

N4 INVEST AS

Gran Syd

**ENEBAKK
KOMMUNE**

RAPPORT- 200ÅRS FLOM

**PROSJEKTNR. 1519
07.11.2019**

tekniconsult
-gode råd

Rapporthode

Prosjektnummer: 1519
 Prosjektnavn: Gran Syd – Skisseprosjekt
 Type rapport: Flomrapport
 Emneord: Flom, fordrøyning, rasjonell formel, kulvert
 Fag: Vann og avløp

OPPDRAKSGIVER

Navn: N4 Invest AS
 Kontaktperson: Lasse Ivar Jørgensen
 Adresse: Ulvenveien 91, 0581 Oslo
 Telefon: 901 25 713
 E-post: lasse@mrpukk.no

RÅDGIVER

Navn: Teknaconsult AS
 Adresse: Luramyrvæien 25A, 4313 Sandnes
 Telefon: 51 96 25 50
 E-post: post@tekniconsult.no

A	Oppdatering etter kommentarer fra NVE	07.11.2019	EL
Rev.	Revisjon gjelder:	Dato	Sign.

Saksbehandler:
 Sted / dato / signatur:

Eirik B. Lund
 Sandnes / 07.11.2019/



Kontroll:
 Sted / dato / signatur:

Øyvind Austbø
 Sandnes / 07.11.2019/



Innholdsfortegnelse

1	BAKGRUNN	5
1.1	FORUTSETNINGER	5
2	BAKGRUNN FOR RAPPORTEN	6
2.1	HENSIKTEN MED RAPPORTEN	6
2.2	TILTAKSHAVER, KONSULENT, EIERFORHOLD OG NABOER	6
3	AREALBRUK OG OVERVANNSHÅNDTERING	7
3.1	DIMENSJONERENDE AREALBRUK	7
3.2	EKSISTERENDE LEDNINGSNETT	7
3.3	DAGENS AREALBRUK OG TILSTØTENDE AREALBRUK	7
3.4	EKSISTERENDE SITUASJON – RÅKENDALSBEKKEN	8
3.5	PLANLAGT SITUASJON – RÅKENDALSBEKKEN	9
	<i>Bunnssubstrat og sikring mot erosjon og utglidninger</i>	9
	<i>Vegetasjon</i>	11
3.6	PLANLAGT OVERVANNSHÅNDTERING OG FORDRØYNING	13
3.7	PRINSIPPER FOR UTFORMING OG DIMENSJONERING AV FORDRØYNINGSBASSENG	14
3.8	EKSISTERENDE KULVERT UNDER MYRAVEIEN	14
3.9	NABO OPPSTRØMS KULVERT, MYRAVEIEN 6	14
4	RAPPORT «BEREGNING AV 200-ÅRS FLOM LANGS FV 155 I RÅKENDALEN» UTARBEIDET AV SWECO I 2013.	16
5	FLOMBEREGNING	17
5.1	INNLEDNING	17
5.2	BEGRENSNINGER	17
5.3	BEREGNING	17
6	KONKLUSJON OG DISKUSJON	20
6.1	TILTAK MOT FLOM, PLANLAGT SITUASJON	20
6.2	OSLOVEIEN	20
	<i>Fordrøyningsbasseng 1</i>	20
	<i>Fordrøyningsbasseng 2</i>	21
	<i>Fordrøyningsbasseng 3</i>	21
	<i>Fordrøyningsbasseng 4</i>	21
7	REFERANSER	23

Innholdsfortegnelse figurer

Figur 1: Arealutvikling for planområdet (rødt polygon)	7
Figur 2: Aktuelle eiendommer.	8
Figur 3: Satelittbilde (Google Earth).....	9
Figur 4 Kantsone fordrøyningsmagasin. Med og uten sumpsone	9
Figur 5 Kantsone fordrøyningsbasseng, med slak helning og illustrert sti	10
Figur 6: Utforming av strekning med rennende vann. (Ulrich, 2018).....	11
Figur 7: Figuren viser ulike typer av vannvegetasjon: (1) helofytter (sivvegetasjon) (2) isoetider (kortsukksplanter), (3) elodeider (langskuddsplanter), (4) nymphaeider (flytebladsplanter) (5) lemnider (frittflytende planter), samt kransalgene.....	11
Figur 8: Eksempel på hvordan det kan legges til rette for naturlig vegetasjonsetablering i vannkanten og bredden.....	11
Figur 9: Eksempel på hvordan kanten kan sikres mot overflateerosjon ved bruk av nedbrytbar geonett	12
Figur 10: Eksempel på hvordan kanten kan sikres mot utglidning og erosjon ved hjelp av steinsetting (Jenssen & Tesaker 2009).	13
Figur 11: Kulvert under Myraveien.....	14
Figur 12: Myraveien 6.	15
Figur 13: Nedbørsfelt (Sweco 2013)	16
Figur 14: Nedbørsfelt tilhørende kulvert.....	18
Figur 15 Fordrøyningsbasseng 1, Tegning 246.....	20
Figur 16 Fordrøyningsbasseng 2, Tegning 246.....	21
Figur 17: Fordrøyningsbasseng 3, Tegning 246.....	21

Gran Syd
GNR./BNR. 91/867**Rapport – 200års flom****1 BAKGRUNN**

Teknaconsult AS har på vegne av N4 Invest AS planlagt omlegging av Råkendalsbekken, samt å etablere åpne fordrøyningsbasseng i bekkeløpet for Gran Syd tomt A1- A5 på eiendom Gnr./Bnr. 91/867 i Enebakk Kommune, se Figur 2.

Eksisterende vassdrag omlegges, og nytt løp for vassdraget skal være tilpasset fyllingen fra samleveien som planlegges i planområdet. Dette dokumentet viser bakgrunnsinformasjon, nedbørsfelt, samt beregninger og diskusjoner angående modellbruk. Denne rapporten er basert på rapporten «Beregning av 200-års flom langs Fv 155 i Råkendalen» utarbeidet av Sweco i 2013 på vegne av Enebakk kommune. Fordrøyningsbassengene planlegges slik at vassdraget skal kunne klassifiseres som konsekvensklasse 0 iht. Damforskriften. Endelig konsekvensklasse blir bestemt av NVE (Norges vassdrags og energidirektorat). Denne rapporten bygger videre på dokumentet «Rapport – Fordrøyningsbasseng» som beregnet dimensjonerende nedbør og overvannsmengder.

Området skal omreguleres, endringer må derfor påregnes. Eksisterende reguleringsplan har Plan ID 430 i Enebakk kommune.

1.1 FORUTSETNINGER

Det er benyttet følgende grunnlag for beregningene:

1. Kommuneplan
2. Eksisterende reguleringsplan
3. Digitalt kart, ekvidistanse 1 meter
4. Ortofoto og økonomisk kartverk
5. Fagrapporter/retningslinjer
6. Kommunal VA-Norm
7. IVF-kurver for Blindern - Oslo, hentet 14.05.2019
8. Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg, hentet 06.08.2019
9. VA-Miljøblad 75 «Utforming av overvannsdammer»
10. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven)
11. Rapport «Beregning av 200-års flom langs Fv 155 i Råkendalen» utarbeidet av Sweco i mai 2013 for Enebakk kommune.

2 BAKGRUNN FOR RAPPORTEN

2.1 HENSIKTEN MED RAPPORTEN

Hensikten med rapporten er å beregne vannmengder fra 200-års nedbør og vannføring i Råkendalsbekken. Dette skal utgjøre grunnlaget for flomtiltak i og rundt bekken, dimensjonering av kulvert under Myraveien og eventuelt overløp, samt utførelse og sikring av fordrøyningsbassengene.

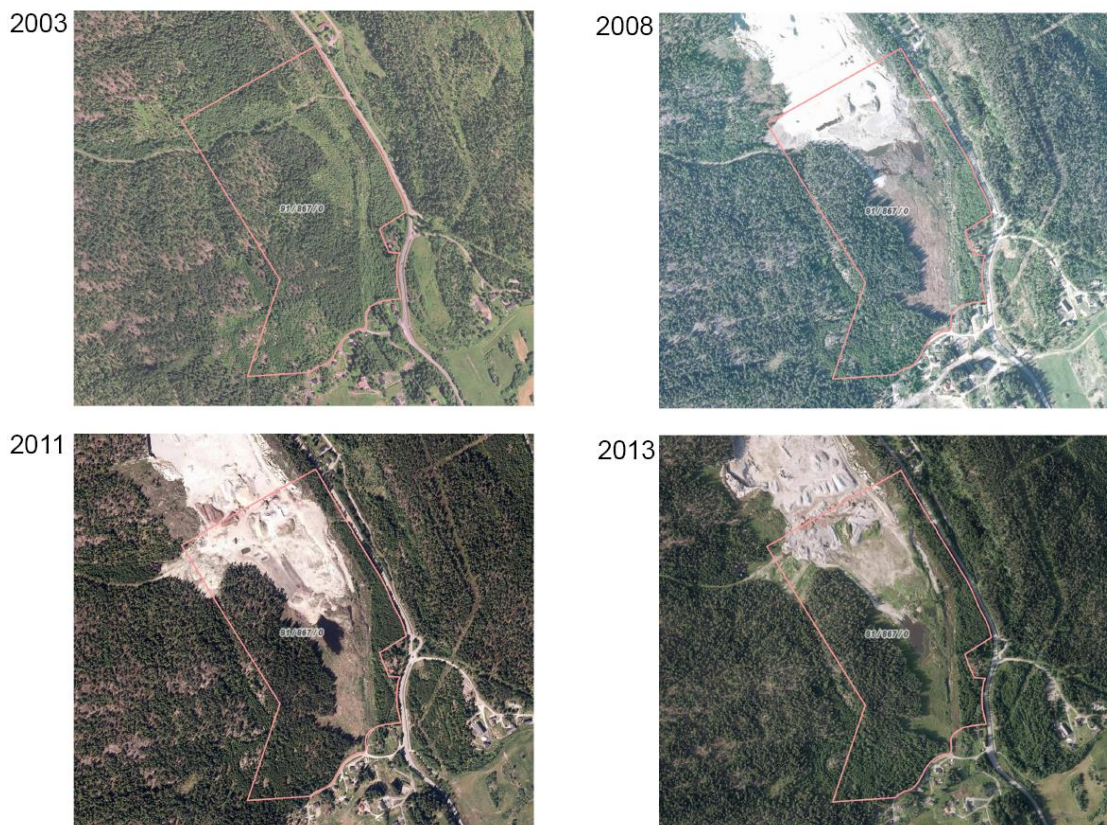
2.2 TILTAKSHAVER, KONSULENT, EIERFORHOLD OG NABOER

Tiltakshaver:	N4 Invest AS
Konsulent:	Teknaconsult AS
Eiere:	Mr. Pukk
Naboer som berøres, Gnr./Bnr:	91/27, 91/634, 91/231, 91/464, 91/477 og 127/39

3 AREALBRUK OG OVERVANNSHÅNDTERING

3.1 DIMENSJONERENDE AREALBRUK

Figur 1 under viser arealbruksutviklingen for området fra 2003 til 2013. Ledningsnettets nedstrøms området er anlagt mellom 1991 og 2007. Dimensjonerende flatetype ved «før-situasjonen» for overvannsberegninger blir da «skog». Maksimal avrenningskoeffisient, ϕ , i før-situasjonen blir 0,1, iht. overvannsveileder for Enebakk kommune.



Figur 1: Arealutvikling for planområdet (rødt polygon)

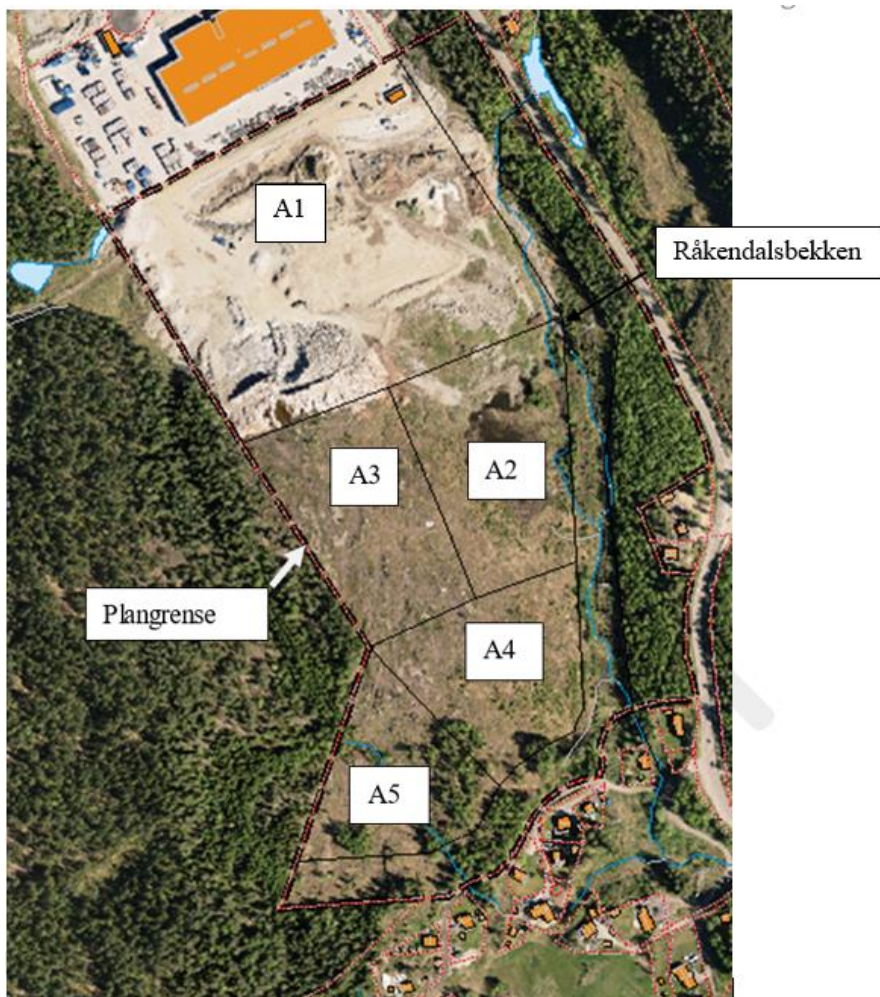
3.2 EKSISTERENDE LEDNINGSNETT

VA-data for området ble mottatt på SOSI format 13.05.2019. Disse viser at eksisterende ledningsnett nord for planområdet, vann, spill- og overvann, er anlagt i 2016. Eksisterende ledningsnett øst for Osloveien, vann og spillvann, er fra 1991, mens eksisterende ledninger sør for planområdet er fra 2007.

3.3 DAGENS AREALBRUK OG TILSTØTENDE AREALBRUK

Planområdet i dag består hovedsakelig av grus, tette flater og fjell i dagen med noe grøntareal. Omkringliggende områder består stort sett av skogsområder med fjell i dagen. Råkendalsbekken krysser planområdet øst for tomtene, A1-A5. Osloveien går øst for planområdet.

Tomt A1- A5 dekker et areal på ca. 15,4 hektar, se Figur 1, og ligger lavere i terrenget enn tilgrensende skogsområder i vest.



Figur 2: Aktuelle eiendommer.

3.4 EKSISTERENDE SITUASJON – RÅKENDALSBEKKEN

Råkendalsbekken er her beskrevet ut ifra bilder fra området sammen med informasjon hentet i offentlige databaser og rapporter fra omkringliggende vannforekomster. Den berørte bekkestrekningen renner per dags dato langs med og til delvis gjennom opparbeidet tomt i vest, og langs med et skogholt i øst Figur 3.

Råkendalsbekken hører til Vågavannet bekkefeltet, og vannforekomsten «Bekker til Vågavannet» og en del av vannområde Morsa. Bekkefeltet består av middels små, kalkfattige og humøse bekker og renner ut i Vågavannet og så videre til Mjør. Vannforekomsten er registrert med moderat økologisk status og med liten til middels grad av forurensing. Viktige nedstrøms vannforekomster inkluderer Vågvatnet er registrert som en svært viktig naturtype. Tangenelva fra Vågvatnet til Mjør er og tidligere avgrenset som viktig naturtype/viktig bekkedrag.

Flere typer fisk er registrert i området. I Tangenelva som går mellom Vågavannet og Mjør, er blant annet ørret og abbor funnet. Annen viktig fauna i nærliggende vannforekomster innefatter edelkreps, funnet i Tangenelva (Lønnve & Olsen, 2019), Våg, Bindningsvannet og Langen selv hvis flere av disse registreringene er eldre. Ørret er og registrert i omliggende vannforekomster som Tjernslitjernet og Langen. Regnbuørret er og registret i Vikstjernet (Artsdatabanken, 2019), som er del av samme bekkedrag. Det er ikke registrert fisk i bekkedraget som denne rapporten omhandler.



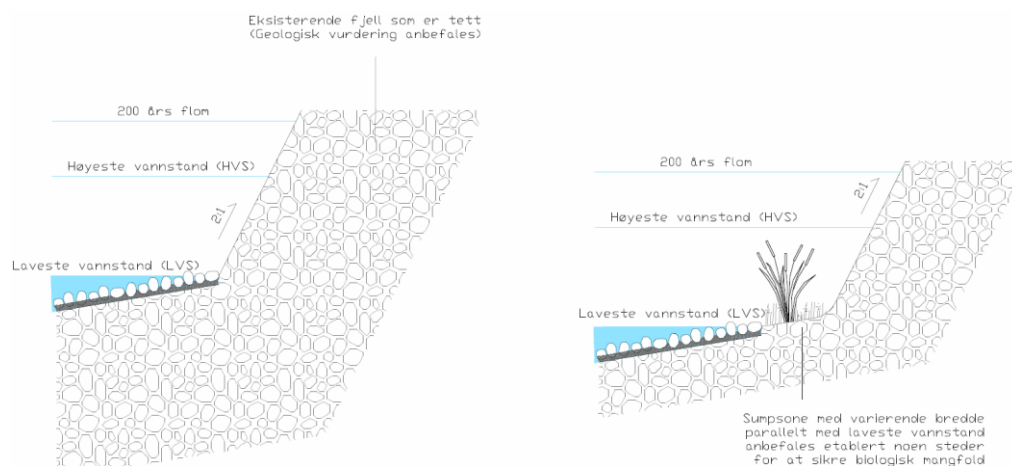
Figur 3: Satelittbilde (Google Earth)

3.5 PLANLAGT SITUASJON – RÅKENDALSBEKKEN

Bunnsubstrat og sikring mot erosjon og utglidninger

Fordrøyningsdammer

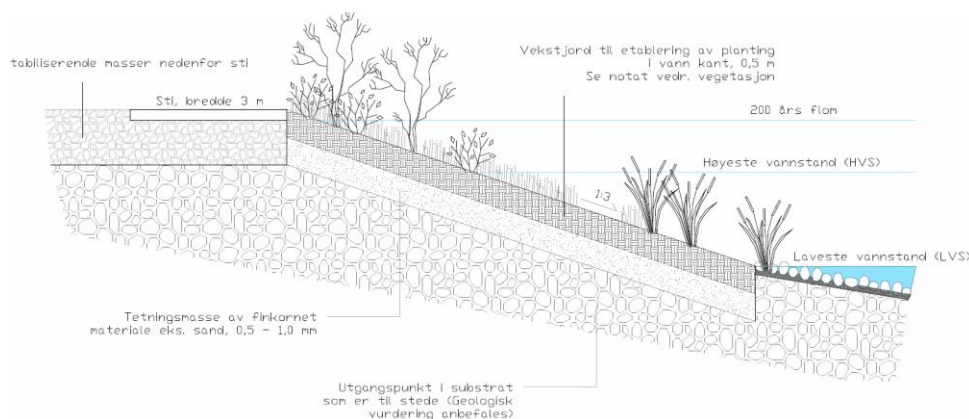
Damfundamentet må være tett nok og tåle belastningen. I tilfeller der bunnen består av fastfjell eller leire- eller siltholdige masser kan man ta utgangspunkt i substratet som er til stede, med forbehold om at massene har rett kornfordeling. Ifølge opplysninger fra oppdragsgiver består bunnen av fjell. Det er likevel viktig å kontrollere om bunnen er tett og at vannet ikke kan lekke bort gjennom fjellsprekker. Se Figur 4.



Figur 4 Kantsone fordrøyningsmagasin. Med og uten sumpsoner

Bunnen kan tettes på ulike måter, for eksempel ved å benytte leire eller leire kombinert med bentonitt. Det er viktig at det brukes leire med riktig kornstørrelsefordeling og at leire komprimeres tilstrekkelig. Utvasking av tetningsmasser kan forhindres ved å sørge for at massene som ligger inntil tetningsmassene har en kornsammensetning som tetningsmaterialene ikke kan passere gjennom. Slike masser kalles filtre for tetningsmasser. Steinete grus oppfyller som regel kravene til filter for tetningsmasser av morene. Tetningsmasser av leire må beskyttes med et ekstra filterlag av mer finkornet materiale, f.eks. sand.

For å utvikle naturmiljøet skal deler av dammen ha en helning på 1:3 eller slakkere slik at det kan etableres kant- og vannvegetasjon. Det anbefales å tilføre et lag med større og mindre stein, etterpå et lag med 0,5 m sand og 0,5 m vekstjord. Vekstjord skal kun deponeres i delen av bredden som ligger høyere enn flomnivået. Ved helning på 1:2 eller brattere er det stor fare for utglidning av masser. For å stabilisere bredden er det viktig med etablering av kantvegetasjon. Se for øvrig Figur 5



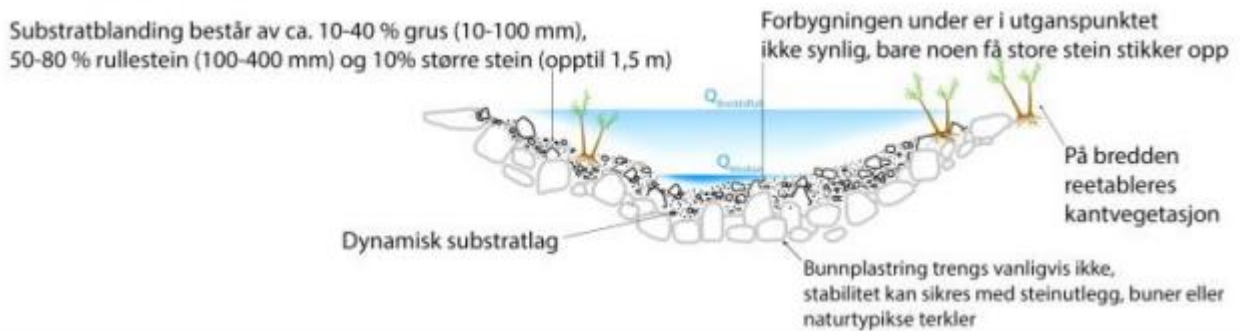
Figur 5 Kantsone fordrøyningsbasseng, med slak helning og illustrert sti

Heterogenitet i substratet vil tilrettelegge for diversitet i vannfauna. Stein som graves opp under etablering av dammer kan legges ut i dammene og vil gi diversitet i strømningsforhold, substrat og habitater. Større stein vil gi skygge, skjul og noe å feste seg for mange organismer, for eksempel fisk, amfibier og bunnfauna. Store steiner som stikker opp over vannoverflata kan være gode hvilesteiner for ender og andre fugler. Noen større stein kan legges ut langs bredden for å sikre mot kanterrosjon.

Fyllingsdammen skal utformes slik at den er tett eller ha en tett kjerne. For å unngå utglidninger må skråninger av tetningsmasser enten gjøres tilstrekkelig slakke (helning på 1:3), eller støttes opp av godt drenerende masser. I dammer som er bygd opp av tetningsmasser gjennom hele tverrsnittet, kan det bygges opp vanntrykk helt til nedstrøms skråning. Ved slike dammer må det derfor bygges inn en fot av godt drenerende masser som kan støtte opp de oppbløtte massene og drenere ut vannet (Vedum et al., 2004)

Bekkestrekninger

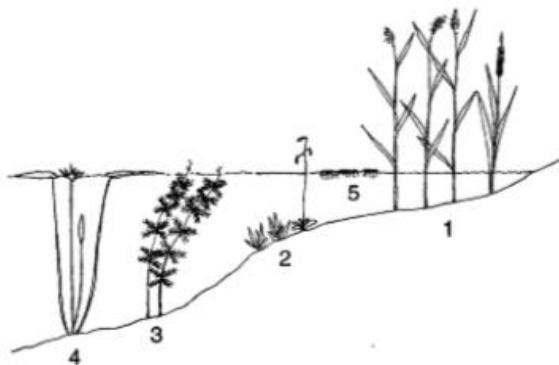
For strekninger med bekk bør det benyttes en tilbaketrukket erosjonssikring som gir bredere rom for flomvann, samt sideløp, bakveier, grunne stryk, og kantvegetasjon. Den utformes i utgangspunktet med store steiner i variert størrelse. På og mellom den stabile forbygningen ligger substrat av i hovedsak sand, grus og småstein. Også her tilrettelegger heterogent bunns substrat for biomangfold. Etter reetablering av kantvegetasjon vil forbygning være lite synlig utenom større steiner som sporadisk vil stikke opp i bekken. Slike steiner skaper heterogenitet i strømningsforhold og skjulesteder for fisk. Strømhastigheten i disse elveløpene vil imidlertid sannsynlig være lavere enn optimal for gyting av ørret. Kantvegetasjonen vil reetableres ved å dekke kantene med løsmasse og beplante, se mer om vegetasjon i kapittel nedenfor.



Figur 6: Utforming av strekning med rennende vann. (Ulrich, 2018).

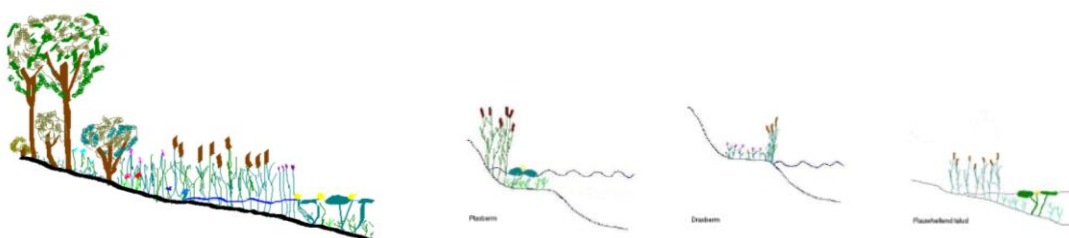
Vegetasjon

Vegetasjon er en viktig del av fordrøyningsdammer med permanent vannspeil, både funksjonelt og estetisk. I denne sammenheng skiller man mellom to hovedtyper: vannplanter og kantvegetasjon. Hovedfunksjonen til vannplantene er å opprettholde vannkvaliteten i dammen, både gjennom opptak av næringsstoffer og produksjon av oksygen. Kantvegetasjonen har en viktig funksjon for erosjonssikring, i tillegg for å filtrere bort forurensning og stabilisering av kantene. Figuren under (Miljødirektoratet, 2013) viser ulike typer av vannvegetasjon. Vannplanter deles ofte inn i helofytter/"sivvegetasjon" og "ekte" vannplanter.



Figur 7: Figuren viser ulike typer av vannvegetasjon: (1) helofytter (sivvegetasjon) (2) isoetider (kortskuddsplanter), (3) elodeider (langskuddsplanter), (4) nymphaeider (flytebladsplanter) (5) lemnider (frittflytende planter), samt kransalgene.

Det bør enten beplantes eller legges til rette for naturlig vegetasjonsetablering både i vannkanten og i selve dammen. Det kan legges til rette for naturlig vegetasjonsetablering i vannkanten og i selve dammen ved å variere dyp og helning av sideskråninger. Skissene under, Figur 8, viser noen eksempler på dette.



Figur 8: Eksempel på hvordan det kan legges til rette for naturlig vegetasjonsetablering i vannkanten og bredden

For å tilrettelegge for utvikling av sumpsoner med helofytter bør det finnes skråninger ved og under LVS med en helning på minst 1:2, helst 1:3 eller slakkere. Vannplanter etablerer seg ofte på en naturlig måte og spres for eksempel av andefugl. Dersom det beplantes bør det bare velges planter som hører naturlig hjemme i området. Bekken munner ut i Vågvatnet, som er karakterisert som svært viktig naturtype. Karakterarter er blant annet sverdlilje, vannlilje, takrør, kattehale og myrkongle. Sumpvegetasjon bør ikke dekke mer enn 20-30 % av bassengoverflaten. For mye vegetasjon, vil dette påvirke vannkvalitet negativt da dødt plantemateriale siger ned til bunnen og brytes ned. Det kan medføre oksygenfritt vann ved bunnen.

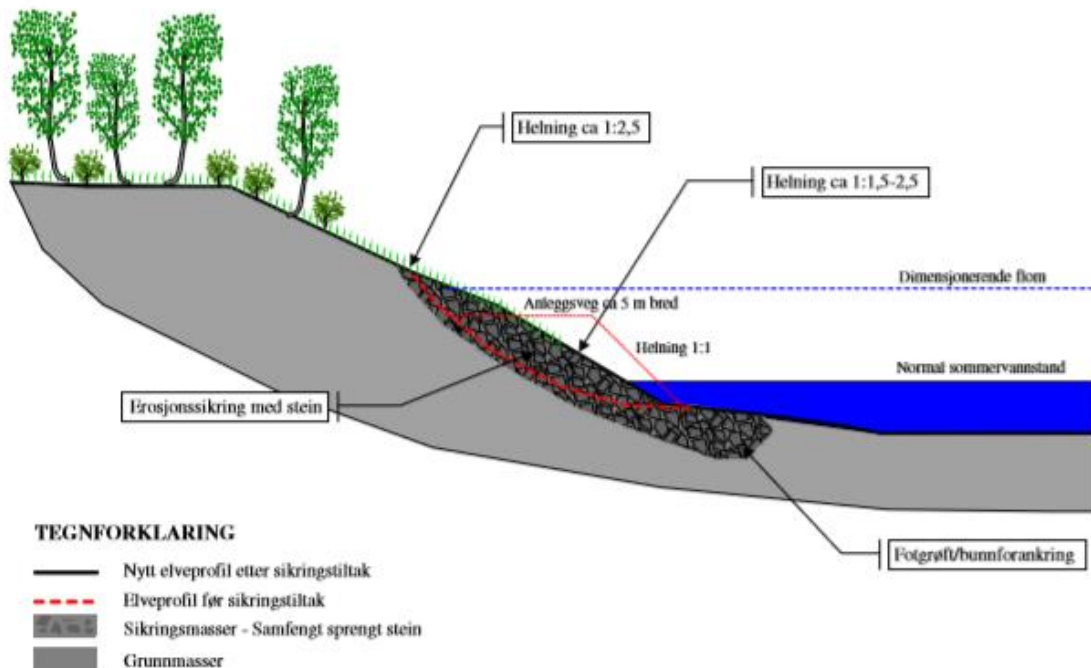
Kantvegetasjon fyller også viktige funksjoner, det vil blant annet øke skråningenes stabilitet ved at røttene binder jorda og ved å redusere poretrykket på grunn av forbruk av vann. Vegetasjonsdekte skråninger er også mindre utsatt for overflateerosjon. Toppvegetasjonen vil og bidra til at eventuelt overvann filtreres før det når dammene. Det er ikke aktuelt med etablering av kantvegetasjon der det er planlagt brattere skråninger enn 2:1. Brattere, harde (ikke-eroderbare) kanter kan forekomme men det bør etterstrebtes størst andel skråninger med vegetasjon, helst med en helning på 1:1,5 eller slakkere. Kantvegetasjonen skal etableres på et løssmasselag på 0,5-1 m med stein eller fjell som underlag. Laget skal ha en tykkelse på minst 1 meter for å kunne plante busker og trær. Kantene kan sås med gress, men innplanting av annen stedegen og egnet kantvegetasjon er fordelaktig. Der kanter er brattere en 1:1,5 bør det benyttes nedbrytbar geonett og mer innplanting av egnet kantvegetasjon for å holde på jorden mens vegetasjonen etablerer seg (se eksempel Figur 9).



Figur 9: Eksempel på hvordan kanten kan sikres mot overflateerosjon ved bruk av nedbrytbar geonett

Ved høy risiko for utglidninger bør steinsetting vurderes. Figur 10 under viser et eksempel på hvordan dette kan gjennomføres.

Prinsippskisse for erosjonssikring



Figur 10: Eksempel på hvordan kanten kan sikres mot utglidning og erosjon ved hjelp av steinsetting (Jenssen & Tesaker 2009).

Noen stiklinger av trær plantes med ca. 3-4 meters mellomrom. Etter disse er godt etablert og begynner å bli større bør en imidlertid luke ut og man bør sørge for at trær ikke står for tett rundt dammen. For mye trær gir dårligere vekstforhold for undervegetasjonen og mye nedfall av blader i vannet, noe som forringer vannkvalitet i områder med sakterennende vann.

I bekkeløpet

Kantvegetasjonen rundt bekken vil fylle lignende funksjon som rundt dammen, men skygge i bekken og sikring av toppdekket er viktigere i strekninger med bekk. Reetablering gjøres ved å dekke kantene med løsmasse og beplante. Også her foretrekkes med steden kantvegetasjon fra nærliggende vannforekomster, men såing av gress vil være tilstelling for å beskytte toppdekket i områder med mindre helning enn 1:1,5. I områder med større helning bør jord klappes fast og sikres med nedbrytbar geonett, og det bør i tillegg til gress beplantes med noe steden, mer egnet, kantvegetasjon. Stiklinger av trær bør plantes og langs bekken i større utstrekning en rundt dammen. Trær vil på sikt sørge for å gi områder med skygge, noe som er viktig særlig for fisk, men og for temperaturforholdene og begroing i bekken generelt. Røtter vil og bidra til å lage skjulesteder for fisk. Det anbefales å plante stiklinger av trær som er tilpasset flomsituasjoner, for eksempel gråor, svartor, hegg, osp, ask gråselje og andre vierarter. Dette er trær som er ble registrert i kantvegetasjonen til vassdrag i nærområdet, for eksempel langs Tangenelva (Lønnve & Olsen, 2017).

3.6 PLANLAGT OVERVANNSHÅNDTERING OG FORDRØYNING

Overvann fra tomtene planlegges ledet via rensebasseng på tomt A1 og A4 ut i Råkendalsbekken via stikkrenner under planlagt samlevei langs tomtene A1, A2 og A4s østre side. Råkendalsbekken planlegges utvidet, og det anlegges fordrøyningsbasseng langs bekken for å fordrøye overvann iht. krav i overvannsveileder for Enebakk kommune.

3.7 PRINSIPPER FOR UTFORMING OG DIMENSJONERING AV FORDRØYNINGSBASSENG

Bassengvolumet består av et tørrværsvolum og et fordrøyningsvolum. Fordrøyningsvolumet utgjør det volum av tilført overvann som kan magasineres mellom høyeste og laveste vannstand. Magasineringen gir den fordrøyningen av avrenningen som er ønskelig. Med hensyn til rensingen er tørrværsvolumet viktigst, men samspillet mellom disse volumene bidrar til et godt rensresultat.

3.8 EKSISTERENDE KULVERT UNDER MYRAVEIEN

I dag ligger det en kulvert under Myraveien sør for planområdet, vist i Figur 11 under. Denne fører overvann fra Råkendalsbekken under Myraveien og videre sørover i Råkendalen. Kulverten er et Ø600 betongrør med ukjent byggeår. Denne er innmålt med fall på 56‰.



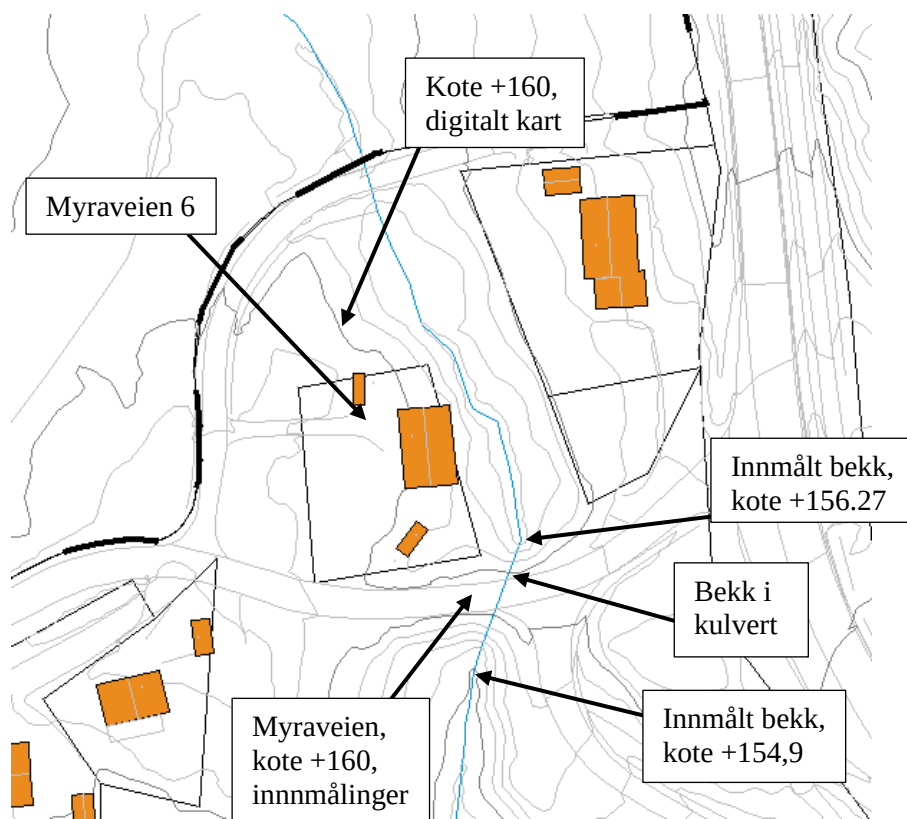
Figur 11: Kulvert under Myraveien

a) Myraveien ved kulvert (Google Maps)

b) Dronebilde av Myraveien ved kulvert (Mr. Pukk)

3.9 NABO OPPSTRØMS KULVERT, MYRAVEIEN 6

Tomten som ligger nærmest innløpet på kulverten gjennom Myraveien, Myraveien 6, sees på som det kritiske punktet for en eventuell 200års flom. Boligens kjeller ligger lavere enn Myraveien og vil derfor være utsatt for heving av vannivå som følge av en 200års flom. Bygget er vist i Figur 12.



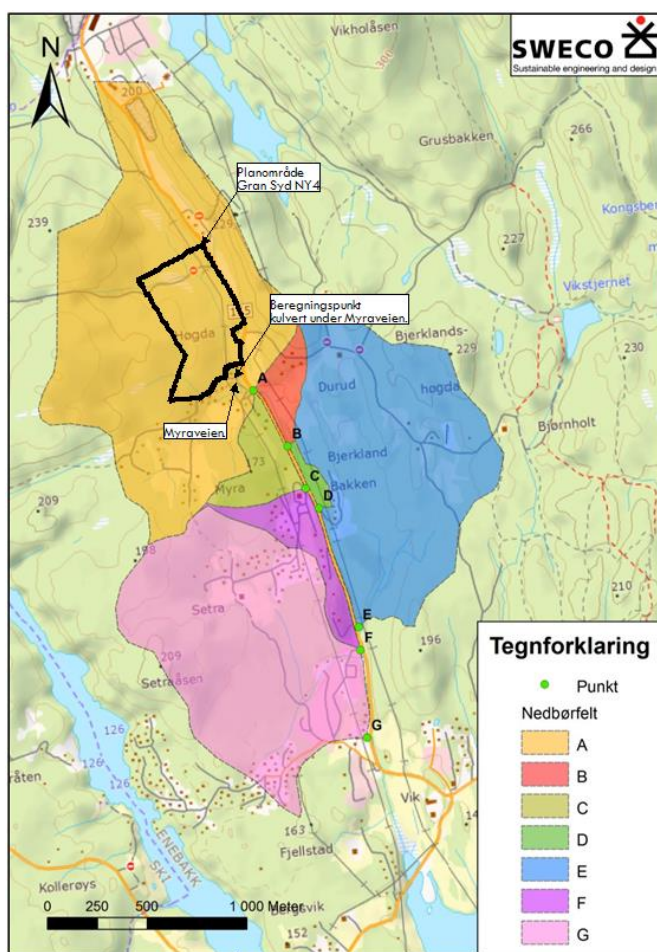
Figur 12: Myraveien 6.

4 RAPPORT «BEREGNING AV 200-ÅRS FLOM LANGS FV 155 I RÅKENDALEN» UTARBEIDET AV SWECO I 2013.

Swecos rapport beregner 200-års flom ved bruk av 2 metoder

1. Den rasjonelle formel.
2. Flomfrekvensanalyse, RFFA.

Swecos rapport (Sweco, 2013) påpeker at det ikke er entydig sammenheng mellom store nedbørsmengder og flom, og at det hvert år flommer ved snøsmelting flere steder i landet, men da avrenningsfeltene i rapporten ansees som små, og at det derfor forventes at flom opptrer ved intens nedbør. SWECO anbefaler derfor i rapporten at flomverdier beregnet vha. den rasjonelle formel brukes for dimensjonering av rør og stikkrenner. Rapporten benytter 20% klimafaktor, som også er verdier anbefalt av NVE på tidspunktet. Se ellers Figur 13.



Figur 13: Nedbørfelt (Sweco 2013)

5 FLOMBEREGNING

5.1 INNLEDNING

Denne rapporten vil benytte seg av den rasjonelle formel. Dette på grunn av at denne metoden ga mest konservative anslag i flommengde, i Swecos rapport angående 200-års flom, for liknende felt (Sweco, 2013). Beregningspunktet i denne rapporten er plassert ca. 100m fra Punkt A i Swecos rapport, og det ansees derfor at nedbørsfelt tilhørende punkt A, og kan brukes som nedbørsfelt for kulvert under Myraveien, med mindre tilpasninger, se Figur 13.

5.2 BEGRENSNINGER

Denne rapporten tar ikke for seg flom som følge av snøsmelting. Rapporten begrenser seg til beregning av vannmengder som følge av store nedbørsmengder over lengre tid.

5.3 BEREKNING

Flaskehalsen for flom i området er en Ø600 mm kulvert under Myraveien sør for planområdet. Kulvert er innmål med fall på 56‰. Dette gir en maksimal vannføring gjennom kulverten, $Q_{maks,kulvert}$, ved bruk av Colebrook-Whites ligning:

$$Q_{maks,kulvert} = -6,95 \log_{10} \left(\frac{0,74}{D_i * \sqrt{D_i * I} * 10^6} + \frac{k}{3,71 * D_i} \right) * D_i^2 * \sqrt{D_i * I} = 1250 \text{ l/s}$$

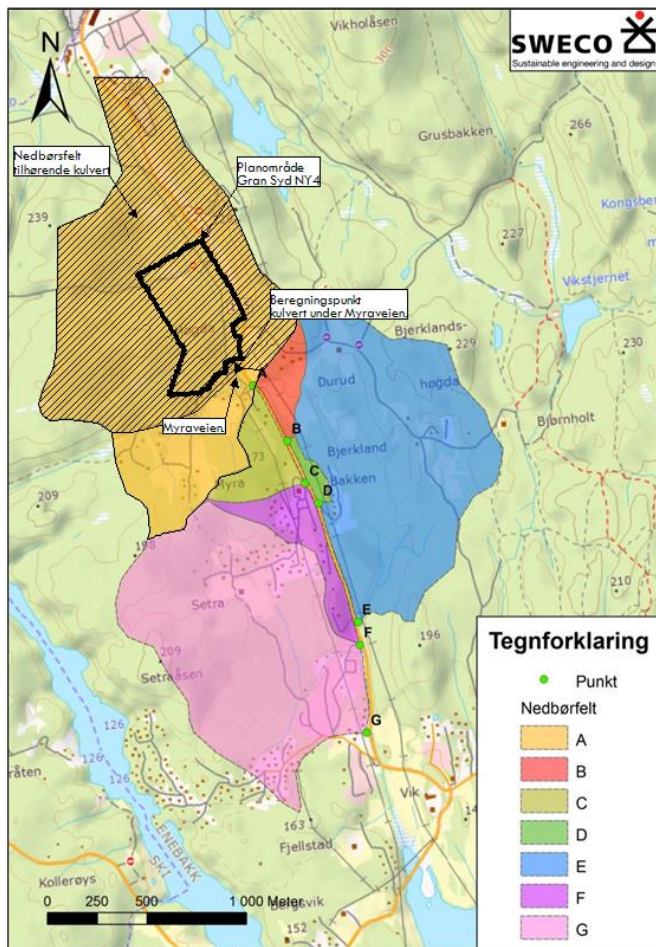
Der:

- D_i = indre diameter på selvfallsrør [m]
- I = fall [m/m]
- k = friksjonskoeffisient [m]

Ved oppstuvning over Ø600 kulvert vil det oppstå en trykkehøyde, som vil kunne øke maksimal vannføring gjennom kulverten. Dersom det tillates 2m oppstuvning over kulverten, 0,3-0,7 m under kjeller i Myraveien 6, kan dette øke vannføring gjennom kulverten. Bernoullis ligning, med 2 mVs som trykk oppstrøms kulvert gir:

$$Q_{maks\ kulvert,2m} = 1950 \text{ l/s}$$

Nedbørsfeltets areal begrenses av linjene i Swecos rapport (2013), men den sørlige delen av nedbørsfeltet er trukket noe nordover etter vurderinger av terrengforhold, som vist i Figur 14.



Figur 14: Nedbørsfelt tilhørende kulvert

Nedbørsfeltets areal beregnes til:

$$A = 1,3 \text{ km}^2$$

Planområdets konsentrasjonstid beregnes fra formel for utbygde felt:

$$t_t = t_c + t_r = 0,02 * L^{1,15} * H^{-0,39} + t_r = 30 \text{ min}$$

Der:

- t_c =konsentrasjonstid
- L =lengden av feltet =650m
- H =Høydeforkjell i feltet = 5m
- t_r =tid i rør = 10min

Nedbørsfeltets konsentrasjonstid beregnes fra formel etter anbefaling av NVE for naturlige felt:

$$t_t = t_c + t_r = 0,6 * L * H^{-0,5} + t_r = 130 \text{ min}$$

Der:

- t_c =konsentrasjonstid
- L =lengden av feltet =1,7 km
- H =Høydeforkjell i feltet = 70m

Det vurderes slik at hele feltets kritiske nedbørsvarighet vil ligge nærmere nedbørsfeltets konsentrasjonstid enn planområdet konsentrasjonstid. Nærmeste tilgjengelig målepunkt for nedbørsdata er med regnvarighet på 120min. Det antas derfor at 120 minutter er feltets kritiske nedbørsvarighet.

Beregninger ved bruk av den rasjonelle formel gir da en maksimal vannføring, $Q_{kritisk,nedbør}$, ved feltets kritiske nedbørsvarighet:

$$Q_{kritisk,nedbør}(t_c) = \varphi AI(t_c)K_f = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Der:

- φ =avrenningskoeffisient
- A =feltets areal = 1,3 km²
- K_f =klimafaktor = 20%
- I =dimensjonerende nedbørsintensitet = 70,3 l/s.ha

Det nyttes tilsvarende avrenningskoeffisient og klimafaktor som i Swecos rapport (2013), hhv. 0,4 og 20%. Dette tilsvarer ca. 70 000 m³ i nedbør over feltets areal.

Ved bruk av Mannings formel fås da maksimal vannføring i grøft. Ved bruk av iterative metoder blir kritisk tverrsnitt, for en trapes, for kulverten

$$A_{kritisk,kulvert} = 1,6 \text{ m}^2$$

Kulverten under Myraveien er en Ø600, som har tverrsnitt $A_{\emptyset 600} = 0,28 \text{ m}^2$

Til sammenligning klarer kulverten å ta unna ca. 1250 l/s uten vannoppstuvning oppstrøms, mens med 2m vannoppstuvning over kulverten 1950 l/s. Dersom bassengenes volum fordeles på kritisk regnvarighet, minker dette kritisk vannføring med:

$$Q_{kritisk,fordrøyning} = \frac{13500 \text{ m}^3}{120 \text{ min}} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dersom det kan antas at vannføring gjennom kulvert blir maksimum 1950 l/s, samt at $Q_{kritisk,fordrøyning}$ bidrar til å senke vannføringen gjennom kulverten fører dette til maksimal vannføring blir:

$$Q_{maks \text{ vannføring}} = 5,6 - 1,95 - 1,90 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ved bruk av Colebrook-Whites ligning for sirkulære selvfallsrør, blir kritisk indre diameter, med fall på 56‰:

$$D_{kritisk,overløp,1} = 679 \text{ mm}$$

Dersom det tillates 2m oppstuvning over kulvert, samt at fordrøyningsbassengene ikke bidrar til å senke vannføringen, konservativ antagelse, blir kritisk vannføring:

$$Q_{overløp} = 5,6 - 1,95 = 3,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ved bruk av Colebrook-Whites ligning for sirkulære selvfallsrør, blir kritisk indre diameter på overløpet, med antatt fall likt eksisterende kulvert:

$$D_{kritisk,overløp,2} = 896 \text{ mm}$$

6 KONKLUSJON OG DISKUSJON

Grunnet størrelsen på nedbørsfeltet og den eksisterende dimensjonen på kulverten under Myraveien er området, spesielt området i sør ved Myraveien flomutsatt slik situasjonen er i dag. Det vurderes i denne rapporten at planlagte vannveier, fordrøyningsbasseng og åpne grøfter bidrar til å bedre dagens situasjon betraktelig for naboeiendommene i sør, samt generell overvannshåndtering i området. Det kritiske punktet for den omlagte vannveien er Myraveien 6, vist i Figur 12, der oppstrøms kulverten under Myraveien ligger nærmest. Videre oppstrøms i dalen langs fordrøyningsbassengene og bekken er det ikke bygninger som vil være utsatt for eventuell flom fra 200års nedbør som regn. Annen kritisk infrastruktur langs vannveien, som høyspentmaster, veifylling, o.l. vil sikres mot utvasking.

6.1 TILTAK MOT FLOM, PLANLAGT SITUASJON

Det foreslås å anlegge et overløp i Myraveien på et lavere nivå enn kjeller i Myraveien 6 for å hindre oppstuvning over kjellerhøyden. Total vannføring gjennom eksisterende kulvert og foreslått overløp vil da dimensjoneres for $Q_{kritisk, nedbør}(t_c) = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det sikres effektive flomveier, samt fordrøyningsbasseng med restkapasitet ved dimensjonerende nedbørsvarighet for fordrøyning. Det sikres åpent bekkeløp, samt bekkeinntak med rist oppstrøms kulvert og overløp. Det er derfor Teknaconsults vurdering at dagens situasjon bedres for hele feltet, deriblant Myraveien 6. Vedlegg 2 viser kotehøyder på planlagte fordrøyningsbasseng, LVS og HVS, samt innmålte høyder langs Osloveien.

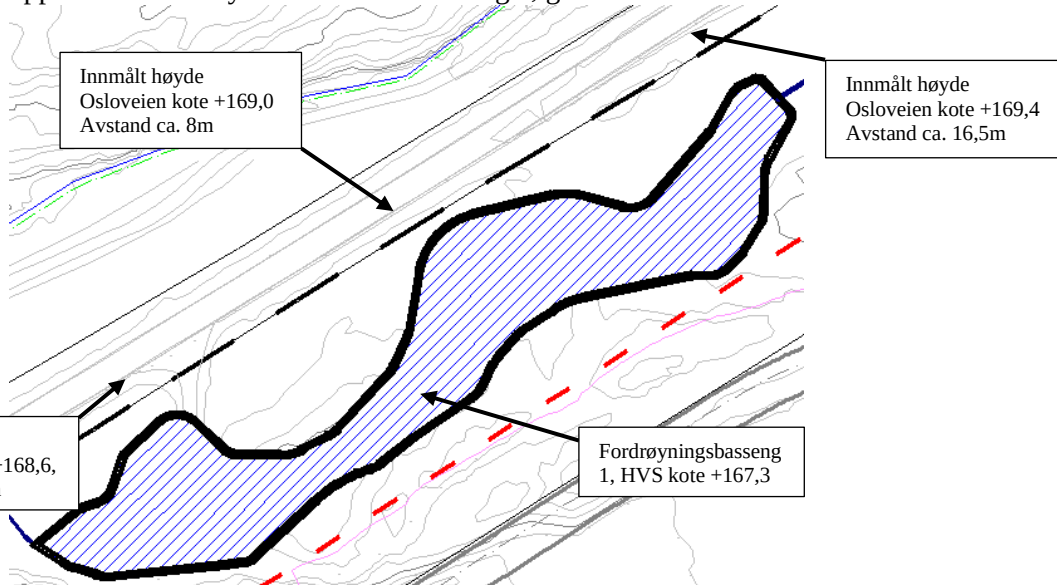
Fylling langs samleveien og tomtene sikres ved plastring med leire for å sikre skråning mot utvasking ved høy vannføring i bekk og basseng, etter veileder «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein» (Jenssen & Tesaker 2009).

6.2 OSLOVEIEN

Det planlegges fordrøyningsbasseng i planområdet langs Osloveien. I randsone mot Osloveien er det observert fjell i dagen. Dette gir lav risiko for utglidninger ifm. etablering av fordrøyningsbassengene. Støtes det på løsmasser vil det bli foretatt en geoteknisk vurdering med tiltak mot utvasking og utglidning.

Fordrøyningsbasseng 1

På det nærmeste ligger veikant av Osloveien ca. 8m fra fordrøyningsbasseng 1. Høydeforskjellen mellom Osloveien og planlagt HVS er her ca. 1,7m. Det er ikke sannsynlig ved flomsituasjon at det vil oppstaves vann høyere enn HVS i bassenget, grunnet fallforholdene nedstrøm i dalen.



Figur 15 Fordrøyningsbasseng 1, Tegning 246

Fordrøyningsbasseng 2

Fordrøyningsbasseng
2, HVS kote +165,0

Innmålt høyde Osloveien
kote +171,1
Avstand ca. 40m

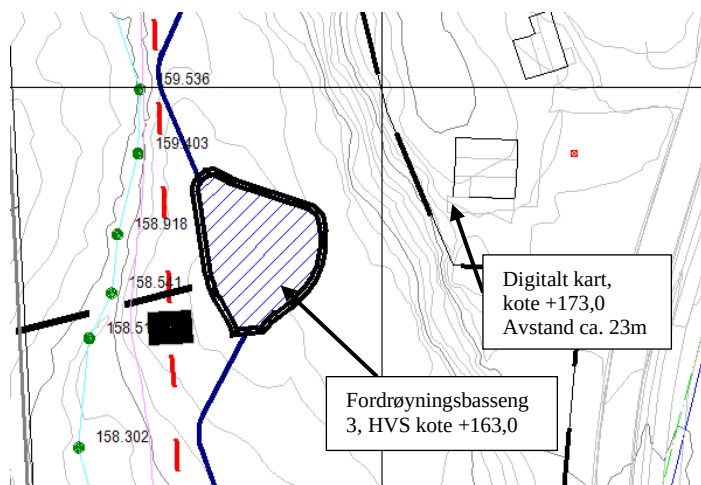
Innmålt høyde Osloveien
kote +171
Avstand ca. 60m

Digitalt kart,
kote +172,0
Avstand ca. 30m

Figur 16 Fordrøyningsbasseng 2, Tegning 246

Fordrøyningsbasseng 3

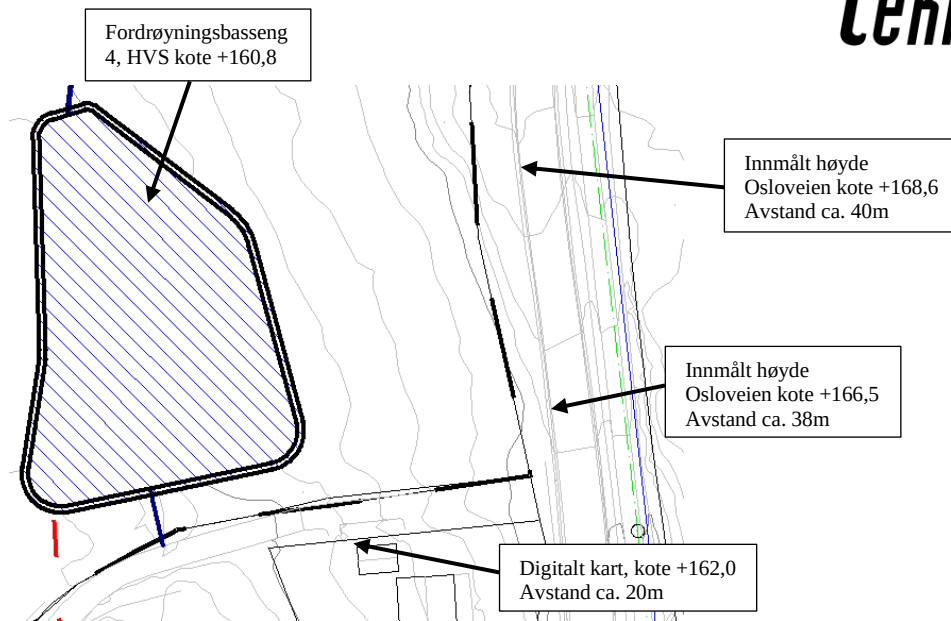
Annen berørt bebyggelse langs Osloveien, Osloveien 559 og 561 angitt i Figur 17, ligger ca. 10 m høyere enn planlagt HVS i fordøyningsbasseng 3.



Figur 17: Fordrøyningsbasseng 3, Tegning 246

Fordrøyningsbasseng 4

I det sørligste bassenget, fordøyningsbasseng 4 angitt i vedlegg 4, er høydeforskjellen mellom HVS og Osloveien ca. 5m.



Vedlegg til rapport:

1. Rapport utarbeidet av Sweco v/ Nils Charles Prieru: «Beregning av 200-års flom langs Fv 155 i Råkendalen».
2. Tegning 246: Temakart – Fordrøyning

7 REFERANSER

Artsdatabanken (2019) Hentet fra <https://artskart.artsdatabanken.no>.

Pulg, Ulrich (2018). Vassdrag og landbruk – et elsk-hat-forhold. Hentet fra:
https://www.fylkesmannen.no/contentassets/e9b82242f0094a37a973bdd02678395c/dag_2/dag-2.1.-ulrich_pulg_vassdrag_lk2018.pdf

Lønnve, O. J. & Olsen, K. M. 2017. Naturverdier i tilknytning til Tangenelva ved Ytre Enebakk i Enebakk kommune. BioFokus-notat 2017-39. Stiftelsen BioFokus. Oslo.

Jenssen, L & Tesaker, E. (2009). Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. NVE, NTNU. Hentet fra http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf

Miljødirektoratet (2013) Hentet fra:
http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/veiledere-direktoratsgruppa/nettbasert-veiledere-import/klassifisering/revdert_klassifiseringsveileder140123_vzis-.pdf

Sweco (2013). Beregning av 200-års flom langs FV155 i Råkendalen. Hentet fra
<https://www.enebakk.kommune.no/kunngjoering-om-nytt-offentlig-ettersyn-reg-441b-gang-og-sykkelvei-ny5-vest-paa-gran.6109163-453679.html>.

Vedum, Trond Vidar; Hofstad, Halvard; Åstrøm, Svein; Ødegaard, Ragnar; Dolmen, Dag; Sørensen, Ståle; Vold, Karoline Finstad & Bryhn, Kristin Ødegård (2004). Dammer i kulturlandskapet. Til glede og nytte for alle. Fylkesmannen i Hedmark