

TEMANOTAT NR.18

Oppdrag: **NYTT HOVEDRENSEANLEGG, LIER KOMMUNE**

HYDROLOGI



Dato 30.05.2022

Rambøll
Erik Børresens allé 7
Pb 113 Bragernes
NO-3001 DRAMMEN

T +47 32 25 45 00
Epost drammen@ramboll.no
www.ramboll.no

Utført: ROHE
Kontrollert: BKRI
Godkjent: JSKY

Forsidebilde: Rambøll

1. Sammendrag og oppsummering

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har gitt en innsigelse til områderegulering for nytt Lier hovedrenseanlegg. Dette notatet gjelder vurdering av om hvordan bekken i planområdet skal erosjonssikres.

Det er en bekk i planområdet der det nye renseanlegget er tenkt plassert, og én sør for selve tiltaket. Disse er ikke registrert som en vannforekomst i NVE Atlas og de har trolig derfor ikke årssikker vannføring. Bekkene møtes og blir til én på det flate partiet nedstrøms det planlagte renseanlegget. På denne flaten er bekken liten og er i hovedsak del av et våtmarksområde.

Nye bygg skal følge krav i Byggeteknisk forskrift (TEK17). TEK17 §7-2 angir tre sikkerhetsklasser for flom. Et nytt avløpsrenseanlegg vil ha jevnlig personopphold, noe som betyr at bygget vil omfattes av enten sikkerhetsklasse 2 eller 3. Sikkerhetsklasse 3 omfatter bla. kritisk infrastruktur som vil være viktige at ikke blir satt ut av drift i beredskapssituasjoner, eller at flom på eiendommen/av bygget medfører fare for store konsekvenser som f.eks. utslipp av forurensninger til resipient.

Renseanlegget skal bygges i fjell og en flomsituasjon i vannveiene i planområdet vurderes ikke til å ha konsekvenser som medfører forurensningsfare. Derfor vurderes erosjonssikring etter sikkerhetsklasse 2 og etter anbefaling av klimaprofil for Buskerud.

Dimensjonerende avrenning for nedbørfeltet settes til: $Q_{DIM} = Q_{200}$ inkl. 50% klimapåslag.

Ekstisterende stikkrenner i gjeldende strekning på E134 som er registrert i SVV sitt vegkart ble modellert i terrenget før generering av nedbørfelt til bekken i planområdet. Nedbørfeltet er beregnet til 0,4 km² ved utløp til Engersandbukta.

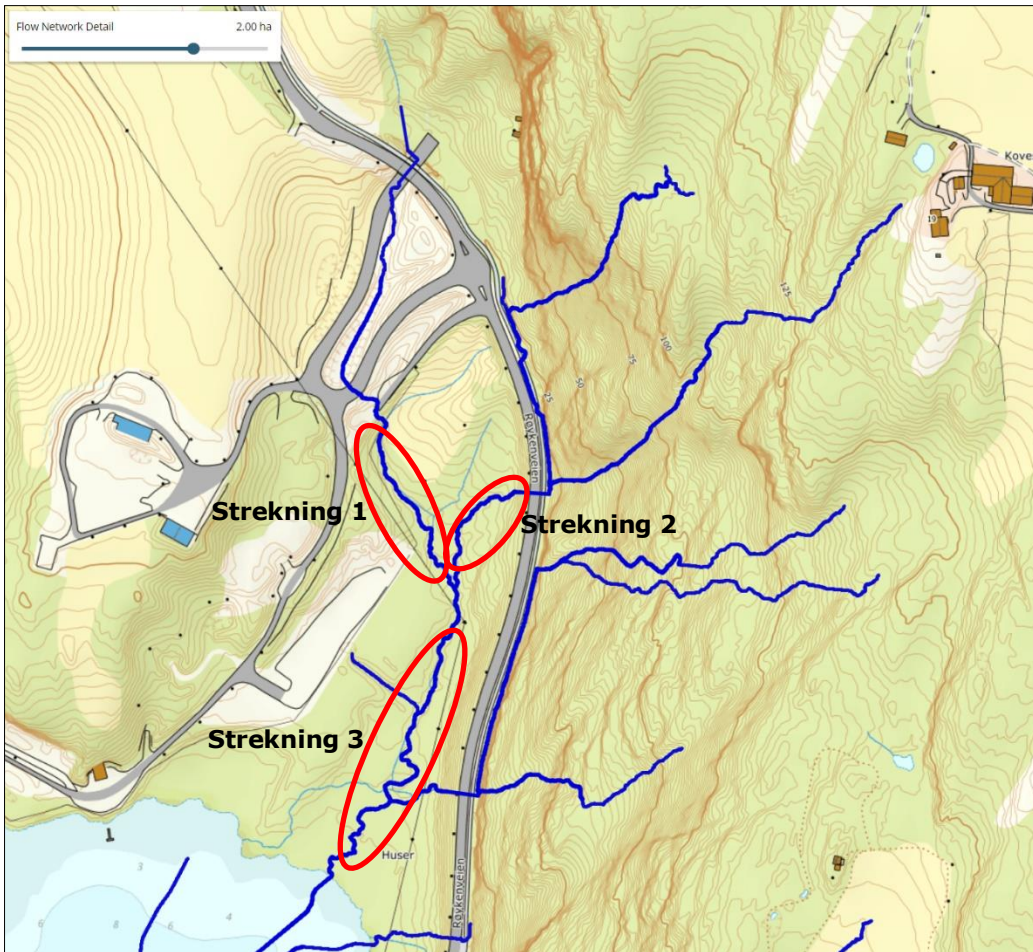
Den rasjonelle metoden ble benyttet til enkelt overslag for vurdering av vannføring fra nedbørfeltet. Denne metoden regnes som egnet, siden det er et veldig lite nedbørfelt med rask responstid og begrenset dempingeffekt.

Beregnet kulinasjonsvannføring ved nedbørfelts utløp er:

$$Q_{DIM} = Q_{200} \text{ inkl. 50\% klimapåslag} = 3,42 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Vurderingen av erosjonssikring er gjennomført med den enkleste fremgangsmåten: beregning av teoretisk vannhastigheten med Mannings formel.

For vurdering av erosjonssikring fordeles bekkeløpet i tre ulike strekninger siden fall og hastighet varierer. Figur 1 viser de ulike strekningene.



Figur 1. Oppdeling av strekninger i eksisterende bekkeløpet for vurdering av erosjonssikring. (Kilde: Rambøll).

Mannings formel for kanastrømning har blitt benyttet til å beregne vannhastigheten i hver strekning. Beregnede teoretiske hastigheter for strekning 1 og 2 varierer mellom 1 og 3 m/s og er under 1 m/s for strekning 3.

Etter Tabell 1 i Modul F2.001: Beregning og valg av steinstørrelse i erosjonssikringer (NVE, 2020), er strekning 1 og 2 i belastningsnivå 2 ($v = 1-3$ m/s med liten belastning fra is, drivgods og massetransport) og strekning 3 i belastningsnivå 1 ($v < 1$ m/s med liten belastning fra is, drivgods og massetransport).

Det anbefales plastring av bunn og sideskråning for strekning 1 og 2 med belastningsnivå 2.

For strekning 3 med belastningsnivå 1 er det anbefalt biologiske løsninger som kokosmatter, og ev. steinlag som fotstein i yttersving. Siden dette flate er i myr, kan torven i myra fungere som en biologisk sikring. Detaljene av sikringen bør vurderes i en senere fase.

Stabil steinstørrelse og tykkelse av erosjonssikring har blitt beregnet med Maynords formel.

For strekning 1 er høyeste verdi for beregnet steinstørrelse $D_{50} = 300$ mm med en tykkelse av erosjonssikringslag på 600 mm.

For strekning 2 er høyeste verdi for beregnet steinstørrelse $D_{50} = 450$ mm med en tykkelse av erosjonssikringslag på 900 mm.

I denne vurderingen er det gjennomført kun overslagsmessige beregninger. Det anbefales å bruke en mer nøyaktig metode i senere fase ved å måle inn tverrprofil og vannstander, og bruke et dataprogram til å beregne vannlinje og hastighet.

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag og oppsummering	2
2. Innledning, målsetning og krav.....	6
2.1 Innledning	6
2.2 Målsetning	6
2.3 Krav	7
3. Flomberegning	8
3.1 Nedbørfelt	8
3.2 Valg av metode	9
3.3 Rasjonale formel.....	9
3.4 IVF-kurver	10
3.5 Resultater.....	10
4. Vurdering av erosjonssikring i bekk	11
4.1 Mannings formel for kanalstrømning.....	11
4.2 Maynords formel for dimensjonering av erosjonssikring	14
5. Andre anbefalinger	16
6. Usikkerheter	16
7. Kilder.....	16

2. Innledning, målsetning og krav

2.1 Innledning

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har gitt en innsigelse til områderegulering for Lier hovedrenseanlegg. NVE mener planen strider mot nasjonale og/eller vesentlige regionale interesser knyttet til deres ansvarsområder og fremmer derfor innsigelse til planforslaget.

Dette notatet gjelder punktet 9 «Vurdering av om hvordan bekken skal erosjonssikres».

Det er en bekk i planområdet der det nye renseanlegget er tenkt plassert, og én sør for selve tiltaket. Disse er ikke registrert som en vannforekomst og de har trolig ikke årssikker vannføring. Bekkene møtes i én på det flate partiet i planområdet. Der er bekken liten og er i hovedsak del av et våtmarksområde.



Figur 2. Bilde av bekken tatt i det flate partiet. (Kilde: Rambøll).

Avrenningen gjennom området er sterkt preget av overvannssystemet på E134 som definerer startpunktet for de vassdragene som går gjennom området. I nord krysser det to mindre definerte vannveier som utgjør starten på bekken gjennom området. På resten av strekningen langs E134 vest for anlegget er det diffus avrenning fra fjellsiden og ingen klare bakkedrag.

2.2 Målsetning

Hovedmålet med dette notatet har vært å kartlegge nedbørfelt, gjennomføre en forenklet flomberegning og vurdere erosjonssikringstiltak langs bekken.

2.3 Krav

Flomfare for byggverk må følge kravene gitt i Byggteknisk forskrift (TEK 17) vedrørende sikkerhetsklasser. TEK 17 oppgir følgene sikkerhetsklasser for flom:

- Sikkerhetsklasse F1 inkluderer bygninger som garasjer og lagerbygg med lite personopphold der oversvømmelse har liten konsekvens. 20-årshendelse er dimensjonerende.
- Sikkerhetsklasse F2 omfatter bebyggelse med personopphold og gjelder for områder der oversvømmelse får middels konsekvens. 200-årshendelse er dimensjonerende.
- Sikkerhetsklasse F3 omfatter bygg for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk som under flom kan forårsake stor forurensning på omgivelsene. Sikkerhetsklasse F3 gjelder områder der oversvømmelse får store konsekvenser. 1000-årshendelse er dimensjonerende.

Nye bygg skal følge krav i Byggteknisk forskrift (TEK17). TEK17 §7-2 angir tre sikkerhetsklasser for flom. Et nytt avløpsrenseanlegg vil ha jevnlig personopphold, noe som betyr at bygget vil omfattes av enten sikkerhetsklasse 2 eller 3. Sikkerhetsklasse 3 omfatter bla. kritisk infrastruktur som vil være viktige at ikke blir satt ut av drift i beredskapssituasjoner, eller at flom på eiendommen/av bygget medfører fare for store konsekvenser som f.eks. utslipp av forurensninger til resipient.

Renseanlegget skal bygges i fjell og en flomsituasjon i vannveiene i planområdet vurderes ikke til å ha konsekvenser som medfører forurensningsfare. Derfor vurderes erosjonssikring etter sikkerhetsklasse 2 og etter anbefaling av klimaprofil for Buskerud.

Dimensjonerende avrenning for nedbørfeltet settes til: $Q_{DIM} = Q_{200}$ inkl. 50% klimapåslag.

NVE har utarbeidet en rapport (81-2016) med forventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. I NVEs veileder for flomberegninger kommer det frem følgende «20 % økning – Alle nedbørfelt med areal < 100 km² og andre mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn.». Nedbørfeltet til vassdraget er en mikrofelt og det er forventet en raskt respons fra styrtregn.

Klimaprofil for Buskerud, rapport utarbeidet av Norsk klimaservicesenter, anbefaler klimapåslag for flomvannføring fram mot 2100 på minst 20 %. For regnskyll (nedbør) med kortere varighet enn 3 timer foreslås et klimapåslag på 40 % (Norsk klimaservicesenter, 2021).

Tabell 1. Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentaksintervall, (Norsk klimaservicesenter, 2020).

	Dimensjonerende gjentaksintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentaksintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

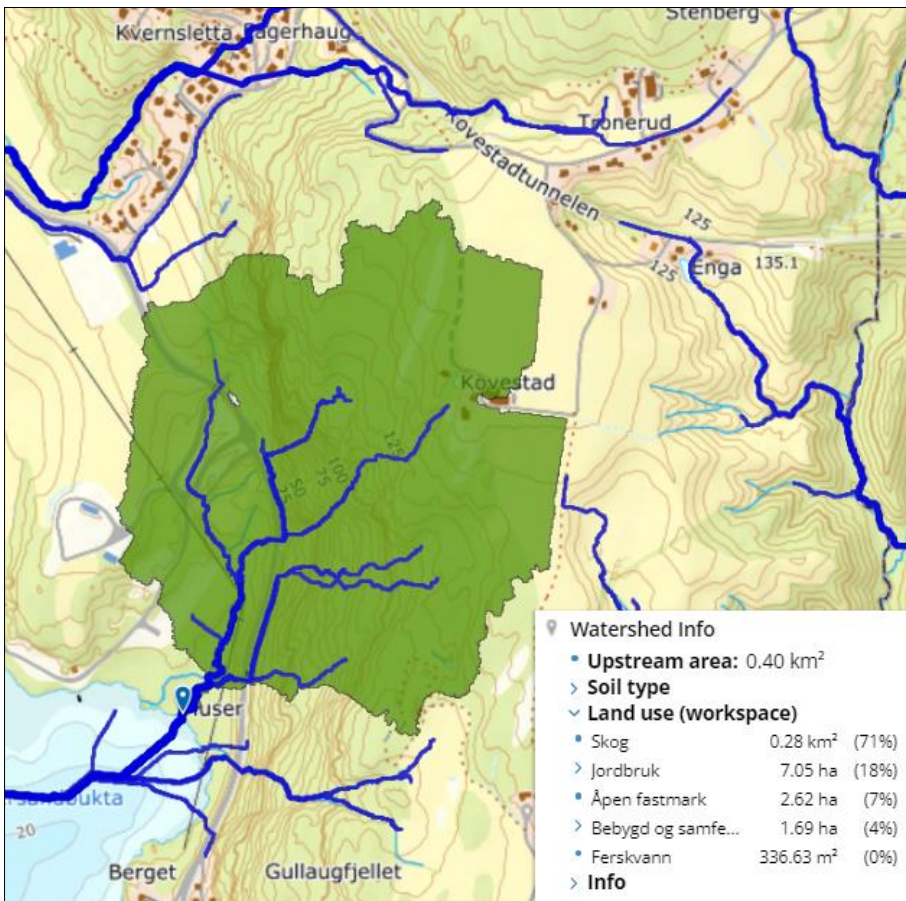
Basert på ovenstående settes dimensjonerende avrenning for nedbørfeltet til:

Q_{DIM} = Q200 inkl. 50% klimapåslag

3. Flomberegning

3.1 Nedbørfelt

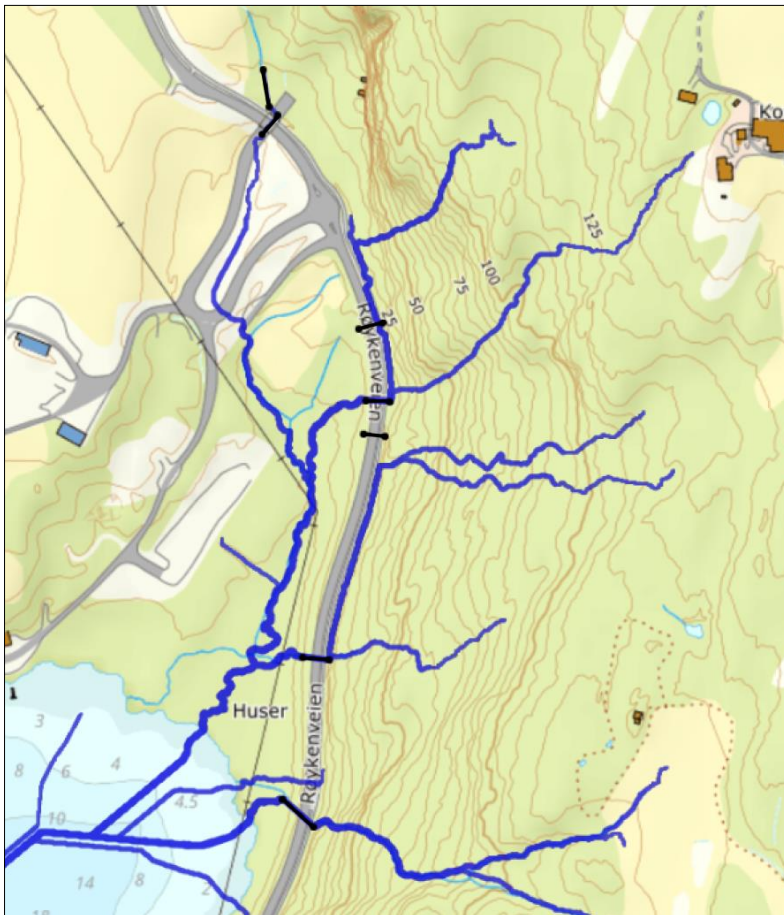
Nedslagsfelter er beregnet ved bruk av det internettbaserte, GIS-verktøyet SCALGO Live (<https://scalgo.com/>). SCALGO modellen for prosjektet er basert på en genererte høydemodeller i NN2000 og 0.25 x 0.25 meter celler fra Nasjonal Detaljert Høydemodell (Lier-Røyken-Hurum-Svelvik 5 pkt 2017). Verktøyet kan blant annet beregne nedslagsfelt, avrennings-/flomveier, volum av groper og magasin og feltlengder og høydeforskjeller. I tillegg kan man legge inn egne GIS-filer og editere/redigere terrenget, for så å gjøre nye beregninger etter tiltak. Funksjonaliteten til programvaren ligner i stor grad på verktøyet Arc Hydro Tools for Arc GIS. Leseren henvises til hjemmesiden SCALGO Live for mer informasjon. Det kreves lisens for tilgang til terrengmodell basert på NDH.



Figur 3. Oppstrøms nedbørfelt ved utløp til Engersandbukta. (Kilde: Rambøll).

Eksisterende stikkrenner i gjeldende strekning på E134 som er registrert i SVV sitt vegkart har blitt modellert i terrenget før generering av nedbørfelt for bekk. Nedbørfeltet har blitt beregnet ved utløp til Engersandbukta, og har en størrelse på

0,4 km² ved valgt beregningspunkt. Det er et lite felt uten tidligere målinger av vannføring, som anses som naturlig med en høy andel skog (71%) og jordbruk (18%).



Figur 4. Visualisering av beregnet avrenningslinjer med oppstrøms felt større enn 2 ha. (De svarte strekningene viser plasseringen av stikkrennene). (Kilde: Rambøll).

3.2 Valg av metode

Bekkene er for små til å være inkludert i NVEs elvenett og nedbørfeltanalyseverktøyet NEVINA. Den rasjonelle metoden skal benyttes til enkelt overslag for vurdering av vannføring siden det er et veldig lite nedbørfelt med begrenset dempingseffekt.

3.3 Rasjonale formel

Ifølge Fergus mfl. (2010) kan den rasjonelle formelen brukes til å beregne avrenning fra nedbørfelt på opp til 0,5 km². Men tradisjonelt har metoden blitt benyttet for større felt. Etter krav i Håndbok V240 (Vegdirektoratet, 2020) skal metoden ikke benyttes for felt med areal over 2 km². Metoden vurderes å

være godt egnet i det gjeldende nedbørfeltet på grunn av lite areal (0,4 km²) og rask responstid på grunn av stor helning i feltet.

Den rasjonelle formel er gitt ved (Stenius, Glad, Wang, & Væringstad, 2015):

$$Q_T = C * i A$$

Her er:

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T [m³/s]

C = avrenningsfaktor [-]. Den samlede avrenningsfaktoren for feltet regnes ut med

$$C_{vektet} = \sum \frac{A_j * C_j}{A}$$

i = dimensjonerende nedbørintensitet, hentes fra lokal IVF-kurve [l/(s*ha)]. Her fra Molde - Nøisomhed (Norsk Klimaservicesenter, 2021)

A = feltareal [ha]

Varighet for dimensjonerende nedbørintensitet, i , bestemmes ved hjelp av følgende ligning for naturlige felt SSV rapport 681 (Norem, Flesjø, Sellevold, Lund, & Viréhn, 2018):

$$t_c = K \cdot L \cdot H^{-0.5} + 3000 \cdot A_{se}$$

Hvor:

t_c = konsentrasjonstid (min)

K = Verdi basert på overflatetype. Se tabell 3.7 i SVV rapport 681.

L = Lengde (m)

H = Høydeforskjell i feltet (m)

A_{se} = Andel innsjø i feltet (forholdstall)

Lengde og høydeforskjellen i feltet regnes fra fjerneste eller høyeste punkt i feltet fra utløpet.

Verdier for overflatetype settes ut ifra Tabell 2.

Tabell 2. K-verdier basert på ulike overflatetyper (NVE 28/2016). Verdiene er revidert av Bjørnar Nordeidet (Rambøll) og NVE (07.11.2017).

Overflatetype	K-verdi
Tett skog	0.6
Høy vegetasjon	0.4
Plen og kort gress	0.25
Bart fjell	0.15
Asfalt og betong	0.1

3.4 IVF-kurver

Dimensjonerende nedbørintensitet for ulike gjentakintervall og konsentrasjons-/avrenningstider er hentet fra Klimaservicesenter (SeKlima). Nedbørintensiteten er beregnet ved bruk av IVF-kurver (Intensitet-varighet-frekvenskurver) som er en statistisk fremstilling av nedbør i et bestemt område. IVF-kurven for Asker er lagt til grunn for nedbørmengder.

3.5 Resultater

Den rasjonelle metoden er basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning og gir svært enkelt overslag av kulminsjonsvannføringen.

Konsentrasjonstid i feltet er beregnet til 60 min.

Beregnet kulinasjonsvannføring ved nedbørfelts utløp er:

$$Q_{200} = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{DIM} = Q_{200} \text{ inkl. 50\% klimapåslag} = 3,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Vurdering av erosjonssikring i bekk

4.1 Mannings formel for kanalstrømning

Mannings formel for kanalstrømning er benyttet for å finne vannhastigheten i bekkedragene i planområdet. Bekkens fall og tverrsnitt er hentet fra SCALGO-modellen.

$$Q = M \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Q = kanal vannføring [L/s]

M = Mannings tall [m^{1/3}/s]

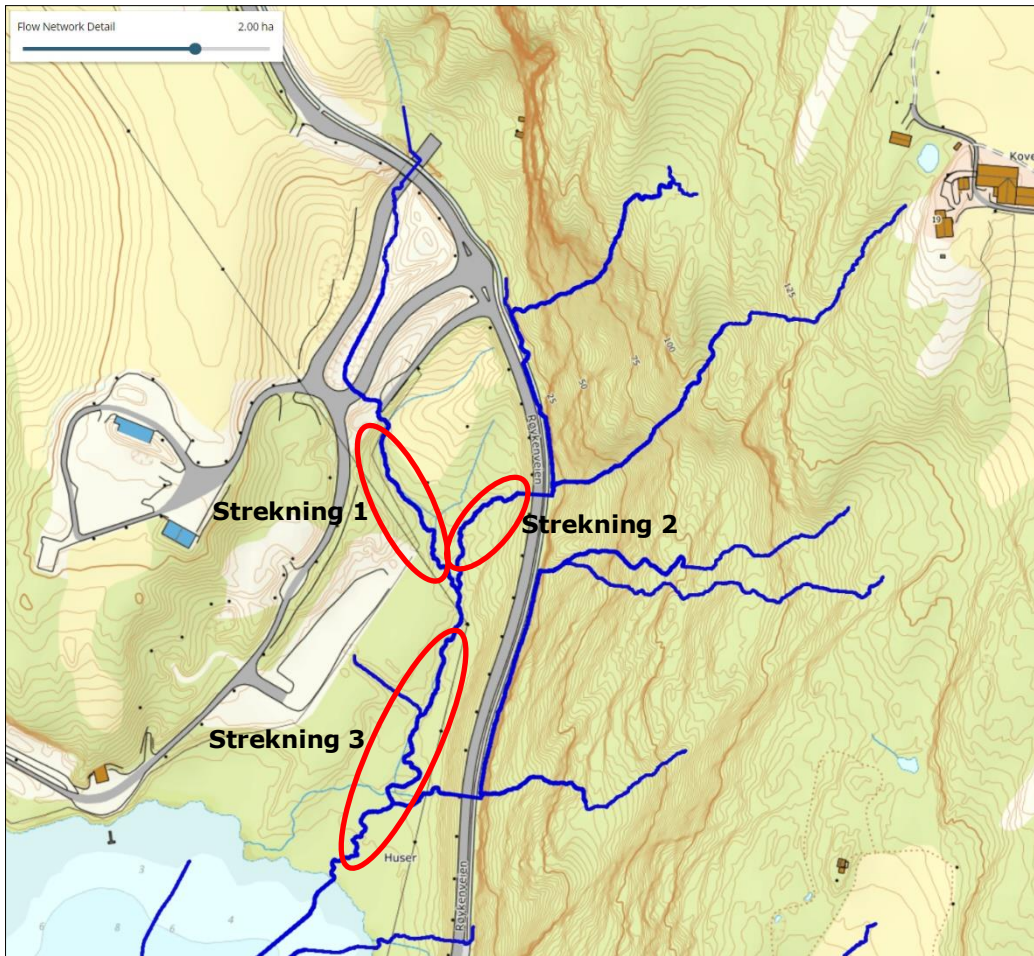
A = Tverrsnitt av kanal [m²]

R_h = Hydraulisk radius = A / P [m]

I = Fall [m/m]

P = Våt omkrets av kanalen [m]

Rett nedstrøms E134 er de to bekkene bratte, men terrenget er flatere når de to bekkene møtes i én. Siden bekkenes fall og tverrsnitt varierer, er det valgt å se på tre forskjellige strekninger, se [Figur 5](#). Siden Mannings tall må anslås basert på erfaring, er det valgt å gjennomføre bergninger for både $M = 20$ og $M = 30$.



Figur 5. Deling av strekninger i eksisterende bekkeløpet for vurdering av erosjonssikring. (Kilde: Rambøll).

Tabell 3. Beregnede vannhastighet i hver strekning for M=20 og for M=30.

Bekk strekning	Resultat og forutsetninger	M=20	M=30
Strekning 1	Vannhastighet, V (m/s)	1.44	2.16
	Forutsetninger: Maks. vannstand, H (m)= 0.4 Bredde, bunn, b1 (m)= 1 Fall 34 ‰ Helning sideskråning 15 °		
Strekning 2	Vannhastighet, V (m/s)	1.75	2.63
	Forutsetninger: Maks. vannstand, H (m)= 0.4 Bredde, bunn, b1 (m)= 2.6 Fall 35 ‰ Helning sideskråning 62 °		
Strekning 3	Vannhastighet, V (m/s)	0.66	0.99
	Forutsetninger: Maks. vannstand, H (m)= 0.3 Bredde, bunn, b1 (m)= 0.7 Fall 10 ‰ Helning sideskråning 60 °		

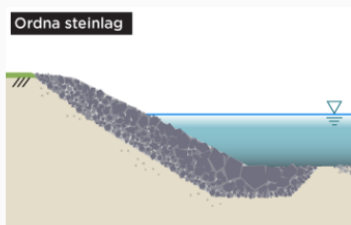
Beregnete teoretiske hastigheter for strekning 1 og 2 varierer mellom 1 og 3 m/s, imens for strekning 3 er hastigheten under 1 m/s. Etter Tabell 1 i Modul F2.001: Beregning og valg av steinstørrelse i erosjonssikringer (NVE, 2020), er strekning 1 og 2 i belastningsnivå 2 ($v = 1-3$ m/s med liten belastning fra is, drivgods og massetransport) og strekning 3 er i belastningsnivå 1 ($v < 1$ m/s med liten belastning fra is, drivgods og massetransport).

Anbefalte sikringsmetoder for belastningsnivå 1 og 2 vises i Figur 6 og Figur 7.

Veiledende belastning	Sikringsmetode (anbefalt/best egnet)	Valg av steinstørrelse
Belastningsnivå 1: <ul style="list-style-type: none"> $v < 1$ m/s. Liten belastning fra is, drivgods og massetransport. 	1. Biologiske løsninger, som kokosmatter m.m. (sider).	1. Teoretisk beregning – Maynords formel anbefales. 2. Kontroll av beregning med annet formelverk, f. eks. Shields eller HEC-metoden. 3. Praktisk vurdering av steinstørrelsen mtp. erfaring, utførelse og nytte/kost.
	2. Ordna steinlag – spesielt som fotstein i yttersving og eventuelt i bunn. 3. Ev. tømmerkiste eller pelerekke (sider).	

Figur 6. Sikringstiltak som funksjon av belastning. Belastningsnivå 1. (Kilde: NVE, Modul F2.001).

Veiledende belastning	Sikringsmetode (anbefalt/best egnet)	Valg av steinstørrelse
<p>Belastningsnivå 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $v = 1-3$ m/s. Liten til moderat belastning fra is/drivgods. • $v = 1-2$ m/s. Stor belastning fra is/drivgods. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordna steinlag. 2. Bunnforsterkning/terskler. 3. Plastringslag av ensgradert kantet stein som legges kant i kant med god innbyrdes kontakt. Kan legges med kortaksen innover i bakken (flatplastring) hvis steinen dimensjoneres tilstrekkelig stor, forutsatt slak helning. Sider og bunn. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teoretisk beregning av stabil steinstørrelse – Maynords formel anbefales. 2. Kontroll av beregning med annet formelverk, f. eks. Shields eller HEC-metoden. 3. Vurderer tillegg i steinstørrelsen/tykkelsen pga. ekstra belastning fra, strømningskonsentrasjoner m.m. 4. Ev. filterlag dimensjoneres etter størrelsen på hulrom mellom steinene og massene i underlaget. 5. Praktisk vurdering av steinstørrelsen mtp. utførelse og nytte/kost.



Figur 7. Sikringstiltak som funksjon av belastning. Belastningsnivå 2. (Kilde: NVE, Modul F2.001).

Strekning 1 og 2 må sikres med stein som er stabile ved dimensjonerende hastighet. Utrekningene for stabil steinstørrelse er vist i kapittel 4.2. Strekning 3 går igjennom et myrområde, og ytterligere sikring mot erosjon regnes ikke som nødvendig.

4.2 Maynords formel for dimensjonering av erosjonssikring

Maynords formel kan brukes for dimensjonering av side- og bunnsikring i elver/bekker med fall opp til to prosent (1:50) og sideskrånninger slakere enn 1:1,5. Formelen gjelder for normal turbulens, ikke i energidreperbasseng eller liknende. Maynords formel gir størrelsen på stein som er stabil i vannstrømmen, D_{30} :

$$D_{30} = S_f C_s C_V C_t y_0 \left[\left(\frac{1}{s-1} \right)^{0.5} \frac{U}{\sqrt{K_1 g y_0}} \right]^{2.5}$$

Her er:

- D_{30} = stabil steinstørrelse (m)
- S_f = sikkerhetsfaktor (-)
- C_s = stabilitetskoeffisient (-)
- C_V = koeffisient for vertikal hastighetsfordeling (-)
- C_t = koeffisient for sikringstykkelse (-)
- y_0 = vanndybde samme sted som U (m)
- s = steinens spesifikke tetthet (-)
- U = lokal hastighet midlet over dybden (m/s)
- K_1 = koeffisient for skråningshelling (-)
- g = tyngdens akselerasjon (9,81 m/s²)

Stabil steinstørrelse og tykkelse av erosjonssikring har blitt beregnet for to ulike verdier av Mannings tall; M=20 og M=30. Se [Tabell 4](#) med oppsummering av resultatene.

Det anbefales plastring av bunn og sideskråning for strekning 1 og 2 med belastningsnivå 2. For strekning 1 er høyeste verdi for beregnet steinstørrelse $D_{50} = 300$ mm med en tykkelse av erosjonssikringslaget på 590 mm.

For strekning 2 er høyeste verdi for beregnet steinstørrelse $D_{50} = 450$ mm med en tykkelse av erosjonssikringslaget på 900 mm.

Tabell 4. Dimensjonering av erosjonssikring i hver strekning for M=20 og for M=30.

Bekk strekning	Resultat og forutsetninger	Beregnet V (m/s) med M=20	Beregnet V (m/s) med M=30
Strekning 1	Middel hastighet, V (m/s)	1.4	2.2
	Stabil steinstørrelse 30%, D30 (mm)	79	246
	Stabil steinstørrelse 50%, D50 (mm)	95	295
	Stabil steinstørrelse, Dmaks (mm)	190	590
	Tykkelse av erosjonssikringslag, t (mm)	300	590
Strekning 2	Middel hastighet, V (m/s)	1.75	2.6
	Stabil steinstørrelse 30%, D30 (mm)	139	373
	Stabil steinstørrelse 50%, D50 (mm)	166	448
	Stabil steinstørrelse, Dmaks (mm)	333	895
	Tykkelse av erosjonssikringslag, t (mm)	333	895
Strekning 3	Middel hastighet, V (m/s)	0.66	0.99
	Stabil steinstørrelse 30%, D30 (mm)	13	36
	Stabil steinstørrelse 50%, D50 (mm)	16	43
	Stabil steinstørrelse, Dmaks (mm)	31	86
	Tykkelse av erosjonssikringslag, t (mm)	300	300

5. Andre anbefalinger

Det finnes ikke veldig definerte vanngjennomløp under E134. Siden vannstrømning gjennom vegskråning er veldig diffus anbefales det tiltak for å samle opp avrenningen nedstrøms veien. For eksempel etablering av en avskjærende grøft nedstrøms vei kan være et tiltak for å samle opp avrenning fra fjellområdet. På denne måten kan overvannet ledes kontrollert til bekkeløpet.

6. Usikkerheter

I dette tilfellet er det gjennomført kun overslagsmessige beregninger. For å visualisere/håndtere usikkerheten, er beregningene gjennomført for to ulike ruhets verdier (Mannings tall). For beregningen av steinstørrelse er det benyttet et sikkerhetspåslag på 10 %.

Det anbefales å bruke en mer nøyaktig metode i senere fase ved å måle inn tverrprofil og vannstander, og bruke en enkel hydraulisk modell til å beregne vannlinje og hastighet.

7. Kilder

NVE Sikringshåndboka

[Internett] Lenke: <https://www.nve.no/om-sikringshandboka> (Dato: 25.04.2022)

NVE, NTNU (2009) Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. Veileder nr. 04/2009.

NVE (2022) Veileder for flomberegninger. Rapport nr. 1/2022.

NVE (2011) Retningslinjer for flomberegninger. Veileder nr. 04/2011

NVE (2015) Flaumfare langs bekker – Råd og tips om kartlegging. Veileder nr. 3/2015.

NVE (2015) Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt. Rapport nr. 13/2015.

NVE (2010) Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk. Redigert av Tharan Fergus, Knut Aune Hoseth og Einar Sæterbø.

NVE (2016) Klimaendring og framtidige flommer i Norge. Rapport nr. 81/2016.

NVE Hydra II programvare (lisensbelagt).

Norsk Klimaservicesenter, 2021. Klimaprofil Buskerud.

[Internett] Lenke: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/buskerud> (Dato: 05.04.2022).

NGU, 2021. Norges Geologiske undersøkelse.

[Internett] Lenke: <https://www.ngu.no/emne/karttjenester> (Dato: 05.04.2022).

SVV, 2021. Håndbok N200, Vegbygging.

SVV, 2020. Håndbok V240, Vannhåndtering.