellom Nidarvoll skole og Ullins veg følger turvegen eksisterende gangveger og fortau. Flere fortau foreslås utbedret i pågående reguleringsplan.

Ved Utleirvegen foreslås en gangkulvert under vegen for å gi trafikksikker tilgjengelighet og legge til rette for videreføring av turvegen mot friområdene ved Hoeggen og Steindal skoler og videre opp i marka.

Turvegen har sitt start/sluttpunkt rett øst for E6/Omkjøringsvegen ved Sluppen. Veganleggene er en barriere. Sammenhengen med Nidelvkorridoren og Nidelvstien går på fortau og gang- og sykkelveger.

Fra Sluppen er det også mulig å følge fortau og internveger i næringsområdene sørover til Smidalen. Det er ikke lagt spesielt til rette for en slik sammenheng i dag, men i reguleringsplan for Sluppenvegen 5-25 (Kjeldsbergområdet) er det vist en slik mulighet. Også fra Nidarvoll skole er det gang- og sykkelveg langs Bratsbergvegen og Leirfossvegen fram til Smidalen. I reguleringsplan for Nidarvoll skole planlegges det en undergang under Bratsbergvegen for å bedre tilgjengelighet og trafikksikkerhet.

Det er flere hovedsykkelruter som krysser turdraget i nord-sør-retning. Heimdalsruta følger Tempevegen, parallelt med Nidelvstien, Klæburuta følger Bratsbergvegen/Klæbuvegen og Nardoruta følger Utleirvegen. Moholtruta går i gatenettet nord for og parallelt med turdraget. Trasé for nedre del av denne ruta, over Sluppen, er under vurdering men er ikke avklart. Både for sykkelruta og for turdraget er god og trafikksikker kryssing av Bratsbergvegen en utfordring.

Prinsipper for plassering og utforming av turveg er beskrevet for hver delstrekning i avsnitt under.

6.7.3 Delstrekning 1-2

Tanker omkring delstrekning 1 mellom Tempevegen og Nidelva er at bekken kommer ut under Tempevegen, og utformes som er foss ned elveskråningen. Under fossen etableres et basseng som demper energien i vannet før det renner videre ned skråningen, under Nidelvstien og ut i elva. Det kan etableres turveg fra Nidelvstien opp til en flate ved bassenget, som kan bli et spennende og attraktivt sted for opplevelse av vannet. I området langs elva og Nidelvstien kan det i videre planlegging og prosjektering legges til rette for mindre flater for aktivitet, så som utendørs treningsapparater eller lignende. Det ikke laget landskapsplaner for delstrekning 1 på grunn av pågående planlegging av ny Sluppen bru og nytt Sluppen kryss, og stor usikker knyttet til de nye trafikkløsningene i området. Tiltak som kan være aktuelle i området er tatt med i kostnadsoverslaget.

Delstrekning 2 går i rør under Tempevegen, E6 og Omkjøringsvegen.

6.7.4 Delstrekning 3

De store veganleggene på Sluppen er en stor barriere og det blir ikke en direkte sammenheng i grøntdraget mellom delstrekning 1 Nidelvkorridoren, og området øst for E6/Omkjøringsvegen. Det nye grøntdraget med bekk og turveg i Fredlydalen defineres å starte ved Sluppen, øst for E6/Omkjøringsvegen.

Området er regulert i plan fra 2011, og er vist som offentlig grønnstruktur og faresone, deponi. Grønnstrukturen i reguleringsplanen er lagt til grunn for avgrensning av forprosjektet. Illustrasjonsplan som følger gjeldende reguleringsplan viser prinsipper for mulig utforming ved en tenkt framtidig situasjon med ny bebyggelse både sør for og nord for bekken. Nord for bekken kan det være aktuelt med et høyhus, og illustrasjonsplanen viser en større plass med vannspeil, møblering og vegetasjon. Reguleringsplan viser gang- og sykkelveg gjennom grøntstrukturen i nord-sør-retning, øst for internvei i området og i tillegg østover fra denne i retning Bratsbergvegen.

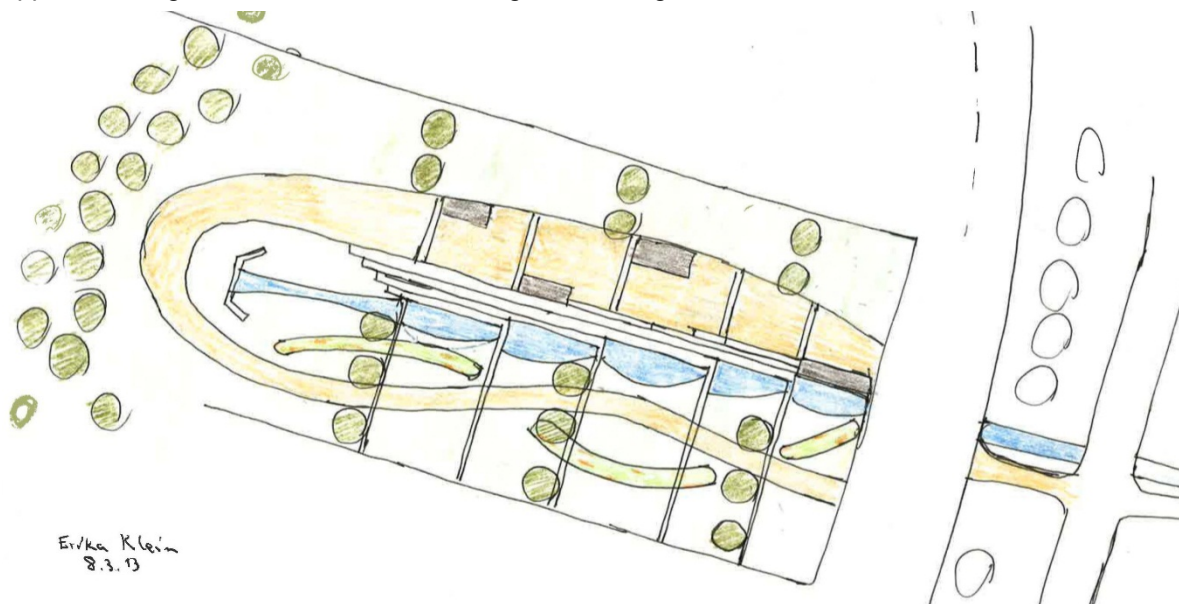


Figur 25. Utsnitt av reguleringsplan for området (april 2011). Utsnitt av Illustrasjonsplan (mars 2011) vedlagt reguleringsplan utarbeidet av ARC arkitekter

Per i dag antas det at bekken og grønnstrukturen skal opparbeides før bebyggelsen. Ved utforming av forprosjektet er det tatt hensyn til høyder på terrenget og plassen som vist på illustrasjonsplanen. Nytt terreng ligger 1-3 meter over dagens terreng. Ny bebyggelse og utforming av plassen foran bygget er ikke tatt med i forprosjektet. Forslaget for området er ikke gjennomarbeidet tilstrekkelig og må videreutvikles i neste fase av prosjektet. Det er ikke vedtatt utbyggingsavtale for området.

Intensjonene som er vist i illustrasjonsplanen fra 2011 er at denne delen av grønnstrukturen med ny bekk skal ha en urban karakter. Stedet som definerer starten/slutten på grøntdraget utformes som et helhetlig blå-grønt uterom med attraktive oppholdsareal, skjermet for støy fra Omkjøringsvegen. Det foreslås en 4-5 meter høy voll, som også vil bli en grønn fondvegg for turgåere som kommer østfra og går nedover langs bekken. Løsningen på nordsiden av bekken, med et trappeanlegg med sittetrinn kan på sikt videreføres opp mot en framtidig plass, dersom det blir aktuelt.

Terrenget på nordsiden av bekken foreslås som et variert trinnanlegg av sittetrinn og terrasser slik at det skapes sørvendte, lune sitteplasser. I bekkeløpet er det tenkt terskler og vannspeil, som sammen med et blomstrende bekkelandskap på sørsiden kan få preg av en kunstnerisk utformet hage, som et idealbilde av naturen. Stedet kan utformes som et blikkfang og attraksjon både for brukere av turdraget og på sikt brukere av bebyggelsen omkring. Trinn og terskler av naturstein blir et nytt oppholdssted og vil på sikt knytte bekken sammen med de urbane omgivelsene. Trinn og slake skråninger ned mot bekken gir mulighet til god kontakt mellom bekk og uteområdene. Bekken går inn i rør under støyvollen og veganlegget. Trappeanlegget og bekken blir liggende på fylling. Løsninger for utforming på fylling må tilpasses risiko for setninger, og det må vurderes videre oppbygging og eventuelt behov for utskifting av masser og fundamentering. En annen utforming kan være aktuell før området utvikles videre med ny bebyggelse. Ved videre utviklingen av omkringliggende arealer må utformes slik at overvann samles opp i renner og føres ut i bekken. Det betinger at terrenget har fall mot bekken.



Figur 26. Skissen viser intensjoner i utformingen av start- og slutt punkt for bekken og turvegen i Fredlydalen.

Turvegen langs Fredlybekken har sitt start- og slutt punkt i dette området og går østover. Den slynger seg rundt bekken i skråningen på sørsiden og på nordsiden av trappeanlegget. Dagens veg gjennom området i nord-sør-retning legges på bro over bekken. Turvegen vil krysse vegen. Skråningen mellom bekken og turvegen utformes delvis med gressdekke og delvis med kanter og trinn av naturstein. Ved bruene vil trinn i naturstein ta opp høydeforskjellen mellom bekken og turvegen. I forhold til illustrasjonsplan til reguleringsplanen ligger turvegen på motsatt side av bekken og blir ikke utformet som gang- og sykkelveg (hovedsykkelrute).

Bekken er foreslått med lite fall på denne strekningen. Den nye Fredlydalen med et grøntdrag og bekk starter i dette område, og bekken og turvegen går inn i den nye dalen opp mot Bratsbergvegen. Dalsøkket ligger lavere enn de bebygde arealene på sidene.

Det er ikke gjort flomberegninger på denne nederste delen av bekken. Det må gjøres i videre planlegging og prosjektering, og kan medføre behov for endringer av bekkens høyde og profil.

De østre deler av delstrekning 3 omfatter et grøntområde med ca. 30 meters bredde mellom Sluppen Næringspark og Bratsbergvegen. Områdene på begge sider av bekken vil bli omformet. På sikt er det planlagt mange nye arbeidsplasser og muligens boliger i området.

Bekk og grøntarealer blir i hovedsak liggende oppe på fyllinga. Alle tiltak må derfor tåle mindre setningsforskjeller i fyllinga, f.eks. kan naturstein ikke ha for presise kanter, og designelementer må utformes slik at dem kan bevege seg med setningene.

Tursti er inntegnet fra Sluppen næringspark til Bratsbergvegen, med tverrstier som tilknytter områdene mot nord og sør. Stien har en bredde av 2,3 m med grøft mot stigende terreng og en helning av maks 1:20. Tverrstien starter fra vest på nordsida av bekken, krysser bekken ved oppholdsplassen, og går videre på sørsida av bekken opp til Sluppenvegen. Bru for kryssing av bekken er dimensjonert for gangtrafikk.

Det er ikke tegnet gang- og sykkelveg gjennom området pga. usikkerhet knyttet til framtidige trafikkløsninger i området. Dette gjelder bl.a. plassering av sykkelruter og utforming av nytt kryss mellom Bratsbergvegen og Baard Iversens veg.

Langs denne strekningen er det planlagt oppholdsarealer først og fremst tilpasset voksne, som kan benytte arealene i lunsjpausen, under løpeturen eller ved lufting av hunden. Området foreslås utformet med kontraster mellom det urbane og det frodige, med designet møblering og blomstrende vegetasjon i vannkanten. Langs stien og bekken fra dammen til Sluppen næringspark er det foreslått en kant av naturstein. Bekken vil få en urban kant mot stien og en naturlig og variert kant på motsatt side. Sentralt på strekningen, ved bru og stikryss ligger en dam ved oppholdsareal og et lite «amfi» ned til vannet. Naturstein er også brukt som materiale til bygging av trinn i amfi, og terskler/tråkkestein i bekken. Steinene må ikke være for presise i utforming/overflate på grunn av setningsfaren. Overflater på sitteplasser må være forholdsvis jevn for å unngå at det blir stående vann. I skråningene foreslås trær som en grønn ramme og vårløk/stauder gir fargeinnslag til området. På grunn av setninger i grunnen i dette området, krever løsninger med granittblokker lokal masseutskifting med for eksempel et pukklag med tykkelse 0,2 -0,5 meter for å gi tilstrekkelig stabilitet.

Bekken vil ligge ca. 2-3 meter under dagens terrengnivå, før evt. justering av terreng høyder ved utbygging av områdene rundt. Arealet blir en grønn øy i bylandskapet, skjermet fra trafikkårer som ellers preger området.

Fallet i bekken er på 0,68 % og brukes til å få variasjon i strømningsforholdene, varierte opplevelser av vannet og bedring av vannkvaliteten. Bekkeløpet formes med små terskler med varierende bredde og plassering av lavpunkt, en «meandrerende dypål» som samler vannet. Bekkekanten kan utformes med stein, strand og planter som gir variert tilgang til vannet. Den kan også åpne seg til noen mindre dammer. Ved dammene plantes det på sørsida kantvegetasjon både i og langs dammen for å skape skyggepartier som hindrer at vanntemperaturen i bekken blir for høy (høy temperatur kan føre til uønsket algeoppblomstring). Plassering og type vegetasjon, høyder og mengder, må vurderes nærmere i videre planlegging og prosjektering.

Et naturlig filter med vegetasjon er plassert ved utløp overvannsledning like sør for Bratsbergvegen. Filteret vil holde tilbake næringssalter og partikler og vil være et frodig innslag i dalen.



Figur 27. Urban/stram utforming på ene siden av bekken på deler av området. (Kanten kan ikke ha så presis avslutning som kantene på bildet over pga. setningsfare).



Figur 28. «Naturlig» utforming på andre deler av strekningen.

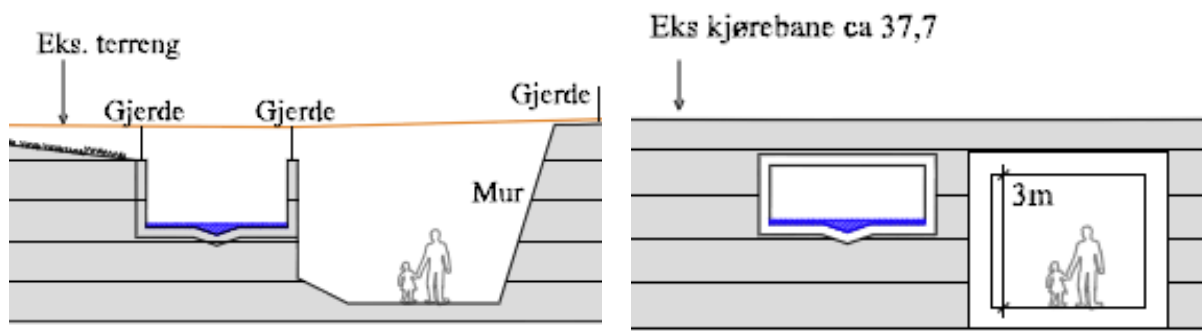


Figur 29. Kontrast mellom det urbane og det frodige, med designet møblering og blomstrende vegetasjon i vannkanten.

6.7.5 Delstrekning 4

Delstrekning 4 består av åpen bekk nord for Nidarvoll skole i et parkmessig friområde med bredde 40-45 meter. Området har flatere partier og slake skråninger opp mot tilgrensende veger. Bekkebunn er foreslått ca. 2 meter under dagens terreng. Bekken vil få svært lite fall gjennom området (0,26 %). Bekk og grøntarealer blir i hovedsak liggende oppå fylling. Bygging av ny Nidarvoll skole og nye vegplaner vil medføre endrede trafikkforhold i og rundt området. Det planlegges støyskjerming i forbindelse med utbygging av ny skole. Denne vil kunne benyttes og utformes som del av et helhetlig aktivitetsområde, og fungere som klatrevekk, taggevegg, kunstinstallasjon, o.l. I forslaget er det satt av plass til rundkjøring mellom Bratsbergvegen og Baard Iversens veg. Mulig utstrekning og plassering av denne er lagt inn i tegningene (mottatt fra TK, juni 2012).

Kryssing av tursti i kulvert under Bratsbergvegen er vurdert, spesielt med tanke på trafiksikkerhet og god framkommelighet i grønnstrukturen. (Kulvert med høyde 3m og bredde 3,5m). Alternativet er droppet, da turstien blir liggende dypt og med høye murer, spesielt på østsiden. Gangkulvert og murer er en dyr og vanskelig løsning med fundamentering på fylling.



Figur 30. Denne løsningen er tatt ut av forprosjektet. Snittene viser prinsipper for hvordan en gangkulvert kunne vært plassert for å få kryssing under Bratsbergvegen.

Det er tegnet inn en forbindelse opp til Klæbuvegen, mellom Nidarvoll helsehus og Klæbuvegen 196. Turstien krysser atkomstvegen til skolen rett nord for innkjøring til skoleområdet og parkeringsanlegg. Dette er ikke en optimal løsning i forhold til trafikksikkerhet og må vurderes nærmere ved utbygging av skolen. Stien har helning på maks 1:12. Det er utfordringer knyttet til å få til universell utforming på denne strekningen uten bruk av murer og bruk av vesentlig større arealer. Alternativ atkomst med universell utforming går på fortau mellom Sunnland og Nidarvoll skole, langs Baard Iversens veg. Øvrige stier i området har helning på maks 1:20. Alle stier er inntegnet med bredde 2,3 meter, med grøft mot stigende terreng.

Mellom den naturlige bekken og støpt kanal (delstrekning 5) er det foreslått en dam. Denne vil dempe hastigheten på vannet fra kanal over i bekk (energireduksjon) og vil være et berikende element for lek og opphold i området. Ved dammen foreslås tilrettelegging for lek og opphold spesielt for litt større barn/ ungdom. Dette både av hensyn til sikkerhet og at det vil bli leke- og oppholdsarealer i skolegården for de yngre barna. Aktuelle aktiviteter kan være klatreinstallasjoner, sitte-/lekeskulpturer, vannlek og lignende. Ned mot dammen er det foreslått et enkelt amfi av naturstein. I og ved dammen kan det legges ut tråkkstein. Også her foreslår vi å bruke naturstein som trinn, terskler og tråkkstein. Ved lav vannføring vil tråkkstein og vakkert utformede elementer i bekkebunnen fungere som positive visuelle effekter. Av sikkerhetshensyn er dybdene på vannspeilene planlagt forholdsvis liten ved normal vannføring.

Tiltak for å bedre vannkvaliteten i bekken blir tilsvarende som for området vest for Bratsbergvegen: Variasjon i strømningsforholdene med små terskler, varierende bredde/ plassering av lavpunkt («meanderende dypål» som samler vannet), dammer for fordrøyning, biologisk variasjon og sedimentasjon. På sørsida av dammene plantes det kantvegetasjon for å skape skyggepartier. Vannplanter plantes i den store dammen som naturelement og for å ta opp fosfor.



Figur 31. Variert utforming i og langs bekk, med muligheter for å komme ned til vannet. Lite fall på bekken gjør at terskler må bygges lave.

6.7.6 Delstrekning 5

I forprosjektet er det vurdert en rekke løsninger langs skoleområdet. Det pågår reguleringsplanarbeid for skoleområdet og det har vært flere koordinerende møter for å finne gode løsninger for både skolen og bekken. Skolen planlegges for over 1000 elever, og det er knapt med areal til alle skolens funksjoner, inkludert uteareal/skolegård. En åpen bekk eller kanal vil ta en del areal for å få gode løsninger med nærhet mellom vannet og sidearealene. Dersom bekken/kanalen får for smalt areal vil den åpne bekken gi få kvaliteter til skoleområdet, og det vil gi dyre løsninger. For vannkvalitet er det positivt med mest mulig åpen bekk. Etter en totalvurdering er det valgt å ikke ha åpen bekk øst for skolen, og åpne bekken først nord for ny kjøreatkomst til skolen.

Der bekken åpnes føres vannet i en støpt kanal med ca 40 meters lengde. Også på denne strekningen blir det lite fall, 0,26 %. Kanal og grøntarealer blir i liggende i ytterkant av fyllinga. Utforminga av kanalen er asymmetrisk, med to-tre lave trinn mot terrenget i sørvest, og en mer markant kanalvegg mot nord øst. Kanalen bygges i betong forblendet med naturstein, evt. med naturstein som settes i betong. Det foreslås steiner i varierte størrelser i kanalen, mulig innstøpt. Disse vil lage turbulens og et variert

strømningsbilde. Størrelse og plassering av tverrfall/ lavpunkt kan variere, bunnen kan ha bølgeform eller små terskler.

Sør for bekken er det en slak skråning opp mot skoleområdet, ca 1:3,5. Her kan det etableres anlegg for lek og aktivitet, eller skråningen kan være en mer åpen slette med spredt vegetasjon ned mot kanalen.

På nordøstsiden er turvegen planlagt ca 3-4 meter over kanalen, med en skråning på ca 1:2,5. Det er foreslått et gjerde på toppen av kanalen, mellom denne og skråning opp mot turvegen. Turvegen går opp til skolens atkomstveg fra Baard Iversens veg, krysser denne og går videre opp mellom Klæbuvegen 196 og 198 (Nidarvoll helsehus), som beskrevet under delstrekning 4.

Generelt for delstrekning 4 og 5 gjelder at ved bygging av ny skole må planer for håndtering av overvann utarbeides. Det anbefales at det her brukes åpne overvannsløsninger på utearealene.

For dagens situasjon tilpasses terreng i grønn sone kanal og skoleområdet. Ved utbygging omarbeides/tilpasses nytt terreng til planene for skolen. Grønn sone skal ha et «grønt preg» med trær og annen vegetasjon. Parkarealene på delstrekning 4 og 5 vil sammen med skolegården med tiden kunne danne et større grøntområde med varierte muligheter for lek og opphold.

Krav til sikkerhet må være tilfredsstillende og det må være muligheter for å komme seg opp om en først faller i vannet. Belysning i/ ved vannet kan gi trygghet og spennende opplevelser.



Figur 32. I kanal kan det legges inn ulike tiltak for å variere strømningsforholdene og for å samle vannet ved lav vannføring. Det vil også bidra til bedret vannkvalitet og gi en variert opplevelse av vannet.

6.7.7 Delstrekning 6

På denne strekningen foreslås bekken lagt i rør på grunn av terreng og eiendomsforhold. Strekningen går fra atkomsten til Nidarvoll skole, sørover langs skoleområdet og opp til Klæbuvegen. Fra Klæbuvegen følger bekkerebene den opprinnelige Fredlydalen, sør for Sunnland ungdomsskole opp til Odins veg og Ullins veg.

Som beskrevet under delstrekning 4 og 5, skiller turvegen lag med bekketraseen ved Nidarvoll skole. Den går opp til Klæbuvegen, krysser denne ved Sunnland ungdomsskole og følger eksisterende gangveg over skoleområdet og ned til Odins veg. Lang Odins veg og Ullins veg foreslås sammenhengende fortausløsninger. Gjennom reguleringsplanarbeidet for denne strekningen er det kommet fram ønske om en oppstramming av krysset mellom Odins veg og Ullins veg. Dette er ikke ferdig utarbeidet i forprosjektet, men vil bli vurdert videre og innarbeidet i reguleringsplanen.

Ved en framtidig utvikling av skoleområdet er det vesentlig at traséen for myke trafikanter, turvegforbindelsen, ivaretas i forhold til god tilgjengelighet og trafikksikkerhet. Traséen vil være viktig både som atkomst til Sunnlandområdet og til Nidarvoll skole, og som sammenhengende turvegforbindelse.

Det er det ikke laget egne landskapsplaner for istandsetting av arealer som blir berørt av anleggsarbeidene for legging av ledninger og nye fortau. I kostnadsoverslaget er det tatt med kostnader for etablering av ny plen og noe ny vegetasjon.

6.7.8 Delstrekning 7

Fra Ullins veg til Utleirvegen går bekk og tursti gjennom en gammel ravinedal, der Fredlybekken opprinnelig rant i bunnen av dalen. Øverste deler er forholdsvis trang. I dalen vokser lauvtre og enkelte bartre. Skogen er noe uryddig med kratt og nedfallstrær, og i dalsidene er det delvis fylt ut med hageavfall. Rett sør for blokkene i Tors veg åpner dalen seg og blir bredere med en liten flate. Her har det vært en balløkke og det er spor av både løkka og lekeapparat.

I område nærmest Ullins veg, der bekken går inn i rør, ligger bekken lavere enn dagens terreng. Videre oppover er dalbunn og bekk foreslått hevet over dagens terreng med ca 1-1,5 meter, av stabilitetshensyn. Også i øverste del av bekken, ved Yggdrasilvegen ligger bekken lavere enn dagens terrengnivå. Bekken har godt med fall på strekningen. På grunn av terrengforandringene og flytting av masser, vil mye av vegetasjonen i dalen i dag måtte fjernes og erstattes med ny. Det vil kunne ta en del år før dagens områdekarakter med naturlig krattskog vil komme tilbake.

Turstien gjennom området har en bredde på 1,3 meter + skulder på 0,5 meter på hver side. Der det er plass til det er det regnbed langs sti mot stigende terreng. Stien stiger svakt opp dalen (under 1:20). Den siste strekningen før gangkulvert under Utleirvegen har stigning 1:15. Stien ned i kulverten har stigning ca. 1:12. Kulverten under Utleirvegen har bredde 3,5 m og frihøyde 3 m. Atkomsten opp til fortau langs Utleirvegen på vestsiden er vist med bredde ca 2 meter og stigning 1:10. Her kan det også vurderes å anlegge en trapp. På østsiden er bredden ca 3 meter og stigningen 1:8. På grunn av bebyggelse, kryssende veger og terrengsituasjonen har det ikke vært mulig å få bedre stigningsforhold.

Naturlig våtmarksfilter øverst i bekken, vest for Utleirvegen, og dam nederst i området ved Ullins veg, har behov for driftsadkomst for kjøretøy. Her er det planlagt atkomst med ca. 3 meters bredde. Driftsvegen med forsterknings- og bærelag er dimensjonert i henhold til trafikkbelastning og dimensjonerende kjøretøy. Omtrent midt i dalen går det stier opp til Tors veg og Gimlevegen fra hovedturstien. Dalen er smal og bratt i dette området og det er planlagt forstøtningsmurer langs stiene. Stien opp til Tors veg har stigning ca. 1:12, og sti opp til Gimlevegen ca. 1:10.

Denne strekningen vil få et «naturlig preg». I nedre deler av området kan det anlegges et større oppholds- og lekeareal. Her foreslås det bruk av naturlige materialer som tre og stein og bruk av trær og beplantning som en del av lekearealet. De bratte skråningene på sidene av dalen egner seg godt som akebakke på vinterstid og kan være fin blomstereng om sommeren. Det bør brukes robuste materialer på lekeutstyr som tilegner seg det naturlige preget som ønskes på denne strekningen. Eksempler kan være steinhauger og store liggende treskulpturer som man kan sitte og klatre på og det kan etableres hinderløype og trehytter i skogen. Sitteplasser kan plasseres flere steder langs turstien og bekken.

Dybden på vannspeilene er foreslått forholdsvis lav ved normalvannføring. Skråninger ned mot bekken har en helning på 1:3-1:4. Dette vil ivareta sikkerhet langs bekken, og begrense faren for ulykker. Ved eventuelt fall ut i bekken vil det være mulig å komme opp på egen hånd med slike slake skråninger.

Det er godt fall og gode muligheter for å skape variasjon i og langs vannstrengen på denne strekningen. I bekken bygges små terskler og fossefall. Der det er plass til det legges bekken i naturlige slynger og det anlegges små dammer. Dette vil bedre vannkvaliteten, sikre mer stabil vannstand i bekken og gi spennende kontraster mellom rennende og stillestående vann. For å legge til rette for biologisk mangfold opparbeides bekken med varierende dybde, bunnsstrater og steinstørrelser.

Andre tiltak for å bedre vannkvaliteten vil være etablering av våtmarksfilter i første del av bekken og regnbed langs tursti, se kapittel 6.3. På sørsida av dammene plantes det kantvegetasjon for å skape skyggepartier og for å hindre at vanntemperaturen i bekken blir for høy. Vannplanter kan plantes i den største dammen sør i området som naturelement og for å ta opp fosfor.



Figur 33. Øvre del: Naturmaterialer og planting av viltvoksende vegetasjon

6.8 Geoteknikk

6.8.1 utfordringer og problemstillinger knyttet til geoteknikk

- Hensyn til både områdestabilitet og lokal stabilitet, flere kvikkleiresoner
- Kvikkleire under trasé for bekk og for ledninger
- Deponi gir ustabil grunn, fundamentering på/ved deponi
- Dype grøfter for ledninger, utfordring i anleggsperiode (lokal stabilitet)

6.8.2 Topografi

Terrenget i Hoeggenområdet mellom Utleirvegen og Klæbuvegen preget av et sterkt ravinert terreng, med gjenstående markerte terrengrygger og dels bratte skråninger mot raviner/dalbunner. På Nidarvoll/Sluppenområdet er terrenget tilnærmet flatt, før det faller bratt vest for E6 ned mot Nidelva.

I tidligere rapporter og utredninger er det utført sammenstilling av dagens og tidligere terreng basert på kart fra før oppfylling i 1952 og siste oppdaterte kartgrunnlag. Dette viser at Fredlydalen er oppfylt ca 12 m ved Bratsbergvegen, ca 8 m ved Klæbuvegen og ca 9 m ved Utleirvegen.

Langs øvre del av bekkedrag, delstrekning 7 er ikke dalen fullstendig gjenfylt, slik at det i dag fortsatt her er en dal. Delstrekning 6 er stort sett gjenfylt og fyllingshøyden er ca 5-7 m kfr. kartstudier.

Videre ned mot Nidelva er Fredlydalen gjenfylt, og fyllingsdybden i størrelse 8 – 12m.

6.8.3 Grunnforhold

Generelt består grunnen i hele området av marine avsetninger av leire og silt, men er også preget av tidligere rasvirksomhet. Dette framkommer av til dels uryddige lagdelinger med iblanding av både sand og grus. Videre er som kjent nedre del av Fredlydalen på Sluppenområdet oppfylt med søppelmasser fra tidligere kommunalt deponi for husholdningsavfall og annet avfall.

For detaljerte opplysninger om grunnforholdene i området vises det til rapporter og notater utarbeidet i forprosjektet, 415223-RIG-RAP-001-rev.001 angående områdestabilitet og 415223-RIG-NOT-002-rev.001. Her vises det også til Trondheim kommunes webbaserte grunnundersøkellesarkiv.

6.8.4 Områdestabilitet

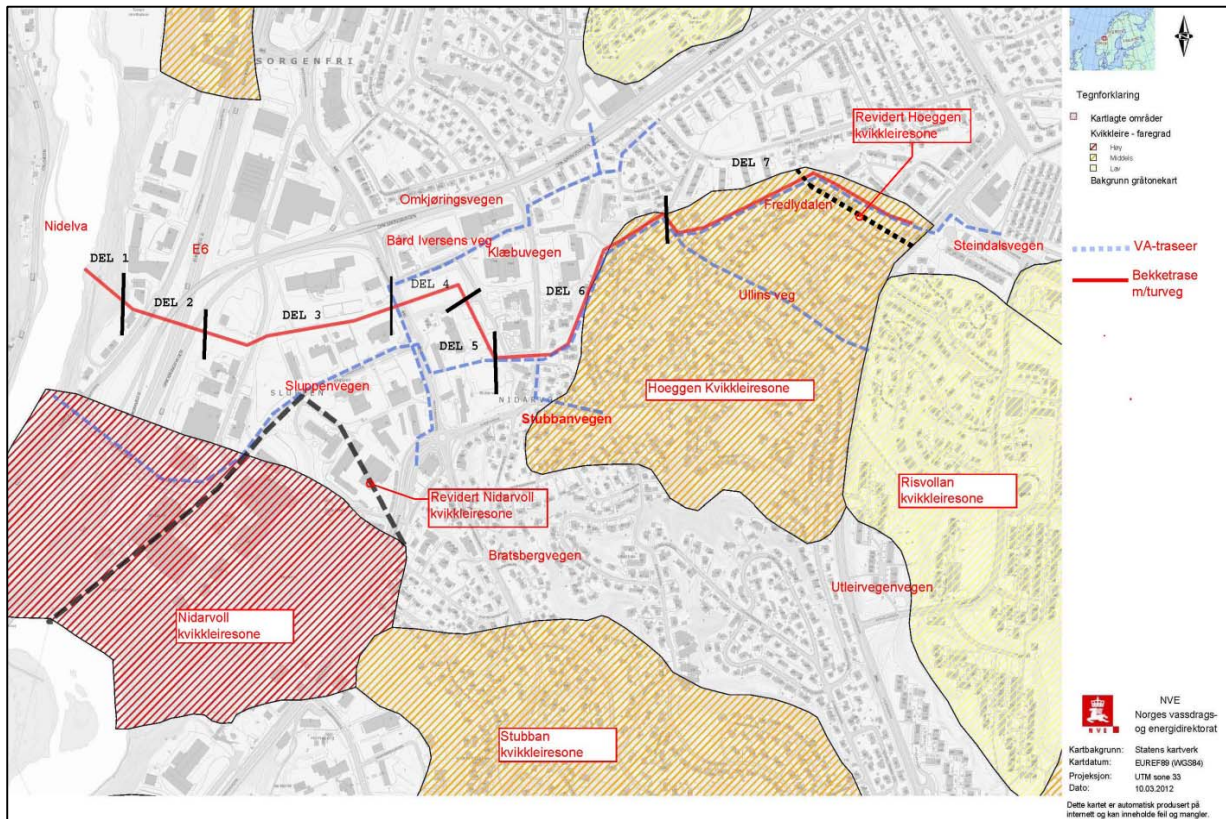
Prosjektet «Åpning av Fredlybekken» og rehabilitering av VAR-ledninger i området Hoeggen-Sluppen medfører anleggsarbeider og tiltak i og inntil kvikkleiresonene Nidarvoll og Hoeggen. Det er skrevet en egen rapport, 415223-RIG-RAP-001-rev.001, som omfatter utredning av skredfare i disse kvikkleiresonene.

Utredningen bygger i stor grad på de tidligere utredningene utført av Rambøll for henholdsvis Hoeggen og Nidarvoll.

Prosjektet medfører permanente tiltak i øvre del av Fredlydalen (åpning av bekk og heving av bekkeløp) som innebærer stabilitetsforbedring. Øvrige tiltak med legging av nye ledninger nær og i både Hoeggen og Nidarvoll kvikkleiresone er midlertidige inngrep hvor områdestabiliteten er dokumentert tilfredsstillende, under forutsetning av at lokal stabilitet ivaretas. Det forutsettes generelt at etablering av ledningsanleggene i og inntil kvikkleiresonene utføres seksjonsvis og grøfteutforming må ivareta dette i form av forsvarlige graveskråninger og eventuelt oppstøttingstiltak. Videre detaljprosjektering/byggeplan må detaljere og dokumentere dette nærmere.

Basert på tidligere utredninger av Hoeggen sone og Nidarvoll sone samt utførte vurderinger i og forutsetninger om utførelse beskrevet i egen rapport, vil prosjektet ikke medføre risiko for kvikkleireskred.

Områder som er beskrevet med utilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet i tidligere utredninger kan teoretisk berøre ledningsanleggene i dette prosjektet dersom skred skulle inntreffe. Tiltak som tilrådd i Rambølls rapporter bør derfor på sikt gjennomføres for å sikre fremtidig utnyttelse og drift av VAR-anleggene.



Figur 34. Oversiktskart geoteknikk. Prosjektet berører Nidarvoll og Høeggen kvikkleiresoner. (Delstrekning 5 er kortere enn vist her)

6.8.5 Lokal stabilitet

Bekketraséen ligger i øvre del i ytterkanten av Høeggen kvikkleiresone, og deler av ledningsanleggene ligger i Høeggen kvikkleiresone og inntil Nidarvoll kvikkleiresone. Det er utført egen stabilitetsvurdering av prosjektområdene som berører kvikkleiresonene Høeggen og Nidarvoll nevnt over. Forutsetninger for sikker gjennomføring i kvikkleiresonene gitt i denne rapporten er videreført i beskrivelsen av de enkelte delområder i eget notat 415223-RIG-NOT-002-rev.001. Utdrag fra notatet er vist i dette avsnittet.

I kvikkleireområdene er det prinsipielt forutsatt at etablering av ledninger **skal skje seksjonsvis** med utgraving og tilbakefylling. Terrenginngrepene betraktes som lokale inngrep som ikke har innvirkning på områdestabiliteten. Lokalstabiliteten må ivaretas med tilpasning av helning på graveskråninger, oppstøttingstiltak og seksjonslengder. Behov for grøftkasser og spuntavstiving av grøfter er vurdert etter grunnforholdene og nivå på ledningsfundamenter på de enkelte strekninger. Videre er det ved stabilitetsmessig vanskelige partier foreslått styrt boring for å unngå dype utgravinger.

På deler av ledningsanleggene i Nidarvoll/Sluppenområdet er det på grunn av stor dybde for nye ledninger og liten disponibel plass, foreslått at ledningene installeres ved styrt boring eller pressing av rør. Det er behov for avstivning/oppstøtting av groper for pressing/boring og etablering av kummer i enkelte områder.

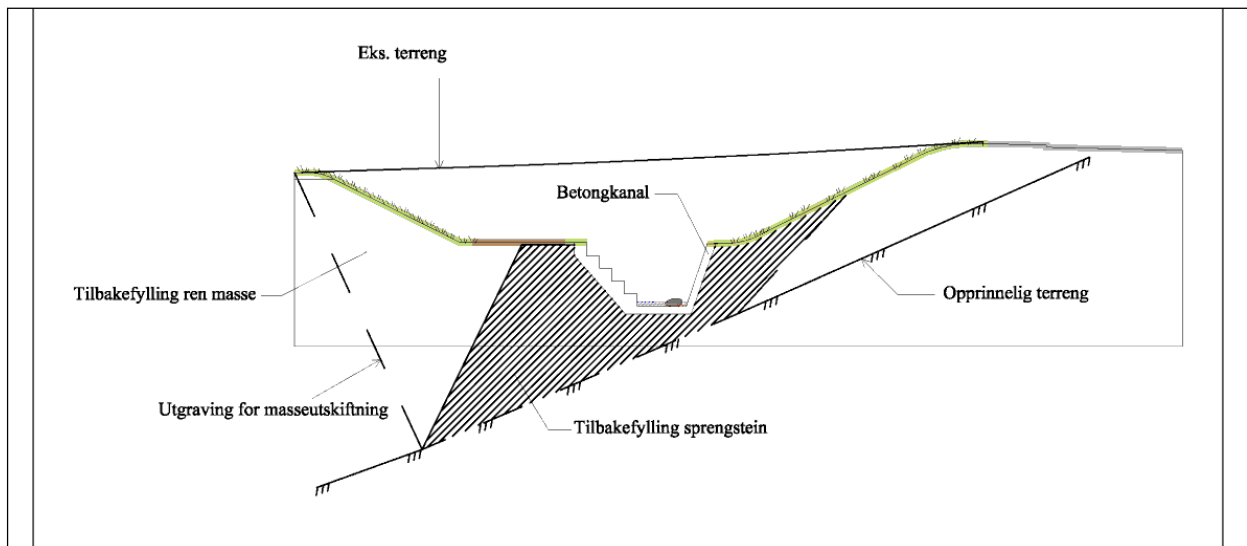
Konstruksjoner langs turstien fra Klæbuvegen opp til Utleirvegen, kan fundamenteres på stedlige masser med mindre lokale masseutskiftninger ved behov. På søppelfyllingsområdet kan lette konstruksjoner som mindre støttemurer og gangbruer fundamenteres på masseutskiftet pukkfylling.

Konstruksjoner i bekketrasé

Bekkeåpningen og tilhørende turveg medfører følgende konstruksjonselementer som er vurdert ift geoteknikk:

- Kulvert under Utleirvegen inkl støttemurer langs ramper
- Støttemurer for etablering av adkomst til turveg i Fredlydalen
- Bruer i turvegen

- Kanal ved Nidarvoll skole (frostsikring påkrevet for å unngå teleskader)
- Kulvert under Bratsbergvegen med tilhørende støttemur
- Sittekanter langs turveg, delstrekning 3
- Kulvert/Rør under E6 med pressgrop
- Foss ved Nidelva
- Bru over bekk ved Nidelva



Figur 35. Prinsippskisse av kanalkonstruksjon med masseutskifting av forurensede masser/deponi.

Konstruksjoner i ledningstraseer

Følgende konstruksjoner vil kreve utgraving/grunnarbeider i forbindelse med VA-ledningene:

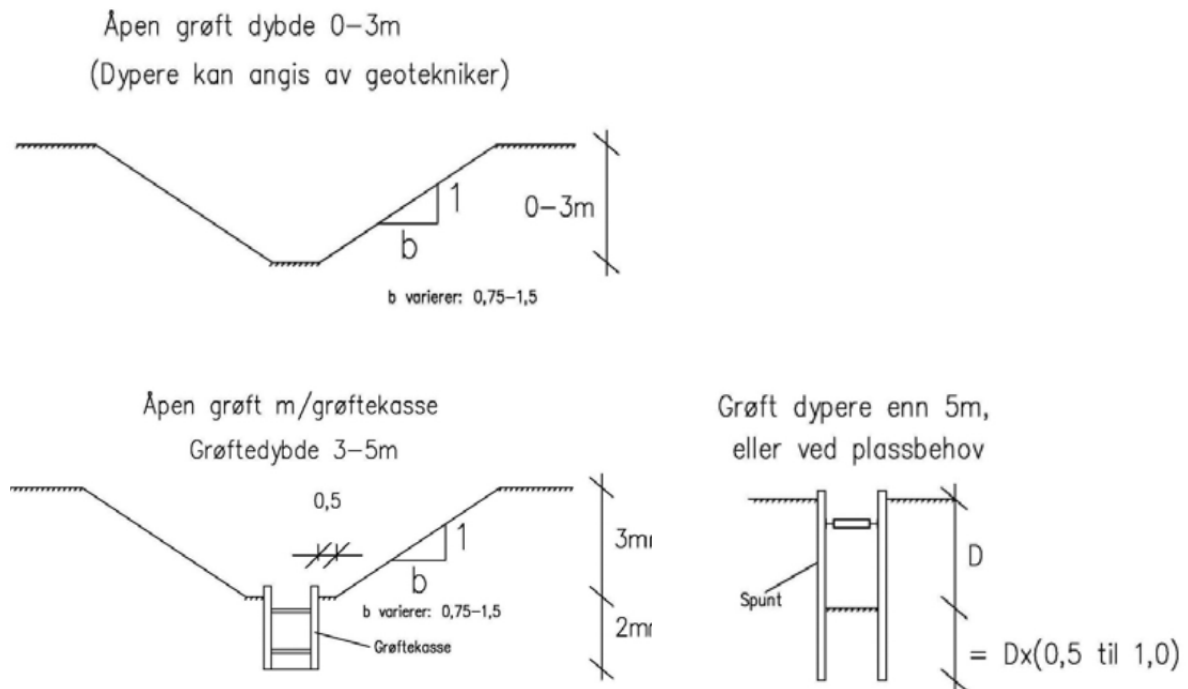
- Groper for rørpressing og/eller styrt boring
- Groper for kummer
- Spuntavstivete grøfter og groper
- Bekkeinntak
- Pumpestasjon Waldemar Aunes veg

Åpne grøfter er arealkrevende. Det foreslås styrt boring/rørpressing under flere veger som krysses. Det gjelder under E6 og Omkjøringsvegen, under Bratsbergvegen, under Tempevegen, langs Sluppenvegen, under Leirfossvegen og langs Utleirvegen. I tillegg foreslås fjellboring for vannledning opp til pumpestasjon ved Waldemar Aunes veg (Byåsen).

Ledningsgrøfter etableres med graving og oppstøttingstiltak med grøftkasser eller spunt. Følgende grøfter foreslås med spuntavstivning:

- Forbi Odins veg 22 på grunn av nærhet til nåværende og fremtidig bolig, samt ledning langs skråning ved Sunnland skole, ca. 70 meter
- Kryss Stubbanvegen/Klæbuvegen, ca. 20 m

Utgraving, legging av rør og tilbakefylling forutsettes utført seksjonsvis med korte seksjonslengder, opptil 20 m, i kvikkleireområder.



Figur 36. Prinsippkisser for utforming av grøfter. Skråningshelningene er i henhold til normtegnning fra Trondheim kommune vedr. grøftesnitt.

Som avsluttende kommentar bemerkes at detaljprosjektering og dimensjonering av støttekonstruksjoner må utføres på grunnlag av endelig bestemt beliggenhet av ledninger og bekketraseer. I tillegg må det utføres supplerende grunnundersøkelser der det er mangelfulle opplysninger om grunnforholdene. Angitte graveskråninger og sikringstiltak, må detaljeres nærmere i videre planlegging og prosjektering.

6.9 Miljøgeologi

6.9.1 Utfordringer og problemstillinger knyttet til miljøgeologi

- Gravearbeider for etablering av bekk, ledninger og øvrige konstruksjoner vil i store deler av området medføre håndtering av avfallsholdige og forurensede masser. Utstrekningen til det nedlagte Fredlydalen avfallsdeponi er vist i Figur 37, sammen med øvrige registrerte/mistenkte forurensede lokaliteter i området. Oversikten er ikke uttømmende, så også utenfor disse arealene kan forurensede fyllmasser påtreffes. Håndtering av avfallsholdige og forurensede masser vil gi praktiske utfordringer (logistikk), og være kostnadsdrivende.
- På deler av området med avfallsdeponi er det gjennom tidligere undersøkelser registrert pågående gassproduksjon (såkalte deponigasser, primært metan og karbondioksid). I utformingen av konstruksjoner og anlegg må en derfor være oppmerksom på risikoen for gassmigrasjon og utlekking fra deponioverflaten. Se avsnitt 6.1.5.
- I den grad tiltakene utformes og utføres på en slik måte at det medfører økt infiltrasjon av vann ned i avfallsholdige og forurensede masser, kan dette gi økt produksjon og utslipp av forurenset sigevann.



Figur 37. Rødt: Nedlagt deponi. Gult: Mistanke om forurensning basert på nåværende/tidligere arealbruk. Det presiseres at forurenset grunn kan forekomme også utenfor de markerte arealene.

Hensynet til deponigass og sigevann er ivarettatt gjennom innspill til landskapsarkitekt og VA-rådgiver i prosjektet, og er innarbeidet i løsninger som beskrives for utearealer, bekk og ledninger. Se avsnitt 6.1.5. En nærmere redegjørelse for vurderinger som ligger til grunn er gitt i "Forstudie for åpning av Fredlybekken", utarbeidet av Multiconsult i 2009, og vil ikke bli ytterligere gjennomgått her.

Det må likevel nevnes at setninger i de avfallsholdige massene er tillagt større vekt i forprosjektet, og teknisk løsning for tetting av bekkebunnen er justert som følge av dette. Det er valgt og beskrevet andre metoder for utførelse og andre materialer som er mer robust i forhold til setninger. Se avsnitt 6.1.5.

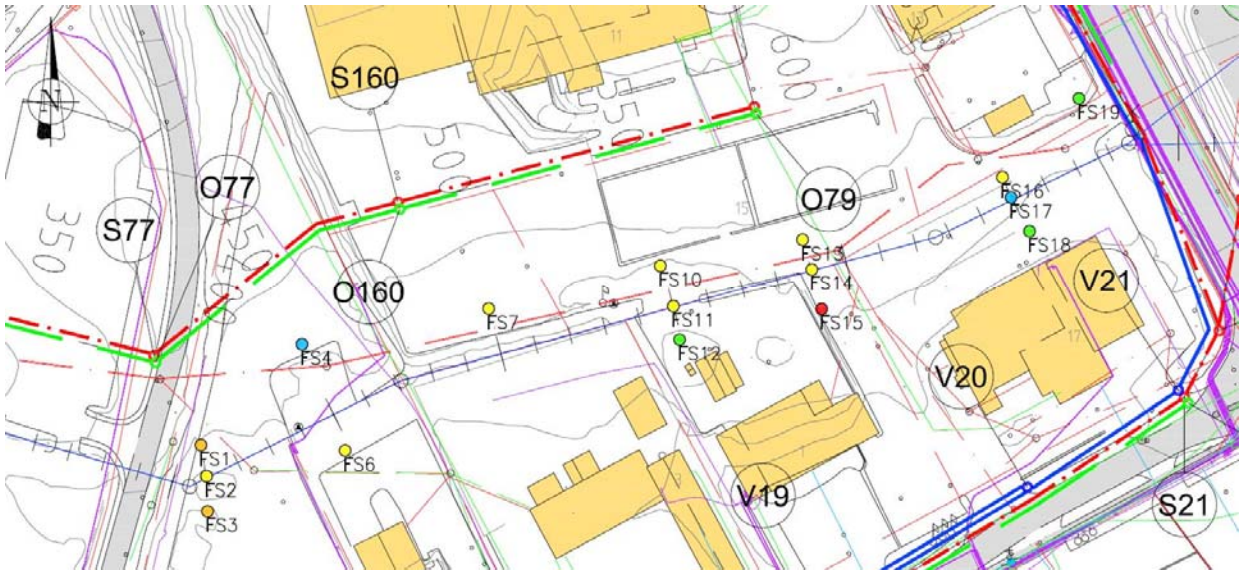
I påfølgende avsnitt går vi nærmere inn på omfang og håndtering av avfallsholdige og forurensete masser i prosjektet.

6.9.2 Miljøgeologiske undersøkelser

Miljøgeologiske utfordringer er primært antatt å være knyttet til anlegg i grunnen for bekk og ledninger i nedre del av prosjektområdet fra Klæbuveien og vestover. Det understrekes at forurenset grunn og avfallsholdige masser også kan forekomme utenfor arealer som Trondheim kommune har markert i sitt "aktsomhetskart for forurenset grunn". I forprosjektet er det derfor utført avklarende miljøgeologiske undersøkelser på delstrekning 6 og 7 fra Klæbuveien og østover. Det også gjort en kartlegging av overdekning og deponiutstrekning på østre del av delstrekning 3. Resultatene fra undersøkelsene er gitt i separate datarapporter, men kan oppsummeres som følger:

- Østre del av delstrekning 3 (Multiconsult-rapport 415223-RIGm-RAP-001): Boring utført i 16 punkter langs planlagt bekketrasé, fra Bratsbergvegen og ca. 300 meter vestover, jfr. Figur 38. Avfallsholdige blandingsmasser av leire, silt og finsand ble registrert i 14 av punktene (ikke i FS4 og FS19). Registrert overdekning av "rene" mineralske masser varierte fra 0,5 til 2 meter. Av de 14 boringene med avfallsholdige masser, ble 13 utført til dybde 5 meter, uten at man kom ned til bunnen av deponiet. Den siste boringen (FS6) ble utført til dybde 10 meter, og overgang til original grunn ble her påtruffet 9,2 meter under terreng.
- Delstrekning 6-7 (Multiconsult-rapport 415223-RIGm-RAP-002): Boring utført i 18 punkter langs planlagt bekketrasé, fra Klæbuveien og opp til Utleirveien, jfr. Figur 39. Det er stedvis registrert oppfylte masser (over original grunn) i traséen, med innslag av bl.a tegl og trevirke. Kun i ett av punktene, FS22 nærmest Klæbuveien, er det registrert markant forurensete masser (tilstandsklasse 3 – moderat forurenset). I de øvrige 17 punktene er det kun påvist masser i tilstandsklasse 1 (rent) og tilstandsklasse 2 (svakt forurenset). Eventuelle overskuddsmasser fra inngrep på hele denne strekningen må likevel belegges med restriksjoner, og kan ikke disponeres fritt utenfor anlegget.

Tilstandsklassene nevnt ovenfor refererer til publikasjon TA-2553/2009 fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif); "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn".



Figur 38. Plassering av prøvepunkter langs planlagt bekkeløp (tynn blå linje), fra Bratsbergvegen og ca. 300 meter vestover. Hentet fra Multiconsult-rapport 415223-RIGm-RAP-001. Fargekodene viser kjemisk forurensningsgrad (Blått = rent, grønt = svakt forurenset, gult = moderat forurenset, oransje = sterkt forurenset, rødt = meget sterkt forurenset). I dette området er avfallsinnhold i massene av større betydning enn kjemisk forurensningsgrad.



Figur 39. Plassering av prøvepunkter langs planlagt bekkeløp, fra Klæbuveien i vest til Utleirveien i øst. Hentet fra Multiconsult-rapport 415223-RIGm-RAP-002.

Undersøkelser på og ved øvrige deler av bekketraséen er omtalt i følgende rapporter:

- Delstrekning 3, vestre del: Rambøll, rapport M-rap-002-6080864 av 27.05.2009, "Avgrensning av deponiet Fredlydalen på Sluppen", og rapport M-rap-001-6100569 av 29.11.2010, "Sluppenveien 19".
- Delstrekning 4-5: Multiconsult, rapport 413910-1 av 17.02.2011, "Nidarvoll og Sunnland skoler".

6.9.3 Tiltaksplaner

Som grunnlag for graving og massehåndtering i dette området, må det utarbeides en eller flere tiltaksplaner etter Forurensningsforskriftens kapittel 2, "Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og

gravearbeider". Tiltaksplanene må godkjennes av Miljøenheten i Trondheim kommune før gravearbeider kan utføres.

For å sikre en så rasjonell gjennomføring som mulig, forutsettes det utarbeidet en overordnet tiltaksplan som gjelder for de deler av prosjektet som planlegges utført i Trondheim kommune sin regi. Dette vil blant annet sikre at masser kan flyttes fra én del av prosjektet, og gjenbrukes der man har behov.

For eventuelle delprosjekter som gjennomføres i forbindelse med andre anlegg – f.eks av Statens vegvesen, Kjeldsberg eller andre, vil det være hensiktsmessig at avfall og forurenset grunn håndteres som en integrert del av disse prosjektene – innenfor prosjektspesifikke tiltaksplaner.

Trondheim kommune sin tiltaksplan må omfatte det kommunale prosjektet i sin helhet, med både bekketrasé, ledninger og andre konstruksjoner – og ikke bare bekkeløpet over avfallsdeponiet (delstrekning 3, 4 og 5). Tiltaksplanen må angi relativt detaljerte prosedyrer for blant annet følgende:

- Kvalifisert oppfølging og styring (miljøgeolog).
- Detaljert kartlegging og planlegging av gravearbeider (sjaktgraving / boring).
- Sjikt- og seksjonsvis oppgraving av masser.
- Sortering av masser under og etter oppgraving – herunder sortering etter massetype og utseende, og utsortering av avfall.
- Disponeringsløsning for masser med ulikt forureningsinnhold, samt avfallsholdige masser og ulike avfallsfraksjoner (i den grad man er i stand til å sortere ut rene fraksjoner).
- Status- og sluttrapportering.

6.9.4 Håndtering og disponering av masser

Rutiner for håndtering og disponering av masser skal spesifiseres i en tiltaksplan, men følgende legges til grunn:

- Tilstandsklasse 1 (rene masser): Kan håndteres og disponeres fritt. Ved ekstern disponering av antatt rene fyllmasser, må det foreligge dokumentasjon på forureningsinnholdet tilsvarende én prøve pr. 50 m³.
- Tilstandsklasse 2 (svakt forurenset): Kan gjenbrukes fritt internt i prosjektet. Det forutsettes at overskuddsmasser kan leveres til mottaksanlegg for inerte masser (f.eks. AF Decom sitt deponi på Sjetnan Nedre).
- Tilstandsklasse 3 (moderat forurenset): Kan gjenbrukes internt i prosjektet, men ikke i ledningsgrøfter. Det forutsettes at overskuddsmasser kan leveres til tilsvarende mottaksanlegg som masser i tilstandsklasse 2.
- Tilstandsklasse 4 (sterkt forurenset) og 5 (meget sterkt forurenset): Kan ikke gjenbrukes. Alle masser som berøres av gravearbeider, skal leveres til mottaksanlegg for forurenset jord. Aktuelle mottaksanlegg er NOAH (Langøya ved Holmestrand), FSG (Fana ved Bergen) og Miljøteknikk-Terrateam (Mo i Rana).

For masser i tilstandsklasse 3-5 må det, i tillegg til kjemisk forurensning, også påregnes et visst innhold av avfall. Avfall må så langt praktisk mulig sorteres ut fra de mineralske massene, og sorteres i respektive fraksjoner for sluttdisponering – herunder trevirke, metaller og plast. Hver avfallsfraksjon sluttdisponeres i utgangspunktet via de ordinære aktørene i avfallsmarkedet.

Et egnet areal må settes av og opparbeides for lagring og håndtering/sortering av masser. Et slikt areal må ha tett dekke, fortrinnsvis asfalt eller betong. Det vil være påkrevet med lagring av masser både i forbindelse med sortering og i påvente av intern gjenbruk eller ekstern deponering (samlet forsendelse).

6.10 Trafikkløsninger

I prosjektområdet inngår en rekke veger som blir berørt av tiltakene. Enkelte veger er registrert med uheldig utforming, og det er behov for oppstramming og trafikksikkerhetstiltak. Vegstrekningene i planområdet er også skoleveg til Nidarvoll og Sunnland skoler. Det er gjort vurderinger knyttet til trafikksikkerhet både ved gjennomføringen av anlegget og i driftsfasen, etter at anlegget er etablert. Forprosjekt Fredlybekken er først og fremst et prosjekt for sanering av VA-ledninger, etablering av åpen

bekk, og tilrettelegging av grønnstruktur langs bekk og VA-traséer. Det er derfor ikke brukt mye ressurser på trafikkvurderinger, og det er heller ikke avklart midler i prosjektet til gjennomføring av trafiksikkerhetstiltak.

6.10.1 Tiltak knyttet til anleggsarbeid/grøftegraving

De fleste ledninger for vann og avløp ligger i og langs gater. Gjennomføring av tiltaket, spesielt etablering av åpne grøfter for sanering og legging av nye ledninger er svært arealkrevende og vil påvirke trafikksituasjonen. Også etablering av ny bekk, turveg og nye fortau vil påvirke trafikksituasjonen. En rekke gater vil bli berørt. De berørte gatene er tildels sterkt trafikkerte gater og veger, så som Omkjøringsvegen, Bratsbergvegen, Sluppenvegen og Utleirvegen. Det er holdt et eget møte med politi, SVV, Trondheim bydrift, og byplankontoret (samferdsel) for avklaring av gjennomføring. Se Tabell 8

Her er det avklart rammer for anleggsarbeider knyttet til veg. Det gjelder om gater/veger kan stenges i en anleggsperiode, evt om det er akseptabelt å stenge halve vegbredden. Dette har hatt betydning for vurdering og valg av utførelsesmetode (åpen graving/styrt boring/pressing evt. spunt) mot nabobygg/konstruksjoner, stabilitetsutredninger.

Generelt gjelder:

Myke trafikanter og skoleveg

Myke trafikanter har høyest prioritet, vanlig øvrig biltrafikk har lavest prioritet. Det må tas hensyn til skolekretsgrenser i planleggingen Ved anlegg i skoleveg må mest mulig utføres i skoleferien. Det er også mindre trafikk i skoleferien. Høstferie og vinterferie kan også være gunstige perioder. Midlertidige gangfelt må ha lysregulering, eller det må være manuell dirigering (mer effektivt enn lysregulering).

Buss og parkering

Det må avklares med Atb vedrørende mulighet for omlegging av bussruter. Dersom det anlegges kun ett kjørefelt i perioder, må dette ikke være for bredt, maks 3,5 meter. Dette for å hindre misforståelser og at enkelte likevel antar at det er to-felts kjørebane. Trondheim parkering kan utstede oblater for midlertidige personlige parkeringsplasser på allerede etablerte parkeringsplasser.

Gjennomføring

Det må legges føringer for anleggstrafikk. All graving skal med tiden koordineres mellom ulike etater for å unngå gjentakende graving med kort mellomrom i veger og gater. Gravemeldinger baseres på gateløp. Standarden på arbeidsvarslingsplaner må bedres. Arbeidsvarslingsplanen skal beskrive hvilket utstyr som skal brukes. Entreprenøren skal utarbeide ROS-analyse for anleggsveger og avkjørsler som del av arbeidsvarslingsplanen.

Tabell 8: Tabellen oppsummerer inngrep og tiltak på aktuelle vegstrekninger.

Strekning/Gate	Krav ved graving etablering ledninger	Spesielle forhold
Steindalsvegen til Utleirvegen	Kryssing Steindalsvegen ved graving i ett og ett kjørefelt. Manuell dirigering i kryss med Utleirvegen ved stenging av ett felt.	Skoleveg. Må etableres sikker kryssing adkomst for skoleelever/Myke trafikanter. Kollektivroute. Anbefales utført på kveldstid/helg/ferie
Kryssing Utleirvegen (Gangkulvert og overvannsledning)	Må graves. Midlertidig omdirigering av trafikk. Stenging i løpet av ei helg kan gå an.	Tungtrafikk
Kryssing Utleirvegen til Ullins veg.	Omdirigering/skilting/Gjerde. Stenging i løpet av ei helg kan gå an.	Fortau/GS-veg kan legges inn på friområde. Anbefales utført på kveldstid/helg/ferie
Ullins veg	Nye ledninger etableres ved seksjonsvis utførelse. Lokal innsnevring av vegbane, maks 50 m, siktavhengig. Ett kjørefelt opprettholdes.	
Kryss Ullins veg/Odins veg	Kan graves. Odins veg kan midlertidig stenges.	Adkomst til barnehage må opprettholdes. Gangadkomst til Sunnland ungdomsskole må opprettholdes.
Kryssing Klæbuvegen ved Nidarvoll sykehjem	Kan graves. Mulig med lokal omdirigering.	Obs. eldre. 2 bussruter i Klæbuvegen. Helsehuset kan ha adkomst fra Bård Iversens veg.
Kryssing Bratsbergvegen - bekkkulvert	Må graves – Omkjøringsmuligheter Bård Iversens v/Klæbuv/Shellstasjonen/. Legges til helg/kveld/ferie	
Kryssing Bratsbergvegen ledninger	Vurdere styrt boring	
Ledningstrasé Bratsbergvegen Bård Iversens v til rundkjøring Sluppenvegen.	Kan graves. Høyre felt sørgående kan stenges.	
Bård Iversens veg	Kan stenges i ett felt og graves. Trasé legges på sørsida av vege.	Adkomst til bensinstasjon og Bunnpris opprettholdes.
Kryssing Klæbuvegen – Karl Jonsons veg.	Stor bredde. Kan graves. Ett løp åpent – omdirigering.	Må holdes åpent for buss og utrykningskjøretøy.
Karl Johnsons veg	Graving langs sørsida.	
Njords veg	Seksjonsvis utførelse/graving. Stengt for gjennomkjøring	Har omkjøringsmulighet fra begge sider.
Kryssing Leirfossvegen	Styrt boring/evt. spuntgroper	
Langs Bratsbergvegen mot Rundkj. Sluppenvegen	Boring mellom knekkpunkter/kummer vurderes på grunn av svært dyp ledning.	Tungtrafikk. Opprettholde fortau og bussholdeplass
Rundkjøring Bratsbergvegen/Sluppenvegen.	Styrt boring/samle knutepunkter. Unngå å berøre rundkjøringen.	Trafikknutepunkt.
Sluppenvegen	Må samordnes med bygging av gangveg. Trafikk må opprettholdes. Boring kan bli nødvendig på store deler.	Dyp grøft.
Tempevegen	Graving mulig.	Sykkelveg må opprettholdes.
Bekk kryssing E6	Boring/pressing	

6.10.2 Kryssing av Utleirvegen, delstrekning 7

Det foreslås ny gangkulvert under Utleirvegen som vil gi en trafikksikker kryssing av Utleirvegen ved bruk av turvegen. I overordnede planer er turvegen vist med forlengelse fra Utleirvegen og østover mot Steindal og Hoeggens skoler og videre mot Strindamarka. Det anses som hensiktsmessig å etablere en enkel gangkulvert i forbindelse med graving og legging av ledninger/kulvert for overvann og spillvann. Kulverten vil få status som turveg, med dimensjoner på bredde og høyde slik at den også kan fungere som driftsatkomst for våtmarksfilter og bekk ved bekkens startpunkt.

Det blir også etablert atkomst til grønnstrukturen vest for Utleirvegen, på nordsiden av grøntdraget.

Det er kjent at det i krysset mellom Steindalvegen og Utleirvegen planlegges mindre tiltak for å bedre skolevegen for elever som skal til skolene øst for Utleirvegen. Det må vurderes om skolevegtiltakene/kryssutbedring kan eller skal gjennomføres samtidig med Fredlybekkprosjektet.

6.10.3 Kryssing ved Ullins veg/Odins veg, delstrekning 6

Der grønnstrukturen avsluttes ved Ullins veg, mellom delstrekning 6 og 7 og turvegen går over på fortau, er det foreslått nye utvidede fortau og kryssing av Odins veg med gangfelt (evt opphevet). Fortauet følger nordsiden av Odins veg mot Sunnland skole. Krysset foreslås oppstrammet og forskjøvet noe mot sørøst. Løsninger vist på tegning O04 er foreløpig (fra samrådskart for regulering), og viser en kryssløsning som ikke er strammet opp. Nytt kryss med overgang og fortau vil bli vist i forslag til reguleringsplan som sendes til behandling våren 2013.

6.10.4 Kryssing ved Klæbuvegen

Det er ikke foreslått særskilte tiltak ved kryssing av Klæbuvegen, der turvegen kommer gjennom skoleområdet til Sunnland ungdomsskole og er planlagt rett vest mot frområdene ved Nidarvoll skole. Ved videre planlegging og utvikling av dette området må sikker kryssing ivaretas.

6.10.5 Kryssing ved Bratsbergvegen

Ved Bratsbergvegen er det vurdert mange løsninger. Her har Trondheim kommune/ Statens vegvesen planer om utbedring av krysset mellom Bratsbergvegen og Baard Iversens veg med rundkjøring, og det vurderes trasé for ny hovedsykkelrute over Sluppen.

Også her vil den mest trafikksikre løsningen være en gangkulvert. På grunn av terrengforskjeller, utfordrende fundamenteringsforhold på deponi og kostnader, er det ikke foreslått gangkulvert i forprosjektet. Turvegen føres opp til Bratsbergvegen på sørsiden av ny bekk, og det forutsettes kryssing i plan. Kryssløsning og krysningspunkt er ikke vurdert nærmere, og må ivaretas i videre planarbeid med ny Nidarvoll skole og ny rundkjøring.

6.10.6 Kryssing ved E6/Omkjøringsvegen

I forprosjektet er det ikke arbeidet med videreføring av turvegen fra Sluppenvegen (intern atkomstveg i Kjeldsbergs område) mot friluftsområdene langs Nidelva og Nidelvstien. Her planlegger Statens vegvesen store nye veg- og bruprojekt, og det forutsettes at forbindelsen mellom Sluppenvegen og Nidelva ivaretas i Statens vegvesens prosjekt på Sluppen.

Fram til vegprosjektene står ferdig videreføres turvegen på gang- og sykkelveg/fortau sør- og vestover Sluppenvegen, krysser Tempevegen og følger driftsveg ned til Fredlybekken pumpestasjon ved Nidelvstien.

7. Kostnadsoverslag og usikkerhetsvurdering

7.1 Kostnadsoverslag

De foreslåtte tiltakene er kostnadsberegnet med enhetspriser hentet fra vår prisbank basert på anlegget i Ilabekken og andre nyere VA-prosjekter. I anslagssamlingen for usikkerhetsberegning ble enhetsprisene gjennomgått og beregningen er oppdatert. Se del 7.2 for mer om anslagssamling og usikkerhetsberegning.

Det er gjort overslag for kostnader for bekkens sju delstrekninger og for hver av VA-traséene, samt vannpumpestasjonen. I beregningene for bekkene er kostnader for landskap og turveg klassifisert som grønt. Kostnadene er delt i kostnader knyttet til vannforsyning og avløp for VA-traséene.

Det er beregnet anleggskostnader på omtrent 90 mill kr for både bekkene og for VA-ledningene, se Tabell 9 og Tabell 10 der kostnadene er delt på enhetene vannforsyning avløp og grønt.

Detaljert beregning finnes i separate kostnadsoverslag for hver del i dokument 415223-TVF-KAL-001 for VA og dokument 415223-TVF-KAL-002 for bekkene.

Tabell 9: Overslag anleggskostnad bekk inkludert rigg og drift.

Delstrekning	Avløp	Grønt	Sum
1	kr 3 091 000	kr 767 000	kr 3 858 000
2	kr 9 025 000		kr 9 025 000
3	kr 26 269 000	kr 5 303 000	kr 31 572 000
4	kr 3 790 000	kr 5 098 000	kr 8 888 000
5	kr 973 000	kr 494 000	kr 1 467 000
6	kr 22 559 000		kr 22 559 000
7	kr 5 258 000	kr 4 445 000	kr 9 703 000
Sum	kr 70 965 000	kr 16 107 000	kr 87 072 000

Tabell 10: Overslag anleggskostnad VA inkludert rigg og drift.

VA-trasé	Vannforsyning	Avløp	Sum
Nidarvoll-Utleirv		kr 6 011 000	kr 6 011 000
Nidarvoll skole		kr 1 362 000	kr 1 362 000
Sluppenv-bru	kr 11 183 000	kr 8 253 000	kr 19 436 000
Oslov-W Aunes v	kr 3 653 000		kr 3 653 000
Sluppen bru- Oslov – avløpstunnel	kr 3 751 000	kr 2 301 000	kr 6 052 000
W Aunes v - avløpstunnel ¹	kr 865 000		kr 865 000
Tempev	kr 1 543 000	kr 3 806 000	kr 5 349 000
Leirfossv		kr 5 579 000	kr 5 579 000
Stubbanv		kr 4 216 000	kr 4 216 000
Sluppen		kr 1 292 000	kr 1 292 000
B Iversens v - Tors v	kr 6 093 000	kr 6 496 000	kr 12 589 000
Ullinsv		kr 5 406 000	kr 5 406 000
Sunnlandsv		kr 1 026 000	kr 1 026 000
SP til ny bro		kr 1 341 000	kr 1 341 000
Utleirv		kr 4 105 000	kr 4 105 000
Steindalsv		kr 3 808 000	kr 3 808 000
Vannpumpestasjon	kr 8 960 000		kr 8 960 000
Sum	kr 36 048 000	kr 55 002 000	kr 91 050 000

¹ Avløpsledninger bygges på grunn av vannpumpestasjonen og belastes vannforsyning

Kostnadsoverslaget viser at det er avløp som utgjør storparten av kostnadene både for bekkene og for VA-anleggene. Det er rimelig med utgangspunktet for prosjektet som er reduksjon av overløpsutslippet til Nidelva. Totalt, inklusiv rigg og drift er kostnadene for VA beregnet til ca. 91 mill. kroner. I bekkens delstrekning 3 er store kostnader knyttet til deponering av forurenset masse og avfall ved utgraving av bekkeløpet. Totalt, inklusiv rigg og drift er kostnadene for bekk beregnet til ca. 87 mill. kroner. Anleggskostnadene for etablering av den nye forbindelsen i vannforsyningsnettet fra Sluppen til Waldemar Aunes veg med ny vannpumpestasjon og vannledning i ny bro og opp til pumpestasjonen, samt avløp fra stasjonen, er på omtrent 17 mill. kr. I tillegg kan deler av kostnadene til vannforsyning fra Tors veg til Sluppen utgå om tverrforbindelsen ikke bygges.

7.2 Usikkerhetsvurdering

Usikkerheten til kostnadsoverslaget er vurdert med Statens vegvesens metodikk Anslag. En gruppe med fagpersoner fra Trondheim kommune, entreprenører, byggeleder og prosjekterende var samlet for å gjennomføre analysen. Arbeidet omfattet følgende punkt:

1. Vurdering av enhetspriser
2. Angivelse av mest sannsynlige kostnader for hver delstrekning av bekken og for VA-traseene ut fra mengder, enhetspriser og kompleksitet
3. For hver av de 24 anleggsdelene anslag for lav og høy pris, som kan forventes i ett av ti tilfeller
4. Anslag for byggherrekostnader (planlegging og prosjektering, byggeledelse og grunnverv)
5. Anslag for usikkerhetsfaktorer (kompleksitet, markedssituasjon, byggetid og uforutsett).

Anslag bruker en gammafordeling for å beskrive sannsynligheten for kostnaden til hver anleggsdel. Gammafordelingen er for de fleste anleggsdelene høyreskjev i og med at toppunktet er lik mest sannsynlig kostnad fra kostnadsoverslaget, fra punkt 2 over, og høy-pris-verdien fra punkt 3 har større avstand fra mest sannsynlig verdi enn lav-pris-verdien. Programmet beregner en forventningsverdi for kostnaden som er lik summen av alle tenkelige kostnader vektet med sine respektive sannsynligheter. I en høyreskjev sannsynlighetsfordeling blir forventningsverdien høyere enn den mest sannsynlige verdien. Anslag bruker forventningsverdien i sammenstillingen av kostnadene. I tillegg legges det på merverdiavgift for aktuelle anleggsdeler. Kostnadsberegningen fra Anslag er derfor høyere enn det tradisjonelt utarbeidete kostnadsoverslaget i del 7.1.

Resultatet fra Anslag med fordeling på vannforsyning, avløp og grønt er vist i Tabell 11.

Tabell 11: Prosjektkostnader fra Anslag.

	Vannforsyning	Avløp	Grønt ¹	Sum
Anleggskostnader	kr 39 514 000	kr 138 326 000	kr 22 002 000	kr 199 841 000
Byggherrekostnader ²	kr 9 858 000	kr 34 509 000	kr 4 514 000	kr 48 880 000
Usikkerhetsfaktorer	kr 10 127 000	kr 35 451 000	kr 4 637 000	kr 50 214 000
Sum prosjektkostnad	kr 59 499 000	kr 208 286 000	kr 31 153 000	Kr 298 934 000

¹ Anleggskostnader inkludert mva for grønt

² Inkluderer grunnverv og erstatninger

Det er 86 % sannsynlighet for at prosjektkostnaden vil ligge mellom 269 mill kr og 328 mill kr.

En fullstendig rapportering av usikkerhetsvurderingen finnes rapport 415223-TVF-RAP-003 Kostnadsberegninger med usikkerhetsanalyse, Multiconsult.

8. Framdriftsplan og faseplan for gjennomføring

8.1 Framdriftsplan

Trondheim kommune vil selv utarbeide er framdriftsplan for gjennomføring av tiltakene beskrevet i forprosjektet, basert på forslag til faseplan som utarbeides som del av forprosjektet. Det pågår en rekke andre utbyggingsplaner i prosjektområdet som omfattes av forprosjektet. Flere av disse er kommunale eller statlige prosjekt (Nidarvoll skole og ny E6 Sluppen). Koordinering opp mot disse er vesentlig for gjennomføring av tiltakene, og kommunens prosjektgruppe er allerede kjent med og til dels involvert i de andre utbyggingsprosjektenes organisasjon. Det vurderes som hensiktsmessig at kommunen selv ivaretar og koordinerer framdriftsplaner opp mot disse prosjektene.

8.2 Faseplan for gjennomføring av anleggsarbeider

Anleggsarbeidene kan gjennomføres i flere faser og deles opp i flere entrepriser. For avløpsanlegg er det hensiktsmessig å bygge fra utløp og oppover. I dette prosjektet er det avhengigheter til andre aktører i nedre del av prosjektområdet. Det gjelder særlig Statens vegvesens løsning for nytt vegsystem på Sluppen og ny Sluppen bru. Usikkerheten gjelder både utforming av veganleggene og tidspunkt for gjennomføring. Det er her antatt at ny Sluppen bru kommer i 2017, men at reguleringsplanen ferdigstilles slik at bekkens delstrekning 1 og utløp fra delstrekning 2 kan bygges i 2015. Andre vesentlige avhengigheter er forbi skoletomta på Nidarvoll og gjennom området til Kjelsberg i nedre del av bekkens delstrekning 3. For delstrekning 7 av bekken må reguleringsplan og grunnnerverv på plass før oppstart av anlegg.

Når en ikke kan bygge slavisk nedenfra og oppover blir muligheten for midlertidige tilknyttinger til eksisterende avløpsledninger førende. Eksisterende ledning ligger stort sett dypt i den gamle bekkedalene, men det finnes muligheter for midlertidig tilknytting til eksisterende AF-ledninger:

- Steindalsv og Utleirv: kum 24644
- Ullinsv: kum 12035
- Bekkekulvert del 6 og Nidarvoll-Utleirv ved Klæbuvegen: kum 26274
- Sluppenv SP ved planlagt kumsett 13: kum 22981

I Sluppenvegen er det mulighet å knytte spillvann inn på eksisterende AF450 ved nytt kumsett 13. Separering av næringsarealet sør for Sluppenvegen med Posten og Sluppenvegen 8 – 12 til ny overvannsledning fra Nidelva og opp Sluppenvegen vil gi ledig kapasitet i AF450.

I tabellen under finnes et forslag for rekkefølge av arbeidene med en grov framdrift og mulig oppdeling i åtte entrepriser basert på hensiktsmessig rekkefølge for gjennomføring og utførelsesmetode. Her er det mulig å slå sammen flere av pakkene.

Tabell 12: Faseplan.

	2014	2015	2016	2017
1 Bekk/grønt/VA		Del 6, 1125–1630 Del 7 Nidarvoll-Utleirv		
2 Bekk/grønt		Del 1 Del 3		
3 Bekk		Del 2		
4 Bekk/grønt/VA			Del 4 Del 5 Del 6, 863–1125 Nidarvoll skole, 40-360	
5 VA	Steindalsv Utleirv Ullinsv			
6 VA		Sluppenv-bru SP til ny bro Leirfossv Nidarvoll skole, 0-40	B lversensv - Tors v Sunnlandsv Stubbanv	
7 VA			W Aunes v - avløpstunnel	Sluppen bru- Oslo - avløpstunnel Tempev Sluppen Oslov-W Aunes v
8 VA				Vannpumpestasjon

9. Behov for / krav til videre registrering og utredning

I det videre arbeidet med detaljplanlegging og prosjektering av tiltak som inngår i forprosjektet er det behov for og krav til innhenting av mer dokumentasjon. Det gjelder både registreringer, utredninger og vurderinger. Under nevnes en del forhold som må dokumenteres nærmere. Oversikten er ikke uttømmende.

Bekk

Vannkvalitet, filter og rensing. Det finnes en god del data fra Risvollanfeltet som til en viss grad er sammenlignbart, men det er veldig lite data på fosfor. Det er nødvendig med flere målinger/data for å kunne gi sikrere indikasjoner på vannkvalitet.

Forprosjektet viser forslag til løsninger for håndtering av overvannet ved Utleirvegen, ved overgang mellom lukket og åpent system. Ved videre planlegging og prosjektering må det gjøres nye vurderinger av viste løsninger, både for endelig plassering og dimensjonering av supersandfang, for hvilke overvannsstrømmer som trenger supersandfang, og for utforming og oppbygging av naturlig filter. Krav til drift (maksimalt antall tømminger) og atkomstbehov (for tømming) må være en del av vurderingene. Avhengig av krav til kapasitet og renseevne må oppbygging av filteret med sand og hydrofile jordtyper (mye finstoff) vurderes.

Nytt vegsystem på Sluppen med løsninger for bru, veg og gang-/sykkelveg kan påvirke løsningen for kulvert under E6 og Tempevegen og for plassering av utløp og foss ned mot Nidelva. Delstrekning 1 og 2 av bekken må gjennomgås og detaljeres når vegsystemet er på plass.

Valg av og utforming av inntaks- og utløpskonstruksjoner må vurderes nærmere i videre planlegging og prosjektering. For inntaket ved Ullins veg bør forholdet mellom krav til sikkerhet og gjenetting og estetikk vurderes videre.

Det er ikke gjort flomberegninger på den nederste delen av bekken, del 1-3. Det må gjøres i videre planlegging og prosjektering, og kan medføre behov for endringer av bekkens høyde og profil.

Det er kjent at det er pågående setninger i avfallsfyllinga. Det anbefales at det igangsettes overvåking av setningene i delstrekning 3 og 4. Det vil gi mer sikkerhet for prosjektering av tetting og valg av løsninger for fundamentering av andre konstruksjoner.

VA

Enkelte høyder må sjekkes nærmere i videre planlegging og prosjektering, evt ved graving. Det er også angitt mulige konfliktpunkt med fjernvarmeledning/andre levninger. Aktuelle punkt er angitt på H-tegninger.

Vannledninger som krysser Nidelva i ny Sluppen bru må planlegges som del av veg- og bruprosjekteringen, i samarbeid med Statens vegvesen. Det er valgt PE-ledninger i brukryssinga, men det er ikke tatt stilling til type innfesting eller oppheng eller tiltak for å kompensere for temperaturutvidelse og sammentrekning av PE-rør.

Det er knyttet usikkerhet til enkelte ledninger, om det er OV- eller SP-ledninger, eller fellesledninger. Aktuelle punkt er angitt på H-tegninger.

Det er kun vist prinsipper for fordelingsoverløp. Høyder og dimensjoner må tilpasses til hvert fordelingsoverløp ved videre detaljering.

Det gjenstår registreringer av grunnforholdene fra Oslovegen opp til vannpumpestasjonen for å kunne dele opp traseen i fjellboring og i åpen grøft. Her er det også aktuelt at vannledningen kan gå i den kommende vegtunnelen til den kommer inn under Waldemar Aunes veg og kan kombineres med vertikalt borhull opp til stasjonen.

Det er gjennom DHIs nettanalyse vist at forbindelsen over Nidelva via pumpestasjonen i Waldemar Aunes veg ikke har nok kapasitet til å forsyne hele Trondheim vest og sør inkludert Melhus ved utfall av andre øst-vest forbindelser over Nidelva. Ledningen kan heller ikke settes i permanent drift på grunn av behov for permanent drift av forsyning fra Melhus til Trondheim. Trondheim kommune må vurdere om forbindelsen skal bygges ut i denne situasjonen. Hvis forbindelsen ikke skal bygges, kan dimensjon på vannledningen fra Tors veg til Sluppen vurderes redusert og få trykkreduksjon slik at parallelle vannledninger for overføring og lokal forsyning kan unngås.

Det er ikke sett på detaljert plassering av pumpestasjonen på tomta, tomtearrondering og arkitektur for bygget.

Landskapsutforming

Ved legging av nye ledninger vil det gjøres inngrep på privat areal/hager og atkomst/parkering. Enkelte steder som i del 6, rett øst for Klæbuvegen, vil det også bli endringer av terrenget (terrengheving). I videre planlegging og prosjektering må det ses nærmere på terrengbearbeidelse og overganger mellom gammelt og nytt terreng. Det må stilles krav om detaljplaner for istandsetting og revegetering.

Ved legging av nye ledninger, spesielt i bratt terreng opp mot Byåsen (vannledning) og i elveskråningen mellom Tempevegen og Nidelva, vil det gjøres inngrep i områder med rik vegetasjon. I videre planlegging og prosjektering må det ses nærmere på terrengbearbeidelse og det må lages planer for og stilles krav om istandsetting og revegetering.

Ved videre planlegging og utviklingen av arealer langs bekken, så som på Sluppen (del 3) og Nidarvoll skole (del 4 og 5) må utformes slik at overvann samles, gjerne i åpne løp, og føres ut i bekken. Det betinger at terrenget har fall mot bekken.

Utforming av atkomster til turdraget og bekken ved Utleirvegen må undersøkes og detaljeres nærmere. Det kan vurderes å anlegge trapp på vestsiden av veien i stedet for rampe 1:10, for om mulig å redusere murer.

I videre planlegging og prosjektering må det foretas registrering og lages mer detaljerte planer for vegetasjon. Enkelte steder, spesielt på delstrekning 6 og 7 kan det være aktuelt å flytte vegetasjon midlertidig og tilbakeføre denne når nye masser har satt seg.

Plassering og type vegetasjon for å bedre vannkvalitet, høyder og mengder, må vurderes nærmere i videre planlegging og prosjektering.

I området langs elva og Nidelvstien kan det i videre planlegging og prosjektering legges til rette for mindre flater for aktivitet, så som utendørs treningsapparater eller lignende. Det ikke laget landskapsplaner for delstrekning 1 på grunn av pågående planlegging av ny Sluppen bru og nytt Sluppen kryss, og stor usikker knyttet til de nye trafikkløsningene i området.

Biologisk mangfold, svartelista arter og vegetasjon

I videre planlegging og prosjektering må det foretas registrering og lages mer detaljerte planer for vegetasjon. Enkelte steder kan det være aktuelt å flytte vegetasjon midlertidig og tilbakeføre denne når nye masser og terreng har satt seg. Det må vurderes om det er behov for nærmere kartlegging av flere svartelista arter enn de som er kjent, og eventuell økt fare for spredning.

I videre planlegging og prosjektering må det stilles krav til kvalitet på og behandling av de nye jordmassene og til type vegetasjon som hindrer spredning av uønskede arter.

Ved videre planlegging og prosjektering bør den nederste delen utformes slik at det blir mulig for fisk å komme opp fra Nidelva. Bekkeprofilen bør tilrettelegges for gyting. Det vil ikke være mulig for fisk å komme opp til de andre delene av bekken på grunn av fossen og de lange strekkene med lukket bekk.

Geoteknikk

For detaljprosjektering av grøftegraving, boring/pressing av rørledninger, oppstøttingstiltak, fundamenteringsforhold for ledninger og konstruksjoner må det utføres supplerende grunnundersøkelser der grunnlaget ikke er tilstrekkelig til detaljering. I forhold til kvikkleiresonene skal lokal stabilitet ved tiltakene dokumenteres i henhold til endelige nivåer på ledninger og anlegg. Det vises for øvrig til kapittel 6.8.5.

Det er ikke utført grunnundersøkelser for trasé i fjell for ny vannledning til ny pumpestasjon ved Waldemar Aunes veg

Miljøgeologi

Som grunnlag for graving og massehåndtering i prosjektområdet, må det utarbeides tiltaksplan etter Forurensningsforskriftens kapittel 2, "Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider". Tiltaksplanen må godkjennes av Miljøenheten i Trondheim kommune før gravearbeider kan utføres.

Tiltaksplanen må omfatte det kommunale prosjektet i sin helhet, med både bekketrasé, ledninger og andre konstruksjoner, ikke kun bekkeløpet over avfallsdeponiet (delstrekning 3, 4 og 5). Dette vil sikre at masser kan flyttes fra én del av prosjektet, og gjenbrukes der man har behov. Tiltaksplanen må angi relativt detaljerte prosedyrer for en rekke arbeidsoppgaver nevnt i forprosjektet (kapittel 6.9.3).

Bedre kartlegging av utstrekning og mektighet av avfallsfyllinga vil gi sikrere kostnadsberegning for del 3 og 4 av bekken.

Trafikksikkerhet

I videre planlegging og prosjektering må det utarbeides detaljerte trafikkplaner for anleggsarbeidene. Planene skal spesielt ha fokus på myke trafikanter, skoleveg og kollektivtransport.

Kryssingspunkt for turvegen, langs Ullins- og Odins veg, ved Klæbuvegen og Bratsbergvegen må løsninger utvikles videre for å få trafikksikre krysningspunkt.

I videre arbeid med nytt Sluppen kryss, nytt vegsystem og kollektivknutepunkt, må turvegforbindelse fra Sluppenvegen, der forprosjektet har vist avslutning/startpunkt av turvegen, og ned til Nidelva videreføres.