

NY VANNFORSYNING OSLO

E5 RÅVANNSTUNNEL ISTANDSETTING AV TOVERUD MASSEUTTAK OVERVANNSHÅNDTERING

| 01 | Første utgivelse | 31.01.2022 | MIB | DAGR | HRH |
|--|---------------------|---|-------------------------|---|----------|
| Revisjon | Årsak til utgivelse | Dato | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
| NY VANNFORSYNING OSLO E5 RÅVANNSTUNNEL | | Sider: 18 | Kontraktsnr: NVO DP1 | | |
| Istandsetting av Toverud masseuttak Overvannshåndtering | | Utarbeidet av: | Gradering: ÅPEN | | |
|  Oslo Vann- og avløpsetaten | | Dokumentnummer: NVO-MCA-20-WK-003-0 | Revisjon: 011 | | |
| | | Multiconsult COWI | | asplan viak  | |

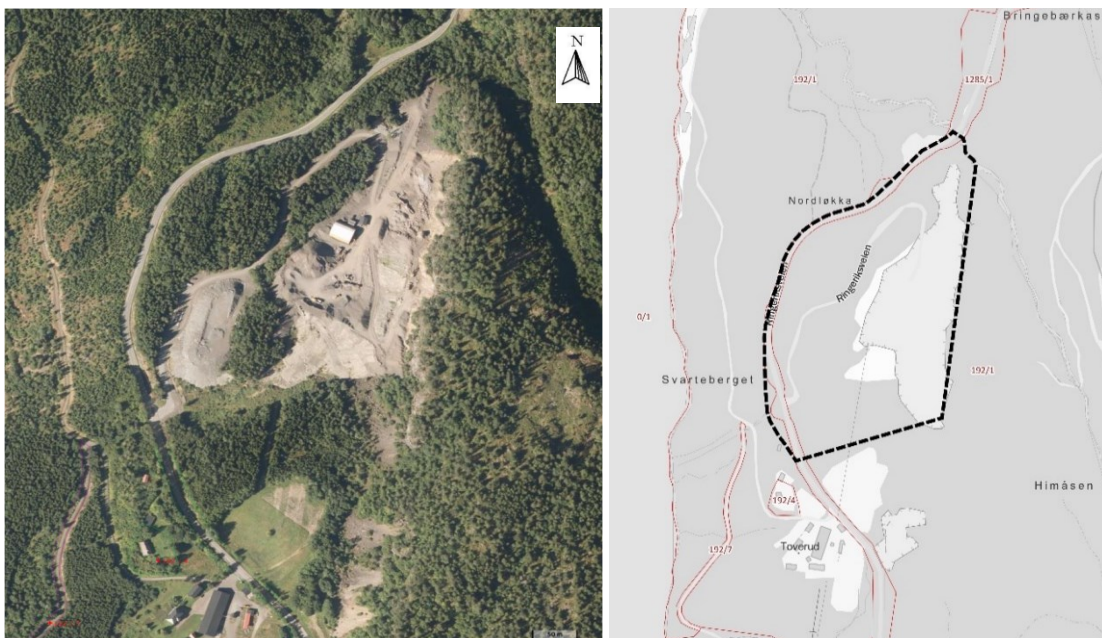
Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 1 | Generelt..... | 3 |
| 2 | Eksisterende situasjon..... | 5 |
| 2.1 | Overvannshåndtering..... | 5 |
| 3 | Dimensjonerende overvannsmengder..... | 8 |
| 3.1 | Generelt..... | 8 |
| 3.2 | Dimensjonerende overvannsmengder..... | 8 |
| 4 | Overvannshåndtering..... | 9 |
| 4.1 | Tiltak..... | 9 |
| 4.1.1 | Overvannsdammer..... | 9 |
| 4.1.2 | Grøfter..... | 11 |
| 4.2 | Stikkrenner..... | 12 |
| 4.3 | Flomvei..... | 12 |
| 4.4 | FDV..... | 12 |
| 4.5 | Ytre miljø og utslipp..... | 12 |
| | Vedlegg..... | 13 |
| | Referanser..... | 18 |

1 Generelt

Som en del av prosjekt *Ny vannforsyning Oslo* (NVO) skal det drives en ca. 19 km lang råvannstunnel med tunnelboremaskin (TBM) mellom Vefsrud ved Holsfjorden i Lier og Huseby i Oslo. Tunnelen drives fra begge sider, og omtrent halvparten av masseuttaket skjer på Vefsrud. Dette gir masser som kan benyttes til å tilbakeføre og restaurere terrenget som er påvirket av tidligere drift på Toverud. Toverud ligger på østsiden av Holsfjorden, nord i Lier kommune, 18 km fra Lierbyen og ca. 8 km sør for anlegget på Vefsrud. Ved dette tiltaket vil NVO bli kvitt masser med kort transportvei, samtidig som massene blir brukt til å istandsette terrenget på Toverud.

Området er i dag regulert til masseuttak. Det har vært tatt ut og knust urmasser fra området gjennom flere år. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune (VAV) har satt i gang en reguleringsprosess for å regulere istandsetting av masseuttaket.

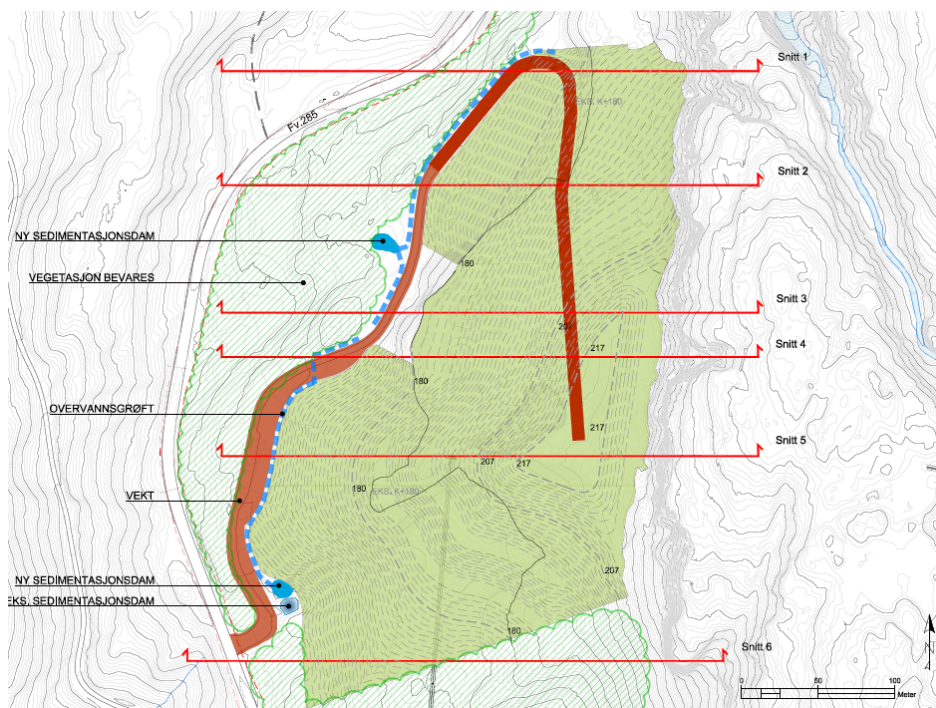


Figur 1: Til venstre: Flyfoto fra 2016 som viser område som er berørt av virksomheten ved Himåsen på Toverud. Toverud gård ligger nederst til venstre i bildet. Til høyre: Varslet planområde.

Det er planlagt en oppfylling på Toverud med totalt ca. 730 000 m³ anbragte masser. Det meste av dette vil være TBM-masser fra råvannstunnelen, men noe sprengstein fra haller vil også inntransporteres. Oppfyllingen er planlagt i tidsrommet 2022-25. Etter oppfylling av masser skal deponiområdet tilsås, og det er planlagt at området til slutt tilbakeføres til skog.

Figur 2 viser et utsnitt av tegning O101, som viser plan for total oppfylling av masseuttaket. Plantegning O101–O104 og tilhørende snittegninger O201–O206 viser de ulike fasene av oppfylling av området.

Avrenning fra masseuttaket vil renne vestover til Holsfjorden som resipient, via stikkrenner under fv. 285 Ringeriksveien. Dette notatet beskriver overvannshåndtering som skal sikre forsinkelse og fordrøyning av overvann, samt sedimentering av partikler og partikulærbundet forurensning.



Figur 2: Planforslag med ferdig terreng Toverud. Utsnitt fra tegning O101.

2 Eksisterende situasjon

Området består i dag primært av store flater og hauger med grus, skog og noe bart fjell. I 2021 ble adkomstveien frem til det midtre driftsområdet asfaltert. Tomten har naturlig fall vest/nord-vest mot fv. 285 og Holsfjorden. Oppstrøms tomten ligger en bratt bergskrent i nord-sør-retning, hvilket betyr at det er et begrenset areal i øst som har avrenning mot feltet.

Adkomst til området er via eksisterende avkjørsel fra fv. 285.

Området ble befart 07.05.2020 for å vurdere eksisterende bekker og stikkrenner. Det var flere stikkrenner langs fylkesvei 285 på nedsiden av planområdet, hvor det rant vann ut fra bratt terreng på nedsiden av masseuttaket, mot stikkrennene. Befaringer ble utført på en solfylt dag hvor det hadde vært lite nedbør de siste dagene.

Figur 3 viser bilder av bekk nedstrøms masseuttaket, samt hvordan det så ut på masseuttaket våren 2020.



Figur 3: Til venstre: En av bekkene nedstrøms masseuttaket, mot fylkesvei 285. Til høyre: Masseuttaket med den bratte bergveggen i bakgrunnen. Bilder fra befaring 07.05.2020.

2.1 Overvannshåndtering

Tomten og arealer oppstrøms med avrenning mot tomten er anslått å ha et totalt areal på ca. 105 000 m², og en vektet avrenningskoeffisient på 0,4.

Sørøst for avkjørselen fra fv. 285 er det en eksisterende overvannsdam med overløp til terreng med fall mot en 300 mm stikkrenne under Ringeriksveien. Nord for avkjørselen fra fv. 285 er det to eksisterende stikkrenner, én sirkulær 300 mm stikkrenne, og en rektangulær stikkrenne av naturstein med mål B x H 400 x 600 mm. Helt nord i tiltaksområdet er det en 400 mm stikkrenne av plast. Eksisterende stikkrenner og overvannsdam er vist i figur 4.



Figur 4: Eksisterende overvannsdam og stikkrenner ved massedeponiet på Toverud. Stikkrenneplassering og dimensjon er hentet fra Statens vegvesens Vegkart

Overvannsdammen og stikkrennene er vist i hhv. figur 5 og figur 6. Basert både på innmålinger og besiktigelse, fremstår dammen som liten med tanke på å håndtere fremtidige nedbørshendelser. Dammen er også relativt gjengrodd, og fremstår lite vedlikeholdt, noe som er naturlig siden det ikke har vært drift i anlegget på flere år. Stikkrennene under fv. 285 er også i stor grad gjenfylt/gjengrodd, og bærer preg av manglende vedlikehold. Det er ikke foretatt måling av helning på stikkrennene, hvilket betyr at det er vanskelig å anta stikkrennenes teoretiske kapasitet.



Figur 5: Eksisterende overvannsdam for steinbruddet. Bilde tatt under befaring 07.05.2020.



Figur 6: Eksisterende 300 mm betongstikkrenne sør for avkjørsel til massedeponiet. Til venstre: innløp. Til høyre: utløp, delvis fylt opp med jord og grus. Bilde tatt under befaring 07.05.2020.

3 Dimensjonerende overvannsmengder

3.1 Generelt

Det er utført vurderinger av nedbørfelt bestående av masseuttaket og terrenget oppstrøms, og overvannsberegninger basert på den rasjonelle metode.

Det er vurdert at området deles inn i to nedbørfelt, med avrenning til hvert sitt overvannsbasseng. Nedbørfelt er angitt som felt sør og nord, som angitt i figur 7.

For beregninger av dimensjonerende overvannsmengder er det valgt å legge 50 års gjentakintervall med klimafaktor 1,5 til grunn, i henhold til Lier kommunes VA-norm.

Erfaringer fra deponier av TBM-masser på Åsland viser at deponerte TBM-masser har god infiltrasjonskapasitet så lenge disse ikke komprimeres. Det forutsettes at de øvre sjiktene av massene som deponeres på Toverud ikke vil komprimeres, og at hele deponiet på sikt vil tilbakeføres til skog. Det er derfor lagt til grunn en vektet avrenningskoeffisient på 0,3 for hele massedeponiet og terrenget oppstrøms etter oppfylling og revegetasjon.

3.2 Dimensjonerende overvannsmengder

Tiltaksområdet og overliggende areal er beregnet til ca. 105 000 m², med en antatt avrenningskoeffisient på 0,3. Arealer for de to nedbørfeltene, samt beregnet dimensjonerende avrenning fra disse er angitt i tabell 1. Fullstendige beregninger ligger vedlagt.

Tabell 1: Beregnet dimensjonerende avrenning fra nedbørfelt sør og nord.

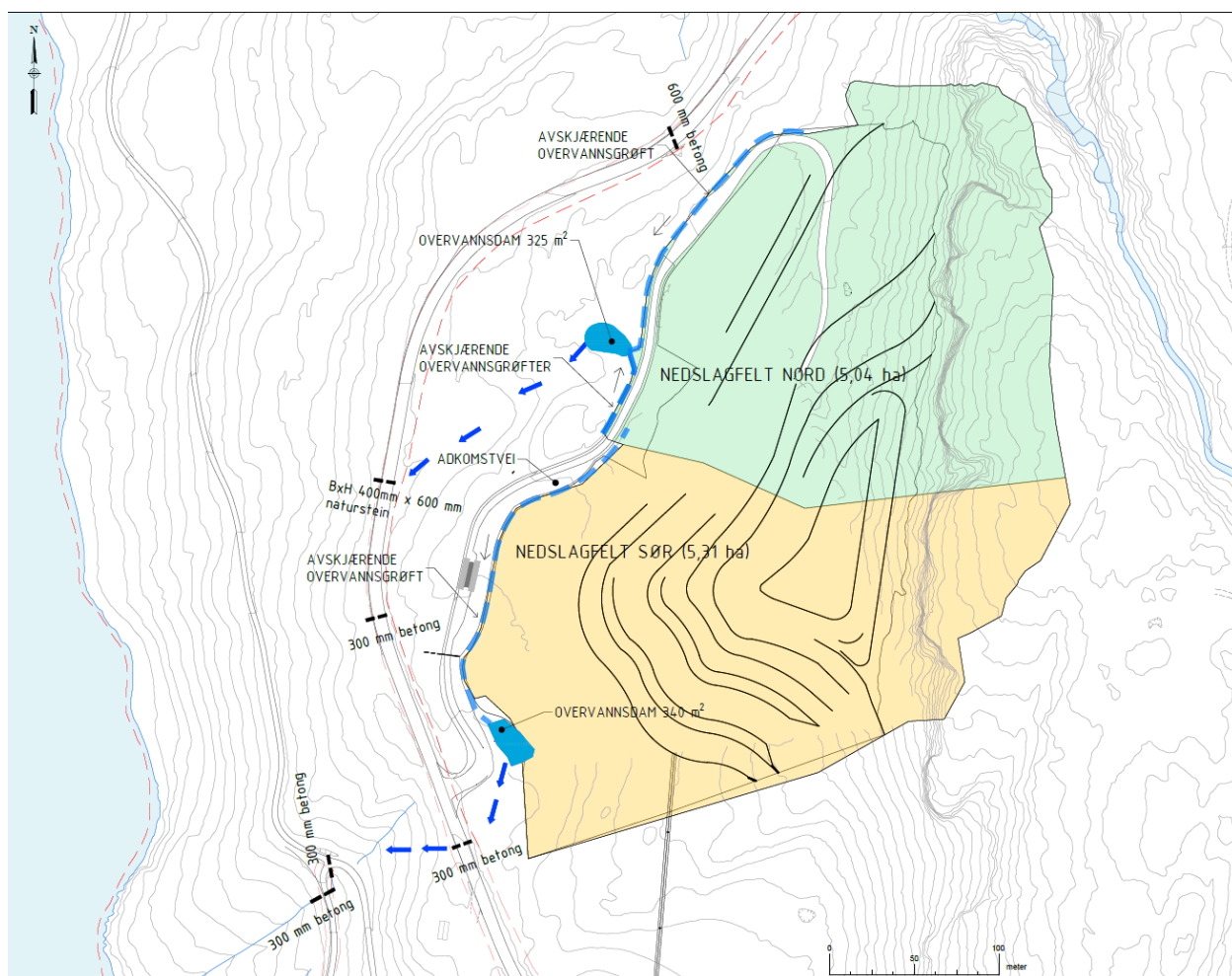
| Nedbørfelt | Sør | Nord |
|---|-------|-------|
| A [ha] – areal | 5,31 | 5,04 |
| C [-] – avrenningskoeffisient | 0,3 | 0,3 |
| A _{red} [ha] – redusert areal | 1,59 | 1,51 |
| L [m] – størst lengde i nedbørfeltet | 285 | 360 |
| H [m] – høydedifferanse i nedbørfeltet | 140 | 150 |
| t _c [min] – konsentrasjonstid | 14 | 18 |
| i ₅₀ [l/s*ha] – dimensjonerende nedbørintensitet | 291,5 | 248,4 |
| Q _{dim} [l/s] – dimensjonerende avrenning | 696,9 | 563,4 |

4 Overvannshåndtering

4.1 Tiltak

For å samle opp og fordrøye overvann fra tiltaksområdet etableres det avskjærende grøfter langs adkomstveien inne på vestsiden av området. Grøftene utformes i grov pukk, med en utforming beskrevet i 4.1.2.

Grøftene leder overvann til to overvannsdammer, som vist på figur 7. Hensikten med overvannsdammene er å fordrøye og forsinke overvann, samt å sedimentere partikler og ev. partikulærbundet forurensning fra tiltaksområdet.



Figur 7: Nedbørfelt og overvannshåndtering massedeponi Toverud.

4.1.1 Overvannsdammer

Det etableres to overvannsdammer på området for å forsinke og fordrøye overvann. Overvannsdammene etableres som tette overvannsdammer med et permanent vannspeil, slik at ev. partikulær og partikulært bundne forurensninger vil kunne sedimentere.

Overvannsdammene utformes med et areal på 200 m²/red. ha nedslagsfelt (areal multiplisert med avrenningskoeffisient) i henhold til anbefalinger i Statens vegvesens rapport 295. Et areal på 200–250 m²/red. ha er vist å gi en god renseeffekt.

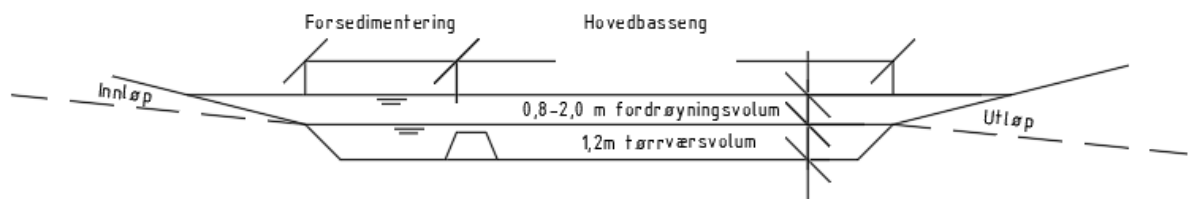
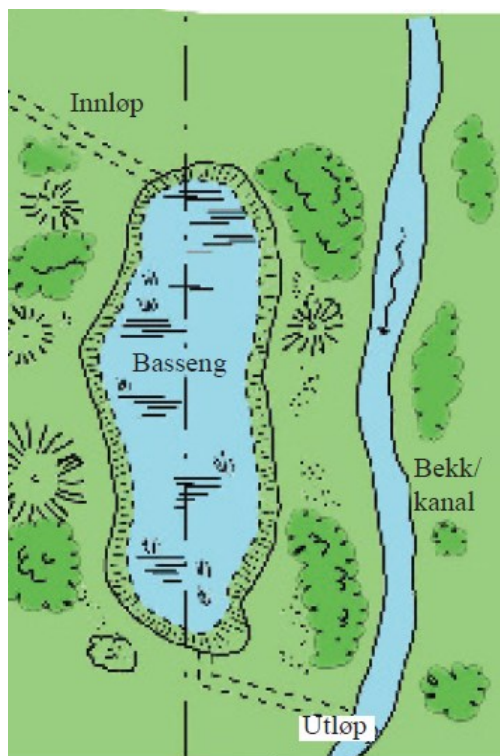
Nødvendige dimensjoner for de to overvannsdammene er gitt i tabell 2. Beregnet nødvendig fordrøyningsvolum forutsetter at teoretisk kapasitet beregnet i Tabell 4. Dersom stikkrenner viser seg å ha lavere teoretisk kapasitet, må fordrøyningsvolum økes.

Tabell 2: Utforming overvannsdammer på Toverud masseuttak

| Dam | Sør | Nord |
|--|-----|------|
| Overflateareal tørrværsvolum [m ²] | 340 | 325 |
| Dybde tørrværsvolum [m] | 1,2 | 1,2 |
| Dybde fordrøyningsvolum [m] | 1,0 | 0,8 |
| Anbefalt skråning | 1:4 | 1:4 |
| Nødvendig fordrøyningsvolum [m ³] | 540 | 400 |

For å oppnå en tilfredsstillende rensegrad må det tas hensyn til en rekke forhold som gjelder utforming. Følgende forutsetninger er hentet fra Statens vegvesens rapport 295 er relevant for dette prosjektet. Prinsipp for utforming av overvannsdammer er vist i figur 8.

- Anlegget må utformes med overløp og flomveier for å kunne tåle ekstreme avrenningsforhold. Utløp og overløp må erosjonssikres.
- For å fremme vegetasjon langs bassengets sider, anbefales skrånende kanter, f.eks. i forholdet 1:4.
- Av hensyn til gunstig bunnfelling av partikler anbefales rolig langsgående strømming i bassenget, et forhold mellom lengde og bredde 3:1-4:1 anbefales.
- Dambunnen må være tett for å oppnå permanent vannspeil. Man må da unngå uønsket infiltrasjon via bunnen og sidene i dammen. Det kan benyttes tetting med leire eller plastmembran.
- Det kan legges et tynt sandlag på bunnen som kan virke som rotfeste for planter.
- For å tilbakeholde sand og grus fra avrenningsfeltet etableres en forsedimentering ved innløpet til bassenget (slambasseng). Innløpet må ha en energidreper for å unngå erosjon/turbulens. Oppholdstiden i forsedimenteringen under dimensjonerende vannføring bør være minst 3-5 minutter. Om forsedimenteringskammeret støpes med betongplate blir det enklere å tømme det for slam.
- Mellom forsedimenteringsdelen og hovedbassenget anbefales det å anlegge en terskel i form av gabionkasser eller stein som vil fungere som filtrering mellom kamrene.
- Konstruksjonen bør lages så enkel som mulig slik at det er minimalt behov for ettersyn og at anlegget er enkelt tilgjengelig for vedlikehold (slamfjerning).
- Det bør vurderes en siltgardin før utløp for å holde igjen de minste partiklene. Siltgardinen vil også fungere som et ekstra tiltak ved ekstrem nedbør som gir kort oppholdstid i bassenget. Dette kan være spesielt aktuelt under oppfylling av massedeponiet, da det antagelig vil være størst massetransport av finstoffer i denne perioden.
- Fordrøyningsvolum i bassenget dimensjoneres med tanke på utløpskapasiteten.
- Det må sikres adkomst til rensebassenget for enkel tømning.



Figur 8: Prinsipp for utforming av overvannsdammer (plan/snitt). Hentet fra VA-/Miljøblad nr 75.

4.1.2 Grøfter

De avskjærende grøftene nedstrøms massedeponiet skal dimensjoneres for å håndtere en nedbørshendelse med gjentaksintervall på 200 år. Avskjærende grøfter til de to overvannsdammene skal utformes i henhold til tabell 3.

Tabell 3: Utforming av avskjærende grøfter nedstrøms massedeponi.

| Grøft til dam | Sør | Nord |
|---|-------|-------|
| Bunnbredde [m] | 1,0 | 1,0 |
| Sidehelning [m/m] | 1:1,5 | 1:1,5 |
| Dybde [m] | 0,45 | 0,40 |
| Antatt fall [‰] | 10 ‰ | 10 ‰ |
| Beregnet kapasitet [l/s] | 980 | 790 |
| Dimensjonerende avrenning Q_{200} [l/s] | 835 | 680 |

4.2 Stikkrenner

Fall på eksisterende stikkrenner er ikke målt inn, hvilket gjør det vanskelig å fastslå hvorvidt disse har tilstrekkelig kapasitet for å håndtere overvann fra fremtidige nedbørsmengder. Vann fra de to overvannsdammene vil renne ut mot de to stikkrennene angitt på figur 7.

I beregninger lagt til grunn i dette notatet er det estimert at stikkrennene har kapasitet i henhold til tabell 4.

Tabell 4: Antatt kapasitet stikkrenner nedstrøms massedeponi.

| Stikkrenne | Sør | Nord |
|----------------------------|----------|-----------------------|
| Form | Sirkulær | Rektangulær |
| Dimensjon | Ø300 mm | B x H 400 mm x 600 mm |
| Antatt fall | 20 ‰ | 15 ‰ |
| Antatt teoretisk kapasitet | 147 l/s | 204 l/s |

Planen om mottak av masser på Toverud vil ikke endre infiltrasjonskapasiteten i planområdet. Med etablering av en ny rensedam og utbedring av eksisterende vil fordrøyningskapasiteten til området øke. Tiltaket anses derfor i seg selv ikke å kreve oppgradering av stikkrenner under fv. 285, men disse må renskes for å sikre full teoretisk kapasitet.

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 skal gjennomløp i veier og gater nå ha en minimumsdimensjon på 600 mm.

4.3 Flomvei

Avskjærende grøfter er dimensjonert for å håndtere flom som følge av en nedbørshendelse med 200 års gjentaksintervall. Dersom grøftenes kapasitet skulle overstiges, vil overvann flomme over grøftene og ut på terreng og videre mot stikkrenner under fv. 285 og ned mot Holsfjorden.

4.4 FDV

Åsland pukk har ansvar for forvaltning, drift og vedlikehold av avskjærende overvannsgrøfter og overvannsdammer.

4.5 Ytre miljø og utslipp

For miljørisikovurdering av utslipp fra deponiområdet henvises det til 10224956-RIM-RAP-001, *Toverud massemttak – risikovurdering av utslipp*.

Vedlegg

| | | | |
|--|------------------------------|-----------------------|---|
| Multiconsult | | Oppdragsgiver: | VAV |
| PROSJEKT NVO Toverud | | Fag: | VA |
| BEREGNINGSAK: Vannføring ved rasjonell form | | Prosjekt nummer: | 10209127-01 |
| Dim. avrenning etter oppfylling | | Dokument nr: | |
| UTFØRT AV MIB | | Revisjon: | 0 |
| DATE: 20.01.22 | SJEKK: DAGR | GODKJENT: MIB | Side: 2 |
| DATE: 20.01.22 | DATE: | DATE: | |
| Rasjonell formel for avrenning, Q | | | |
| $Q = C \times i \times A \times K_f, \quad t_c = \frac{0,6 \times L}{H^{0,5}} + 3000 \times A_{sb}$ | | | |
| Q | Avrenning, m ³ /s | t _c | Konsentrasjonstid, min |
| C | Snittet avrenningskoeffisi | L | Nedbørfeltets lengde, m |
| i | Nedbørintensitet, l/s*ha | H | Nedbørfeltets høydeforskjell, m |
| A | Areal, ha | K _f | Klimafaktor - |
| Forutsetninger | | | |
| C | 0,30 | Avrenningskoeffisient | |
| K _f | 1,5 | Klimafaktor | |
| A _r | 50 | Gjentaksintervall | |
| Nedbørfelt | | | |
| Felt | Nord | Sør | |
| A | 5,04 | 5,31 | ha Areal |
| A _{tot} | 1,51 | 1,59 | ha Areal |
| L | 360 | 285 | m Lengde |
| H | 150 | 140 | m Høydeforskjell |
| t _c | 18 | 14 | min Konsentrasjonstid |
| i ₅₀ | 248,4 | 291,5 | l/s*ha Nedbørintensitet, 50 år - dimensjonerende |
| i ₂₀₀ | 300,5 | 348,1 | l/s*ha Nedbørintensitet, 200 år |
| Avrenning | | | |
| Felt | Nord | Sør | Nedbørfelt |
| Q ₅₀ | 0,56 | 0,70 | m ³ /s |
| Q ₂₀₀ | 563,4 | 696,9 | l/s 50 års gjentakintervall |
| Grøft | | | |
| Felt | Nord | Sør | Nedbørfelt |
| Q ₅₀ | 0,68 | 0,83 | m ³ /s |
| Q ₂₀₀ | 681,6 | 832,3 | l/s 200 års gjentakintervall |
| Sedimenteringsdam | | | |
| Felt | Nord | Sør | |
| A _{tot,50} | 302,4 | 318,8 | m ² 200 m ² /red ha |
| A _{tot,200} | 325 | 340 | m ² Valgt overflate tørrværsvolum av sedimentasjonsbasseng |
| y _{tørr} | 1,2 | 1,2 | m Dybde tørrværsvolum |
| y _{ford} | 0,8 | 1,0 | m Dybde fordrøyningsvolum |
| V _{tørr} | 390,0 | 408,0 | m ³ Volum tørrværsvolum (gitt vertikale vegger) |
| Δ _{ford} | 1:4 | 1:4 | Skråning fordrøyningsvolum |
| V _{ford} | 392,0 | 540,0 | m ³ Volum fordrøyningsvolum |
| t _{oppk} | 11,6 | 12,9 | min Oppholdstid ved dimensjonerende nedbør |
| Q _{utløp} | 563 | 697 | l/s Kapasitet utløp |
| Q _{overløp} | 682 | 832 | l/s Nødvendig kapasitet flomoverløp på terreng |
| KOMMENTARER: | | | |
| L: Avrenningskoeffisienten satt til L=0,3 basert på at tiltaksområdet på sikt vil beplantes og tilbakeføres til skog med noe bart fjell. | | | |
| i: Nedbørintensiteten er hentet fra IVF-kurven fra målestasjon i Åsker | | | |
| K _f : Klimafaktor er valgt med bakgrunn i Lier kommune sin VA-norm | | | |

| Multiconsult | | Oppdragsgiver: VAV | | | |
|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| PROSJEKT: NVO - Toverud | | Fag: VA | | | |
| BEREGNINGSARK: | | Prosjekt nummer: 10209127-01 | | | |
| Nødvendig fordrøyningsvolum | | Dokument nr: | | | |
| overvannsdam sør | | Revisjon: 0 | | | |
| UTFØRT AV: MIB | SJEKK: DAGR | GODKJENT: MIB | Side: 3 | | |
| DATO: 20.01.22 | DATO: | DATO: | | | |
| UNDERLAG FOR BEREGNINGER: | | | | | |
| Totalt areal tette flater (eks. tak flater, asfalterte arealer, etc.) | | 5,31 | ha | | |
| Avrenningskoeffisient | | 0,300 | 0 | | |
| Redusert areal | | 1,593 | ha | | |
| Utslippstillatelse fra: Antatt kapasitet stikkrenne Ø300 | | 147 | l/s | | |
| Nedbørsdata hentet fra E-klima: St nr: 18701 Navn: Asker | | | | | |
| Klimafaktor (kf): 1,5 | | 50% | | | |
| Dimensjonerende gjentakintervall: | | 50 | år | | |
| BEREGNINGER: | | | | | |
| Varighet | Intensitet inkl klimafaktor | Vannføring | Regnvolum | Nødvendig magasin | |
| min | l/s*ha | l/s | m ³ | m ³ | |
| 1 | 693,8 | 1105 | 66 | 57,5 | |
| 2 | 639,3 | 1018 | 122 | 104,6 | |
| 3 | 608,1 | 969 | 174 | 147,9 | |
| 5 | 551,3 | 878 | 263 | 219,3 | |
| 10 | 437,3 | 697 | 418 | 329,7 | |
| 15 | 372,6 | 594 | 534 | 401,9 | |
| 20 | 338,1 | 539 | 646 | 469,9 | |
| 30 | 270,6 | 431 | 776 | 511,3 | |
| 45 | 212,0 | 338 | 912 | 514,7 | |
| 60 | 176,6 | 281 | 1012 | 483,3 | |
| 90 | 126,2 | 201 | 1085 | 291,4 | |
| 120 | 99,6 | 159 | 1142 | 84 | |
| 180 | 72,5 | 115 | 1246 | -341,1 | |
| 360 | 43,8 | 70 | 1507 | -1668,1 | |
| 720 | 26,4 | 42 | 1817 | -4 533,6 | |
| 1440 | 14,9 | 24 | 2 044 | -10 656,9 | |
| Nødvendig volum for fordrøyning ved | | 50 | års gjentakintervall: | 514,7 | m ³ |

| Multiconsult | | Oppdragsgiver: VAV | | |
|---|--|------------------------------|-----------------------------|--|
| PROSJEKT: NVO - Toverud | | Fag: VA | | |
| BEREGNINGSAK: Nødvendig fordrøyningsvolum | | Prosjekt nummer: 10209127-01 | | |
| overvannsdam nord | | Dokument nr: | | |
| | | Revisjon: 0 | | |
| UTFØRT AV: MIB | SJEKK: DAGR | GODKJENT: MIB | Side: 4 | |
| DATO: 20.01.22 | DATO: | DATO: | | |
| UNDERLAG FOR BEREGNINGER: | | | | |
| Totalt areal tette flater (eks. tak flater, asfalterte arealer, etc.) | | 5,04 | ha | |
| Avrenningskoeffisient | | 0,300 | 0 | |
| Redusert areal | | 1,512 | ha | |
| Utslippstillatelse fra: Antatt kapasitet stikkrenne BxH 400 x600 | | 204 | l/s | |
| Nedbørsdata hentet fra E-klima: St nr: 18701 Navn: Asker | | | | |
| Klimafaktor (kf): 1,5 | | 50% | | |
| Dimensjonerende gjentakintervall: | | 50 | år | |
| BEREGNINGER: | | | | |
| Varighet min | Intensitet inkl klimafaktor l/s*ha | Vannføring l/s | Regnvolum m ³ | Nødvendig magasin m ³ |
| 1 | 693,8 | 1049 | 63 | 50,7 |
| 2 | 639,3 | 967 | 116 | 91,5 |
| 3 | 608,1 | 919 | 166 | 128,8 |
| 5 | 551,3 | 833 | 250 | 188,8 |
| 10 | 437,3 | 661 | 397 | 274,3 |
| 15 | 372,6 | 563 | 507 | 323,4 |
| 20 | 338,1 | 511 | 613 | 368,6 |
| 30 | 270,6 | 409 | 736 | 369,3 |
| 45 | 212,0 | 320 | 865 | 314,5 |
| 60 | 176,6 | 267 | 961 | 226,6 |
| 90 | 126,2 | 191 | 1030 | -71,6 |
| 120 | 99,6 | 151 | 1084 | -385 |
| 180 | 72,5 | 110 | 1183 | -1020,1 |
| 360 | 43,8 | 66 | 1430 | -2 975,9 |
| 720 | 26,4 | 40 | 1724 | -7 088,4 |
| 1440 | 14,9 | 22 | 1940 | -15 685,6 |
| Nødvendig volum for fordrøyning ved | | 50 | års gjentakintervall: | 369,3 m ³ |

| | | | | | |
|--|------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----|
| Multiconsult | | Oppdragsgiver: VAV | | | |
| PROSJEKT NVO - Toverud | | Fag: VAV | | | |
| BEREGNINGSSÅRK: | | Prosjekt nummer: 10209127-01 | | | |
| Beregning av grøft/fluveier sør | | Dokument nr: | | | |
| | | Revisjon: | | | |
| UTFØRT AV MIB | SJEKK: DAGR | GODKJENT: MIB | Side: 5 | | |
| DATO: 20.01.22 | DATO: | DATO: | | | |
| Mannings formel for stasjonær strømning (normalstrømning) | | | | | |
| $Q = v \times A$, $v = M \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$, $R_h = A/P$ | | | | | |
| v Strømningshastighet, m/s | | | | | |
| A Strømningsareal, m ² | | | | | |
| M Mannings tall, m ^{1/3} /s | | | | | |
| R_h Hydraulisk radius, m | | | | | |
| S Fall, - | | | | | |
| P Våt perimeter, m | | | | | |
| | | | | | |
| Trapesform | | | | | |
| L2 | 1 | m | Bunnbredde | | |
| y | 0,450 | m | Vannstand | | |
| X1 | 1,5 | - | Skråningshelning 1, 1:X1 | | |
| X2 | 1,5 | - | Skråningshelning 2, 1:X2 | | |
| S | 0,01 | - | Fall, m/m | | |
| M | 30 | m ^{1/3} /s | Mannings tall | | |
| A | 0,75 | m ² | | | |
| P | 2,62 | m | | | |
| Rh | 0,29 | m | | | |
| v | 1,31 | m/s | | | |
| Q | 0,98 | m ³ /s | | | |
| Mannings tall (typiske verdier): | | | | | |
| Støpejern | 80 | Kart grøss | 35 | Sprongstein | 25 |
| Plast | 90 | Grøss m/haug og grøss | 30 | Sprongt kanal, glatt | 30 |
| Glatt betong | 80 | Gjengrødd | 15 | Sprongt kanal, taqqete, ujevnt profil | 25 |
| Rubetong | 65 | Jord | 45 | Naturlig elv: | |
| Karruqortstål | 40 | Grus | 40 | Rett ut tverrsnittsvær. | 35 |
| | | Grav pukk | 30 | Rett m/stein og vegetasjon | 30 |
| Internasjonalt litteratur oppgir ofte | | | | | |
| inverte verdier av Mannings tall, n - 1/M | | | | | |
| | | | | M/krurve og ujevn dybde | 22 |
| | | | | Storstein i bunn | 20 |
| KOMMENTAR: | | | | | |
| NB! <i>Et test av regnearket er på eget arkiv. Det er et skadet arkiv som fungerer for gjennomgang av beregninger.</i> <i>Det er et skadet og korrigert arkiv i tillegg. Dette er ikke for utlevering uten å medføre feil.</i> | | | | | |
| BEREGNINGSSÅRK: | Forsjett: | Utført av: | Kontrollert: | Godkjent: | |
| regning av grøft/fluveier | | MIB | DAGR | MIB | |

| | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----|
| Multiconsult | | Oppdragsgiver: VAV | | | |
| PROSJEKT NVO - Toverud | | Fag: RIVA | | | |
| BEREGNINGSSARK: | | Prosjekt nummer: 1209127-01 | | | |
| Beregning av grøft/fluveier nord | | Dokument nr: | | | |
| | | Revisjon: | | | |
| UTFØRT AV MIB | SJEKK: DAGR | GODKJENT: MIB | Side: 6 | | |
| DATO: 20.01.22 | DATO: | DATO: | | | |
| Mannings formel for stasjonær strømning (normalstrømning) | | | | | |
| $Q = v \times A$, $v = M \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$, $R_h = A/P$ | | | | | |
| v Strømningshastighet, m/s | | | | | |
| A Strømningsareal, m ² | | | | | |
| M Mannings tall, m ^{1/3} /s | | | | | |
| R _h Hydraulisk radius, m | | | | | |
| S Fall, - | | | | | |
| P Våt perimeter, m | | | | | |
| <p style="text-align: center;">$P = L1 + L2 + L3$</p> | | | | | |
| Trapesform | | | | | |
| L2 | 1 | m | Bunnbredde | | |
| y | 0,400 | m | Vannstand | | |
| X1 | 1,5 | - | Skråningshelning 1, 1:X1 | | |
| X2 | 1,5 | - | Skråningshelning 2, 1:X2 | | |
| S | 0,01 | - | Fall, m/m | | |
| M | 30 | m ^{1/3} /s | Mannings tall | | |
| A | 0,64 | m ² | | | |
| P | 2,44 | m | | | |
| R _h | 0,26 | m | | | |
| v | 1,23 | m/s | | | |
| Q | 0,79 | m ³ /s | | | |
| Mannings tall (typiske verdier): | | | | | |
| Støpejern | 80 | Kart gress | 35 | Sprøngstein | 25 |
| Plast | 90 | Gress med noe ugress | 30 | Sprøngt kanal, glatt | 30 |
| Glattbetong | 80 | Gjengrodd | 15 | Sprøngt kanal, | |
| Rubbetong | 65 | Jord | 45 | taqqete, ujevnt profil | 25 |
| Karruqortstål | 40 | Grus | 40 | Naturlig elv: | |
| | | Grønpukk | 30 | Rett ut tverrsnittvar. | 35 |
| | | | | Rett m/steins og vegetasjon | 30 |
| | | | | M/krurve og ujevn dybde | 22 |
| | | | | Storstein i bunn | 20 |
| Internasjonalt litteratur oppgir ofte inverte verdier av Mannings tall, n - 1/M | | | | | |
| KOMMENTAR: | | | | | |
| NB! <i>n</i> skal se oppsettet og på eget ansvar. Bøtet er utstedt som følge av for gammel og feiloppsettet. | | | | | |
| <i>Bøtet er utstedt og berører bøndene i kommunen. Bøtet er utstedt som følge av feiloppsettet og feiloppsettet. </i> | | | | | |
| BEREGNINGSSARK: | Forsjenn | Utarbeidet av | Kontrallert: | Godkjent: | |
| Beregning av grøft/fluveier n | | MIB | DAGR | MIB | |

Referanser

10224956-RIM-RAP-001 Toverud masseuttak – risikovurdering av utslipp

O101 Istandsetting Toverud, Plan total oppfylling

O102 Istandsetting Toverud, Plan blå fase

O103 Istandsetting Toverud, Plan oransje fase

O104 Istandsetting Toverud, Plan rød fase

O201 Istandsetting Toverud, Snitt 1

O202 Istandsetting Toverud, Snitt 2

O203 Istandsetting Toverud, Snitt 3

O204 Istandsetting Toverud, Snitt 4

O205 Istandsetting Toverud, Snitt 5

O206 Istandsetting Toverud, Snitt 6

Statens vegvesen håndbok N200 Vegbygging

Statens vegvesen rapport nr. 295 Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging

VA-/Miljøblad nr. 69 Overvannsdammer. Beregning av volum

VA-/Miljøblad nr. 70 Innløp- og utløpsarrangement ved overvannsdammer