

PURA

## ► Tiltak i Storgrava

Oppdragsnr.: 52308656 Dokumentnr.: 52308656\_HYD\_01 Versjon: J04 Dato: 2024-06-14



Foto: Norconsult

**Oppdragsgiver:** PURA  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Anita Borge  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Frida Lyshoel  
**Fagansvarlig:** Daniel Fossberg  
**Alle fotos:** Norconsult

J04	2024-06-14	For bruk	frilys	dbfos	dbfos
J03	2024-05-24	For bruk	frilys	dbfos	dbfos
J02	2024-05-09	For bruk	frilys	dbfos	dbfos
B01	2024-03-22	For gjennomgang hos oppdragsgiver	frilys	dbfos	dbfos
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

## ► Sammendrag

Perioder med mye nedbør fører til erosjon i og langs Storgrava. Masser langs Storgrava består av leire og bekken er preget og utsatt for erosjon, særlig i yttersvinger i rørutløp ved drenerør og kulverter. Det er stedvis svært bratte bekkkanter og store trær i bekkkantene som fører til turbulens og økt erosjonsfare. I tillegg til dette fører erosjon i bekken til at viktig matjord gradvis forsvinner fra jordbruksarealer.

Avrenning fra jordbruksarealer fører næringsstoffer til vassdragene. Dette kan føre til algeoppblomstring og eutrofiering og redusere vannkvaliteten i bekker, elver og innsjøer. Hovedutfordringen i innsjøen Årungen, som Storgrava renner ut i, er at det tidvis har vært problemer med oppblomstring av giftproduserende alger (blågrønnbakterier). Det er iht. vannforskriften satt mål om å oppnå god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene og det er derfor behov for å gjennomføre tiltak.

Denne rapporten gir en beskrivelse av utfordringer og foreslåtte tiltak langs Storgrava. Det er anbefalt å starte med å etablere tiltak som er enkle å gjennomføre, som:

- Erosjonssikring av bekkkanter og rørutløp
- Etablering av terskler/magasineringsdammer
- Etablering av kantvegetasjon og beplantning av trær
- Generell skjøtsel og fjerning av trær som står i bekkeløpet og begrenser bekkens hydrauliske kapasitet

På bakgrunn av at det er store kapasitetsutfordringer i bekken er det videre anbefalt at det utarbeides en helhetlig plan for utbedring av kulverter og bekkens utforming for å forbedre hydraulisk kapasitet gjennom hele bekkeløpet, og hindre at store deler av jordbruksarealer står under vann ved større regnhendelser.

Det er utarbeidet kostnadsoverslag for tiltakene beskrevet i denne rapporten. Prisene som er oppgitt i kostnadsoverslaget er basert på erfaringstall fra sammenlignbare oppdrag. Det er viktig å understreke at det kan være stor variasjon i priser fra prosjekt til prosjekt og fra entreprenør til entreprenør. Kostnader vil også variere basert på totalomfanget på tiltak en velger å gjennomføre, og om tiltakene gjennomføres samlet eller enkeltvis over tid. Det vil være fordelaktig å gjennomføre flere tiltak samlet for å minske kostnader til rigg og drift.



## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
1.1	Beliggenhet	5
1.2	Vannkvalitet	6
1.3	Hydrologi og hydraulikk	7
1.4	Befaring	8
<b>2</b>	<b>Aktuelle tiltak</b>	<b>9</b>
2.1	Generelt	9
2.2	Sikring av rørutløp	9
2.3	Erosjonssikring av bekkekanter	10
2.4	Etablering av kantvegetasjon	11
2.5	Fangdam	12
2.6	Buffersone	13
2.7	Rensk av bekkeløp	14
2.8	Utbedring av kulverter	14
2.9	Utbedring av hydraulisk kapasitet i bekkeløpet	17
<b>3</b>	<b>Forslag til plassering av tiltak</b>	<b>19</b>
3.1	Generelt	19
3.2	Delstrekk 1	19
3.3	Delstrekk 2	20
3.4	Tabell med fullstendig oversikt over foreslått tiltak	23
3.5	Prioritering	26
<b>4</b>	<b>Oppfølging og vedlikehold</b>	<b>27</b>
4.1	Erosjonssikring	27
4.2	Kantvegetasjon	27
4.3	Fangdam	27
<b>5</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>28</b>
	<b>Referanser</b>	<b>29</b>



# 1 Bakgrunn

Norconsult er engasjert av PURA for å utrede muligheter og tiltak for å hindre erosjon og forbedre vannkvaliteten i bekken Storgrava.

## 1.1 Beliggenhet

Storgrava er en kunstig bekk som er preget av kanalisering. Bekken ble konstruert for ca. 170 år siden ved sprenging og graving langs traseen for å drene myrområdene på hver side.

Storgrava er en del av vannforekomst 005-88-R, tilløpsbekker til Årungen og renner fra Kykkelrud i Frogn kommune via Horgen til innsjøen Årungen i Frogn/Ås kommuner.



Figur 1. Oversiktskart over området

## 1.2 Erosjon

Perioder med mye nedbør fører til erosjon i og langs Storgrava. Masser langs Storgrava består av leire og bekken er preget og utsatt for erosjon, særlig i yttersvinger i rørutløp ved drenerør og kulverter. Det er stedvis svært bratte bekkekanten og store trær i bekkekantene som fører til turbulens og økt erosjonsfare. I tillegg til dette fører erosjon i bekken til at viktig matjord gradvis forsvinner fra jordbruksarealer. Et eksempel på utrasing av bekkekanten forårsaket av erosjon er vist i Figur 2.



Figur 2. Eksempel på utrasing av bekkekanten forårsaket av erosjon (foto: Norconsult).

## 1.3 Vannkvalitet

Avrenning fra jordbruksarealer fører med seg næringsstoffer til vassdragene. Dette kan føre til økt algeoppblomstring og eutrofiering og redusere vannkvaliteten i bekker, elver og innsjøer. Hovedutfordringen i innsjøen Årungen, som Storgrava renner ut i, er at det tidvis har vært problemer med oppblomstring av giftproduserende alger (blågrønnbakterier). Det er iht. vannforskriften satt mål om å oppnå god økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene og det er derfor behov for å gjennomføre tiltak. Perioder med mye nedbør vil i tillegg til å øke erosjonsfare, føre til at dyrket mark langs bekken står under vann. Dette fører til at avrenning fra dyrket mark øker mengden nitrogen og fosfor i bekken, og jord med næringsstoffer føres ned til Årungen.

Årsrapporten fra overvåkingen fra 2022 viste at Storgrava hadde en meget høy konsentrasjon av fosfor (100-150  $\mu\text{g P/l}$ ). Av alle tilløpsbekkene til Årungen ble også Storgrava registrert med aller høyest verdi av nitrogen (5,5 mg N/l) (Norconsult/PURA, 2023).

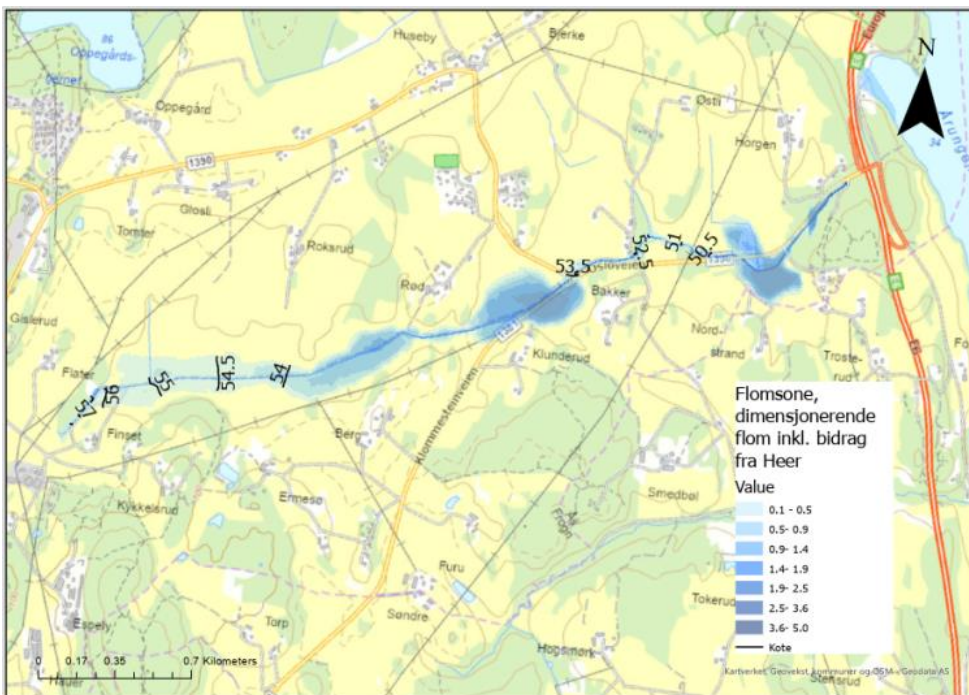


## 1.4 Hydrologi og hydraulikk

Storgrava er en sakteflytende bekk med generelt lave vannhastigheter. Bekkens nedbørfelt er på 8,5 km<sup>2</sup> der hele 65% av nedbørfeltet består av dyrket mark.

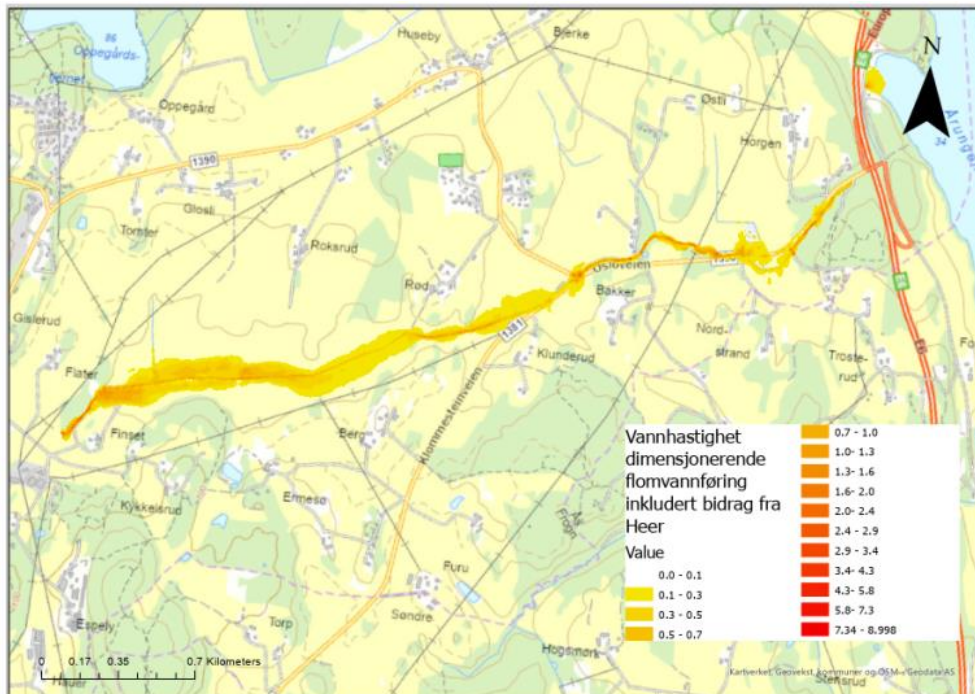
Asplan Viak gjennomførte i 2023 en flomsonekartlegging av Storgrava. Flomsonekartleggingen tar utgangspunkt i en 200-årsflom med 40% klimapåslag. Det er i tillegg lagt på en sikkerhetsmargin på 50% på flomvannføringen med bakgrunn i at det ikke finnes kalibreringsdata for Storgrava. Dimensjonerende flomvannføring er 14 m<sup>3</sup>/s og tar utgangspunkt i bekkens nedbørfelt i tillegg til overvann fra området Heer. I en normalsituasjon vil overvann fra Heer ledes til Raskebekken, mens ved større nedbørhendelser vil vann føres til Storgrava i et overløpsrør.

Beregnet dybde i Storgrava ved dimensjonerende flomvannføring er opptil 4,9 m i bekkeløpet og opptil 2,9 m på flomslettene. Gjennomsnittlig dybde i bekkeløpet er 1,3 m og gjennomsnittlig dybde på flomslettene er 0,9 m. Vannhastighetene ligger generelt på 0-3 m/s for hele Storgrava. Utklipp som viser beregnede vanddybder og vannhastigheter er vist i Figur 3 og Figur 4.



Figur 3. Flomsone ved 200-årsflom inkludert 40% klimapåslag og 50% sikkerhetsmargin (Asplan Viak, 2023)





Figur 4. Beregnet vannhastighet i Storgrava ved dimensjonerende flomvannføring (Asplan Viak, 2023).

## 1.5 Befaring

Det ble gjennomført befaring 21.11.2023 med representanter fra PURA, Follo landbrukskontor, Frogn kommune og Norconsult. Befaringsstrekningen var på omtrent 3,9 km fra jordene ved Kykkelsrudveien i vest til Sørbråtenveien i øst. Bilder fra kartlegging finnes i befarringsnotat, vedlegg [4]. Det ble i tillegg gjennomført en befaring 08.03.2024 av Norconsult.

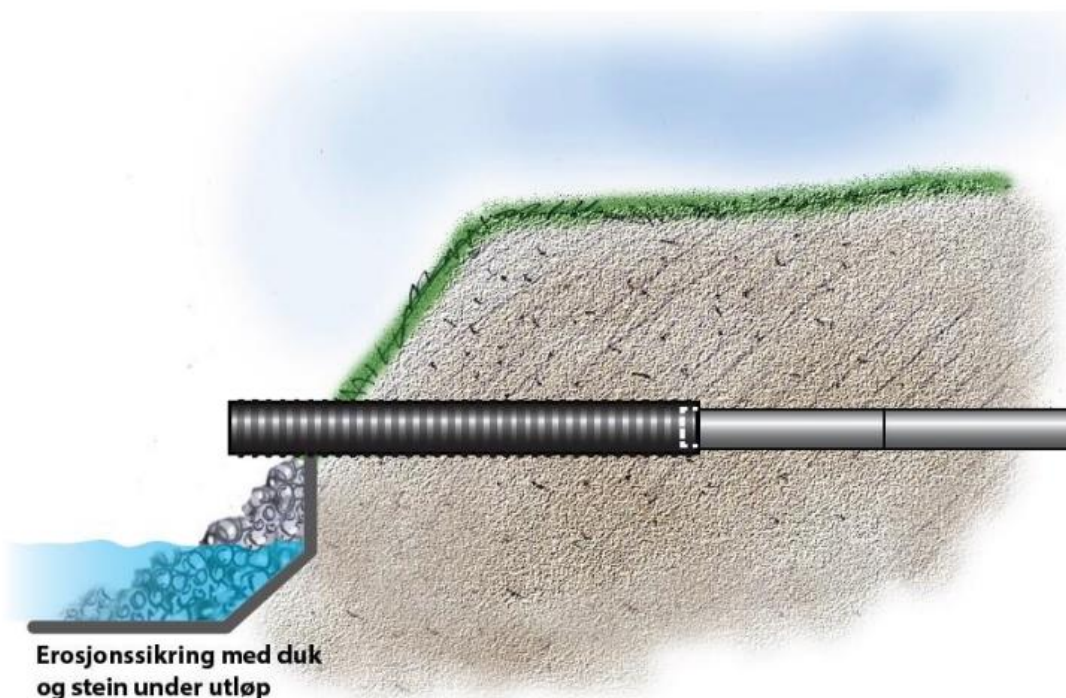
## 2 Aktuelle tiltak

### 2.1 Generelt

Dette kapitlet beskriver ulike tiltak som kan gjennomføres for å hindre erosjon og forbedre vannkvalitet i Storgrava. Noen tiltak er mer omfattende enn andre og det finnes fordeler og ulemper ved de forskjellige forslagene. Rapporten er ment for å gi et grunnlag for å vurdere hvilke tiltak som er mest hensiktsmessig med tanke på effekt, gjennomførbarhet, skjøtsel og vedlikehold samt kostnader.

### 2.2 Sikring av rørutløp

Alle rørutløp som avsluttes i bekkeskråning bør sikres mot erosjon ved å steinsette området rundt utløpet med sprengstein. Langs bekken er det allerede flere utløp som er godt sikret, men der dette mangler bør det gjennomføres, se Tabell 3. Ved tilførsel av stein for punktsikring er det viktig at tilførte masser får en jevn overgang mot eksisterende skråning oppstrøms og nedstrøms for å unngå at det etableres punkter med økt turbulens.

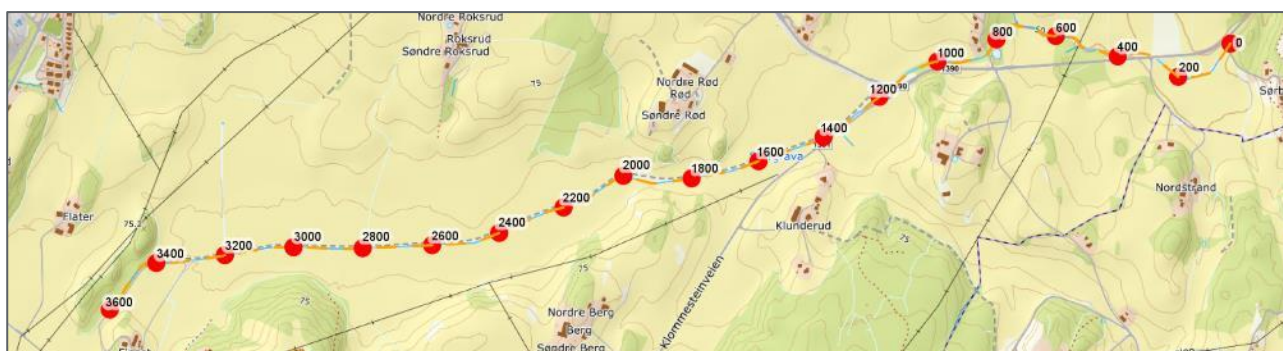


Figur 5. Prinsipp for erosjonssikring av rørutløp (Hauge & Barneveld, 2015)

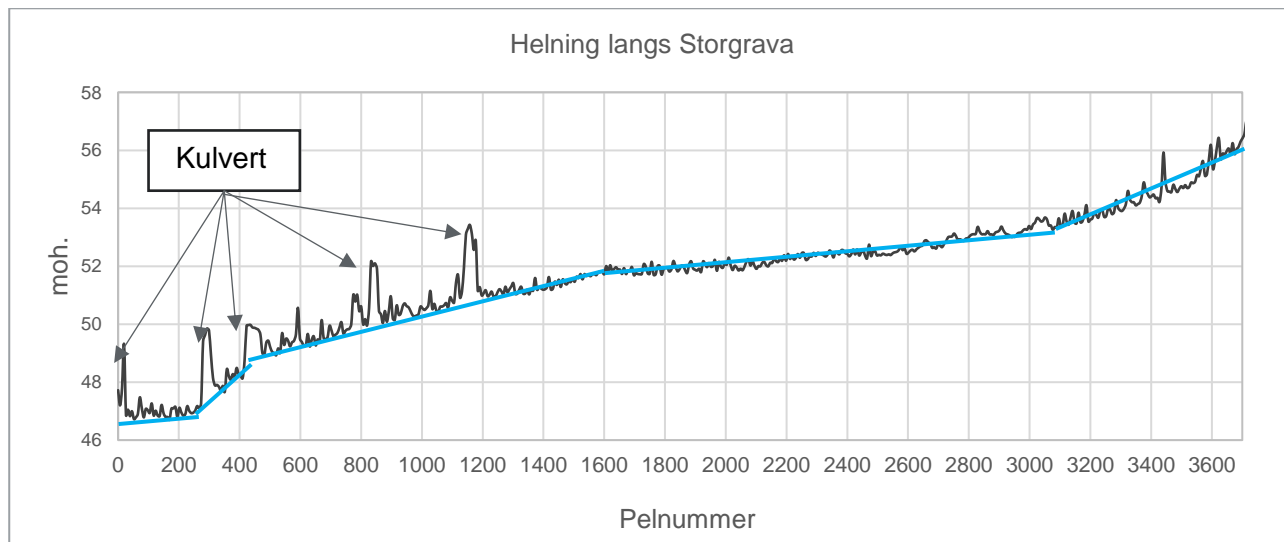
### 2.3 Erosjonssikring av bekkekanter

Massene langs bekken består i stor grad av silt og leire, og bekkekantene er spesielt utsatt for erosjon i yttersvingene. Langs flere strekninger er bekkekantene preget av til dels bratte skråninger, stedvis nesten vertikale. Det er spesielt langs disse strekningene at det er tegn til pågående erosjon/utgraving.

En viktig faktor for å etablere og opprettholde stabile bekkekanter er å anlegge skråninger med helning som ikke er brattere enn 1:2. Dette gjelder særlig der det er dyrket mark helt inn til bekkeskråningen og det kjøres nærme kanten. En oversikt over pelnummer (antall meter langs bekken fra nedstrøms punkt) langs strekningen er illustrert i Figur 6. Tilhørende beregnede anbefalte steinstørrelser for erosjonssikringen fremkommer i Tabell 1.



Figur 6. Oversiktskart med pelnummer.



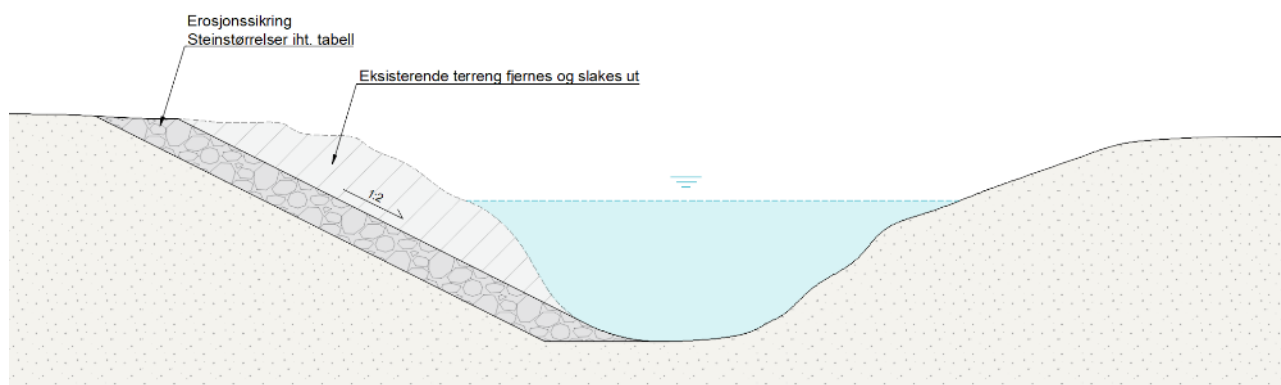
Figur 7. Helning langs Storgrava.

Figur 7 viser fall i bekken fra pel 0 til pel 3600.



Tabell 1. Anbefalte steinstørrelser for erosjonssikring av bekkekanter

Pelnummer	Hastighet [m/s]	Anbefalt steinstørrelse Rette strekk [mm]	Anbefalt steinstørrelse Kurver [mm]
0-220	0,2	10-50	50-100
220-440	2	100-250	350-850
440-1140	1,5	50-150	150-400
1140-2740	0,8	10-50	50-100
2740-3460	1,5	50-150	150-400
3460-3740	2	100-250	350-850



Figur 8. Prinsipp for utslaking og erosjonssikring av bekkekanter

Figur 8 viser prinsipp for utslaking og erosjonssikring av bekkekanter. Eksisterende terreng fjernes og slakes ut. Det bør benyttes sprenget stein med kubisk form som er bestandig mot frost og andre belastninger. Tykkelsen på sikringslaget bør oppfylle kravene  $t_{\min} \geq D_{\max}$  og  $t_{\min} \geq 300$  mm, der  $D_{\max}$  er største steinstørrelse og  $t_{\min}$  er minimum tykkelse på sikringen.

## 2.4 Etablering av kantvegetasjon

Etablering av naturlig vegetasjon mellom vassdrag og jordbruksarealer har flere fordeler. Vegetasjonen binder jorda, beskytter mot erosjon, reduserer overflateavrenning og forbedrer jordstruktur. Kantvegetasjon er også viktig for akvatisk og terrestrisk økologi og reduserer samtidig avrenning av næringsstoffer fra landbruk (Blankenberg, 2019). Det anbefales å bruke lokale arter for å fremme et godt plantedekke. Kantvegetasjon kan også være en viktig næringskilde for insekter og gi hekkeplasser og skjul for fugler. En kantsone med flere sjikt og varierende tetthet er optimalt for organismer (NVE, 2019). Dette kan oppnås ved å variere både alder og høyde på vegetasjonen, en såkalt flersjiktet kantvegetasjon.

Ulemper med kantvegetasjon av trær er blant annet at røttene kan ødelegge drenerør og at høye trær kan gi skygge på dyrket mark. Variert kantvegetasjon med urter, små busker og trær kan etableres på steder der røtter ikke vil komme i konflikt med drenerør. Eventuelt kan man ved nyanlegg eller reparasjon av

drensledninger bruke ikke-perforerte rør de siste meterne mot bekken for å unngå at røttene vokser inn i drensrørene.

Tiltak med vegeterte kantsoner har vært gjennomført gjennom flere år og dekkes av ulike tilskuddsordninger, for eksempel spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL). Vannområde Morsa har fått tilskudd fra Miljødirektoratet for å kjøpe inn treplanter slik at disse kunne deles ut gratis til grunneiere og plantes langs bekker. Også vannområdene Glomma Sør, Haldenvassdraget og Øyeren har deltatt i denne ordningen.

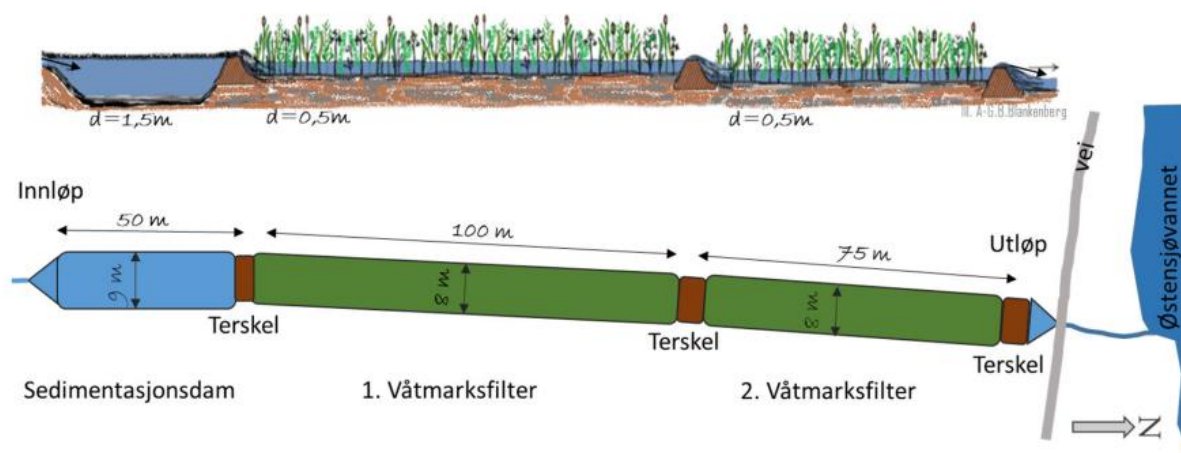
## 2.5 Fangdam

En fangdam er en konstruert våtmark som primært er et tiltak for å fange opp og hindre erodert jord og næringsstoffer fra å renne ut i vassdrag. Fangdammer bidrar til å rense vannet, dempe flom og øke biologisk mangfold. Fangdammer er spesielt effektivt der fosforinnholdet i dyrket mark oppstrøms dammen er høyt (Bioforsk, 2008), men er noe arealkrevende.

I fangdammer er naturlige renseprosesser optimalisert ved å:

- legge til rette for sedimentering av partikler og partikkelbundet fosfor
- biologisk og kjemisk opptak og binding av næringsstoffer, blant annet binding av partikler og organisk materiale
- opptak ved hjelp av planter i fangdammen

En fangdam kan bestå av flere komponenter. Fangdammer i norsk klima som i hovedsak anlegges for fosforrensing, består vanligvis av et 1-2 m dypt sedimentasjonskammer fulgt av ett eller flere grunnere (0,1-0,8 m) vegetasjonsfiltre. Vegetasjonsfiltre er gjerne oppdelt av terskler for å bestemme vannstanden og tilføre vannet oksygen.



Figur 9. Eksempel fra fangdam i Skuterudbekken (NIBIO, 2021)

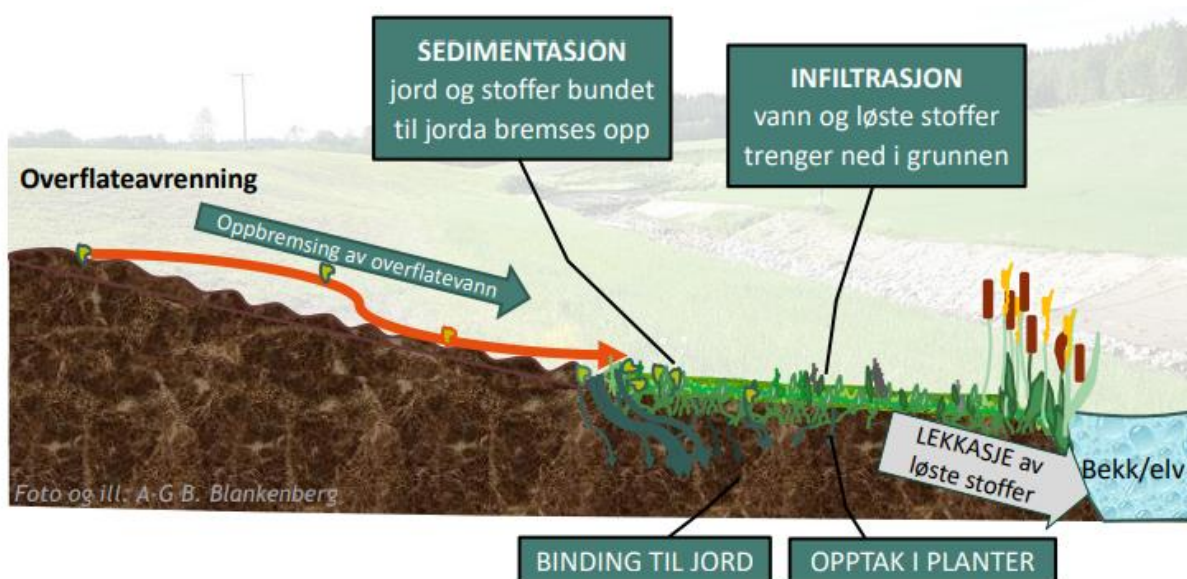
Fangdammen i Skuterudbekken (Figur 9) viste en gjennomsnittlig årlig tilbakeholdelse på 36% for partikler, 19% for fosfor og 3% for nitrogen. Overvåkningsdata viste at fangdammen fungerte spesielt godt i ekstreme vær-situasjoner med stor avrenning og stor belastning av jord og fosfor. Fangdammens renseseffekt for

partikler og fosfor var størst på sommeren (46% for partikler og 27% for fosfor) og på våren (35% for partikler og 24% for fosfor).

## 2.6 Buffersone

En vegetasjonssone/buffersone er et tiltak der arealer langs bekken fristilles til enten naturlig vegetasjon og/eller et anlagt belte av gress eller stubb mellom bekken og dyrket mark.

Renseeffekten av buffersoner er avhengig av flere prosesser og faktorer, blant annet av kantsonens størrelse og topografi, type vegetasjon i buffersonen, drift og vedlikehold og hvilket terreng og jordsmonn arealet tilstøtende kantsonen består av (Blankenberg, Skarbøvik, & Kværnø, 2019). En illustrasjon av prosessene og virkningen av buffersoner er illustrert i Figur 10.



Figur 10. Renseprosessene i buffersonen (Blankenberg, Skarbøvik, & Kværnø, 2019)

Buffersoner som fungerer godt, har tett og veletablert vegetasjon med et tett rotsystem. Et tett rotsystem vil bidra til å øke porøsiteten i jorda og den blir dermed bedre egnet til å holde tilbake vann. For nyetablering av buffersoner anbefales det å benytte lokale arter da disse vil ha større sjanse for å etablere seg og overleve. Det forventes særlig god effekt når buffersone etableres i områder der jordbruksarealer er flomutsatte, slik som ved Storgrava.

Generelt kan det sies at renseseffekten øker med økt bredde på buffersonen og effekten er størst de første meterne (Blankenberg, Skarbøvik, & Kværnø, 2019). Forskrift om regionale miljøkrav i jordbruket i Oslo og Viken setter krav til bredde på buffersoner og forskrift om produksjonstilskudd stiller krav til bredde på vegetasjonssoner. Langs Storgrava er både vegetasjons- og buffersonen smal over store deler av strekningen og må utvides betydelig for å kunne gi den ønskede effekten mot avrenning av næringsstoffer.



Dyrket mark langs Storgrava er omfattet av miljøkravsone 2. Iht. Forskrift om regionale miljøkrav i jordbruket stilles det da følgende krav:

*«Flomutsatte arealer skal ikke jordarbeides om høsten. På flomutsatte arealer der flom medfører erosjon skal det være 6 meter varig vegetasjon i tillegg til 2 meter vegetasjonssone.»*

Med varig vegetasjon menes det vegetasjon som fornyes sjeldnere enn hvert 3. år. Dette inkluderer flerårig gras, eng i omløp, busker og trær (Statsforvalteren i Oslo og Viken, 2023). Det skal være vegetasjonssone på minst to meter mot vassdrag med årssikker vannføring, målt horisontalt fra vassdragets normalvannstand. Vegetasjonssonen kan ikke jordarbeides. I tillegg til vegetasjonssonen skal det være en buffersone med varig vegetasjon på minimum 6 meter eller areal i stubb med minst 20 meters bredde. Buffersonen kan ikke jordarbeides i tidsrommet etter innhøsting til våronn året etter.

## 2.7 Rensk av bekkeløp

For å opprettholde bekkens hydrauliske kapasitet er det viktig at både bekkkanter og bekkeløp skjottes jevnlig. Større trær som har falt over bekken eller står tett inntil bekkeløpet i skrånninger bør fjernes. Siv/takrør i bekken kan beholdes fordi det bidrar til å bryte ned forurensninger, så lenge det ikke er av en slik mengde at det vesentlig begrenser den hydrauliske kapasiteten i bekken.

Etter større regnhendelser der vann fra oversvømte jordbruksarealer har dratt med seg kornrester ut i bekken bør dette fjernes for å opprettholde kapasiteten i bekken.

## 2.8 Utbedring av kulverter

Det påpekes i flomsonekartleggingen (Asplan Viak, 2023) at flere av konstruksjonene langs Storgrava ikke har tilstrekkelig kapasitet for dimensjonerende flomvannføring og fører til oppstuvning oppstrøms kulvertene. På befaring 21.11.2023 opplyses det fra PURA og Follo landbrukskontor at særlig kulverten som går langs Osloveien har for lav kapasitet. Kulverten er ca. Ø1370 og har mindre lysåpning enn samtlige kulverter oppstrøms. Det fører til at store deler av jordbruksarealene står under vann ved større regnhendelser. Kulverten under Osloveien ved Bakker bru har også for lav kapasitet. Det anbefales videre i flomsonekartleggingen at det utarbeides en helhetlig plan der utskifting av kulverter inngår.

Figur 11, Figur 12 og Figur 13 viser bilder fra befaring 06.03.2024 der det er tydelig at det er store kapasitetsutfordringer i bekken.

Tabell 2 viser en oversikt over de viktigste kulvertene langs Storgrava sammen med dimensjon, beregnet vannføring ved en 200-årsflom og beregnet kapasitet før bekkkantene overtoppes (vannet renner over bekkkantene).



Figur 11. Bekkeløp sett oppstrøms fra Sørbråtenveien (foto: Norconsult).



Figur 12. Bekkeløp sett oppstrøms fra Sørbråtenveien (foto: Norconsult).



Figur 13. Bekkeløp sett nedstrøms fra Sørbråtenveien (foto: Norconsult).

Tabell 2. Beregnet makskapasitet på kulverter før overtopping (kulverten har ikke mer kapasitet og vannet renner videre på terrenget over kulverten). Kulvertnummer referer til nummerering i rapport for flomsonkartlegging (Asplan Viak, 2023)

Kulvert nr.	Pelnummer	Dimensjon [mm]	Beregnet vannføring ved en 200-årsflom ved innløp [m <sup>3</sup> /s]	Beregnet makskapasitet før overtopping [m <sup>3</sup> /s]
3	0	1370	14	2,5
4	5	1900	14	12
5	300	2120	12,3	12
6	450	2 rør x 1400	12,3	18
8	825	2400	10,3	9
10	1200	1790	9,7	8
11	1400	1400	8,4	2,5
12	3400	1900	3,0	6





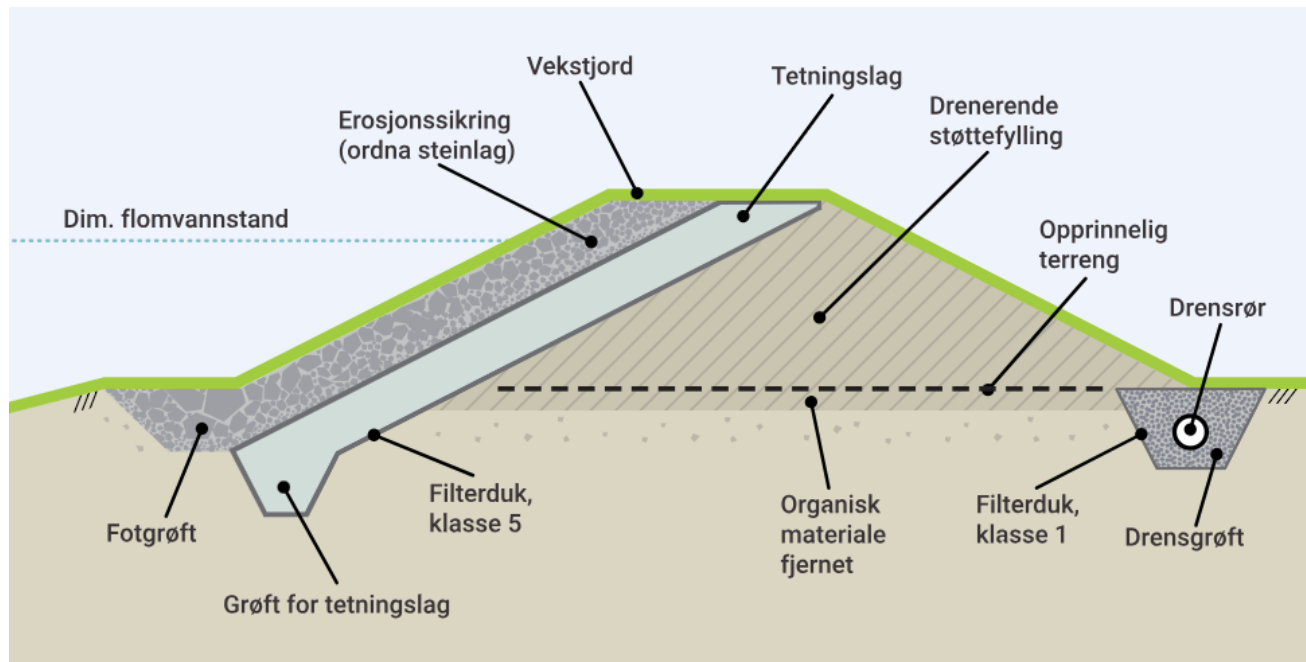
Figur 14. Oversikt over plassering av kulverter i Tabell 4

## 2.9 Utbedring av hydraulisk kapasitet i bekkeløpet

Et tiltak for å bedre bekkens hydrauliske kapasitet og dermed redusere oversvømmelse og avrenning fra landbruksarealer er å utvide selve bekkeløpet og øke fallet på bekken. Da vil flomtoppen dempes og oppstuvning reduseres. Dette er derimot et omfattende og kostbart tiltak og det anbefales å gjennomføre andre foreslåtte tiltak i første omgang.

Et annet stort og omfattende tiltak for bedring av bekkens hydrauliske kapasitet er etablering av flomvoller. Langs Storgrava vil det være behov for totalt ca. 4300 m flomvoll på begge sider av bekken der bekken går over sine bredder. Flomvollens høyde er bestemt av flomvannstand pluss et fribord på ca. 50 cm. Flomvollen utføres med sideskrånninger 1:2 og typisk kronebredde på 1,5 – 2,0 m. I tillegg må vannet som passerer under og evt. gjennom vollen ledes ut i bekken igjen, og normalt gjøres dette ved å etablere en langsgående drenggrøft på luftsiden av flomvollen. I gjennomsnitt har bekken en flomvannstand på omtrent 2 meter over eksisterende terreng i flomsonene (Asplan Viak, 2023). Det vil si flomvollen bør være 2,5 m høy. Flomvoller med 2,5 m høyde og kronebredde på 1,5 meter gir en grunnflate på ca. 11,5 meter med areal som må beslaglegges og krever ca. 70 000 m<sup>3</sup> med masser. Figur 15 viser en typisk oppbygning av flomvoll.

Etablering av flomvoll krever tilgang til betydelig arealer, og er generelt et meget kostbart tiltak. Det estimeres at en flomvoll, inkludert drenggrøft og rør, vil koste om lag kr 10 000 per løpemeter. Tiltaket er derfor utenfor en rimelig kostnadsramme for dette prosjektet, og i likhet med tiltak som å utvide og senke bekken, anbefales det å gjennomføre alternative tiltak i stedet.



Figur 15. Eksempel på oppbygging av klassisk flomvoll med tetningskjerne (moreneleire), erosjonssikring på vannsiden og drenerende støttefylling på luftside med drensgrøft. (NVE, 2023)

### 3 Forslag til plassering av tiltak

#### 3.1 Generelt

Dette kapitlet er ment som et forslag til hvor på strekningen ulike tiltak kan/bør gjennomføres. Strekningen er delt inn i to delstrek basert på ulike utfordringer, topografi, bekkeutforming, gjennomførbarhet og tilgjengelig areal.



Figur 16. Oversiktskart over delstrek

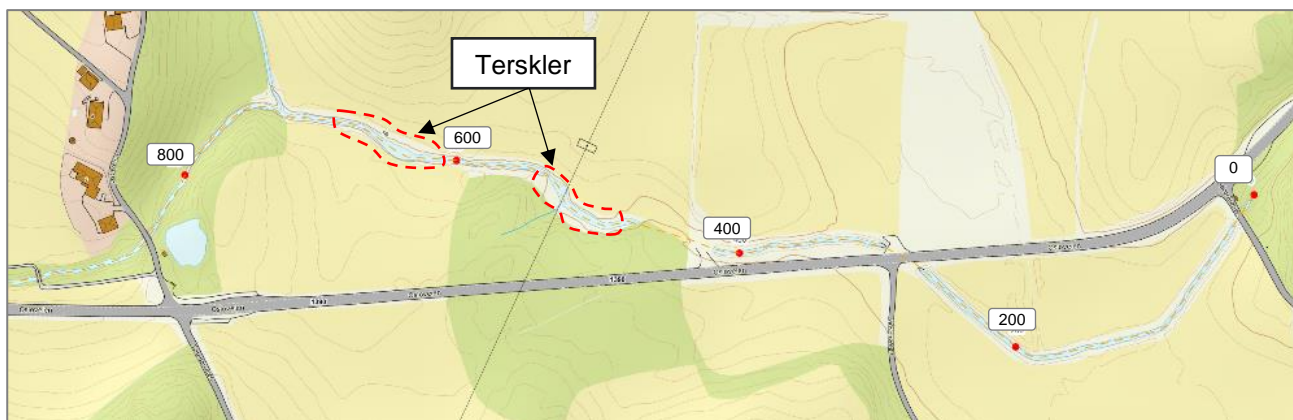
Høyre/venstre side av bekken refererer i retning sett nedstrøms. Fullstendige kart med oversikt over strekningen og pelnummer finnes i vedlegg [1], [2] og [3].

Se for øvrig Tabell 3 for utfyllende liste over forslag til tiltak ved ulike pelnummer på strekningen.

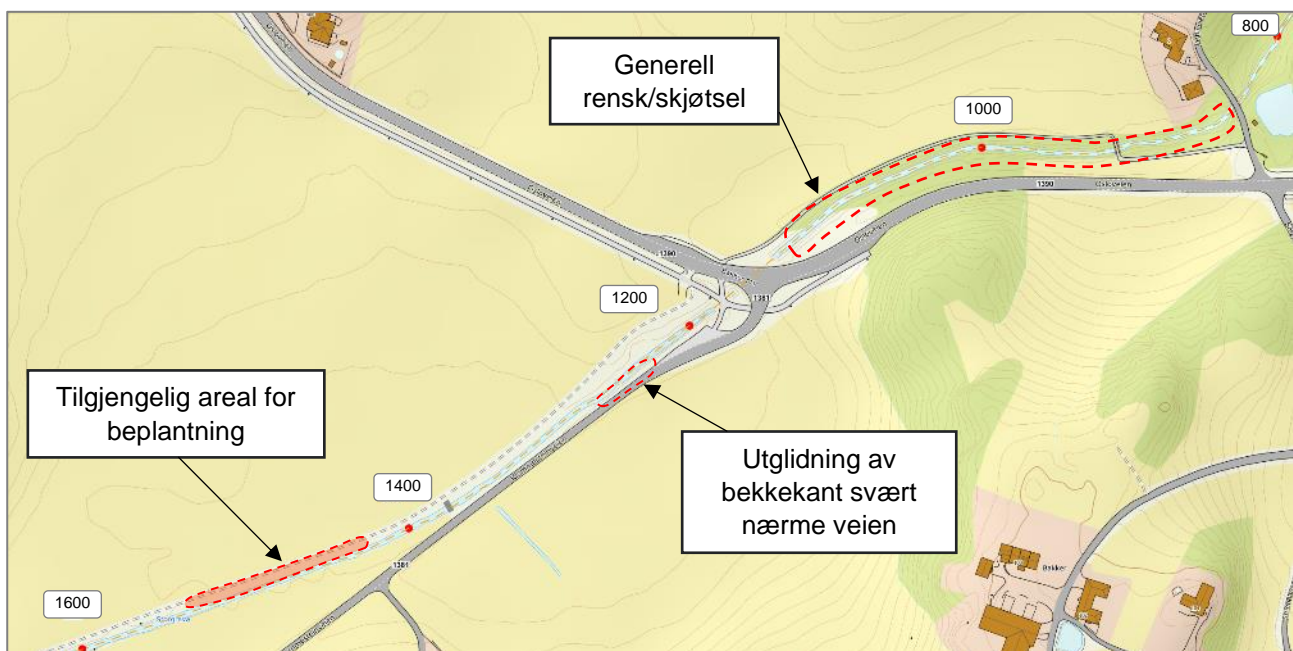
#### 3.2 Delstrek 1

Delstrek 1 omfatter strekningen fra pel 0 til ca. pel 1200. Denne delen av strekningen har noe høyere vannføring enn delstrek 2. Delstrek 1 er preget av stedvis erosjonssår/utglidninger ved rørtløp, kulverter og erosjon i yttersvinger, blottlagt leire i øvre del (lengst oppstrøms) og behov for skjøtsel rundt og i bekkeløpet. Det er store kapasitetsutfordringer på dette delstrekket.

Figur 17-18 viser forslag til plassering av tiltak på dette delstrekket.



Figur 17. Pel 0-800 m



Figur 18. Pel 800-1600 m

### 3.3 Delstrek 2

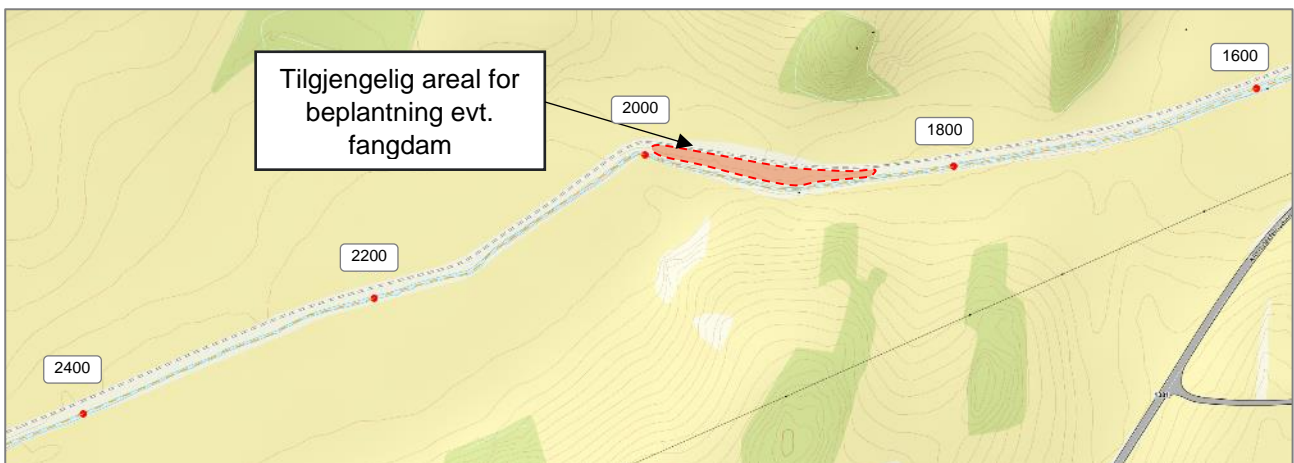
Delstrek 2 omfatter strekningen fra pel 1200 til pel 3600. På delstrek 2 er det helt i vestlig ende tett vegetasjon på nord-vestsiden av bekken fra pel 3400-3600. Strekningen er preget av svært lite fall og vannføring i bekken, bratte bekkeskråninger og stedvis erosjonssår/utglidninger ved rørtløp og i yttersvinger. Fra Bakker bru og til pel 3400 er det minimalt med kantvegetasjon, se Figur 19. Generelt for hele delstrek 2 kan det legges et tynt lag med stein (f.eks. elvegrus) i bunnen for å begrense utvasking.





Figur 19. Typisk utforming av bekkeløp og bekkeskråninger langs delstrek 2 (foto: Norconsult).

Figur 20-22 viser forslag til plassering av tiltak på dette delstrekket.



Figur 20. Pel 1600-2400 m



Figur 21. Pel 2400-3200 m



Figur 22. Pel 3200-3600

### 3.4 Tabell med fullstendig oversikt over foreslått tiltak

Det er utarbeidet kostnadsoverslag for tiltakene beskrevet i denne rapporten. Prisene som er oppgitt i kostnadsoverslaget er basert på erfaringstall fra sammenlignbare oppdrag. Det er viktig å understreke at det kan være stor variasjon i priser fra prosjekt til prosjekt og fra entreprenør til entreprenør. Kostnader vil også variere basert på totalomfanget på tiltak en velger å gjennomføre, og om tiltakene gjennomføres samlet eller enkeltvis over tid. Det vil være fordelaktig å gjennomføre flere tiltak samlet for å minske kostnader til rigg og drift.

Tabell 3. Tabell med foreslåtte tiltak ved ulike pelnummer

Nr	Pelnr.	Kommentar	Forslag til tiltak	Estimert kostnad (kr)
1	170	2 stk. døde trær i bekkeløp	Fjernes	1 000
2	180	2 stk. ca. 400 mm utløpsrør, 1 stk drenerør stikker langt ut i bekken. Eksisterende sikring på motsatt bekkeside.	Ikke behov for tiltak	-
3	200	Eksisterende sikring i yttersving	Ikke behov for tiltak	-
4	300-310	Ved kulvertutløp. Høy hastighet på vannet ved kulvertutløp. Vannet graver i sidene.	Erosjonssikring	10 000
5	310	Tre i bekkeløp	Fjernes	1 000
6	315-325	Utglidning i yttersving, høyre bekkeskråning.	Erosjonssikring	20 000
7	350	Bratt skråning med blogglagt leire i venstre bekkeskråning.	Erosjonssikring	12 500
8	350	Rørtløp i høyre bekkeskråning, ca. 300 mm.	Erosjonssikring rundt rørtløp	10 000
9	450-500	Utglidning ved venstre bekkeskråning	Erosjonssikring	60 000
10	500-510	Utglidning høyre bekkeskråning	Erosjonssikring	12 500
11	520-530	Utglidning venstre bekkeskråning	Erosjonssikring	12 500
12	520-550	Tilgjengelig areal for tiltak	Mulighet for etablering av terskler og liten magasineringsdam.	400 000
13	570-590	Blottlagt jord og leire i bekkeskråning	Erosjonssikring begge sider	50 000
14	600-650	Tilnærmet vertikale bekkeskråninger på høyre side	Bekkekant slakes til min. 1:2 og erosjonssikres	60 000
15	700-720	Bratt bekkeskråning høyre side	Bekkekant slakes til min. 1:2 og erosjonssikres	25 000
16	880	Tre i bekkeløp som har falt over bekken.	Fjernes	1 000
17	900	Trær som vokser over bekken. Eksisterende rørtløp høyre side av bekken	Trær i bekkeløp fjernes. Generell skjøtsel/opprensning av bekkeløp.	10 000

		(under brua) har eksisterende sikring, men fiberduk ligger løst i dagen.	Erosjonssikring og fiberduk rundt rørutløp reetableres.	
18	1000	Trær i bekkeløp	Fjernes	2 000
19	1010	Trær i bekkeløp	Fjernes	2 000
20	1150	Gammel komfyr i bekkeløpet	Fjernes	2 000
21	1175-1200	Tegn til erosjon ved venstre bekkeside.	Erosjonssikring	30 000
22	1200	Kulvertutløp nedstrøms fra Bakker bru ligger veldig lavt i terrenget og har dårlig hydraulisk kapasitet.	Utbedring av kulverter ved Bakker Bru	Ikke priset
23	1250-1270	Utglidning i høyre bekkeskråning. Om lag 1 m igjen før veien glir ut (Klommesteinveien)	Fylles opp igjen og erosjonssikres.	25 000
24	1400-3000	Generelt meget dårlig hydraulisk kapasitet i bekken som fører til oversvømmelser av tilstøtende områder. Svært lave vannhastigheter.	Utbedring av hydraulisk kapasitet i hele bekkeløpet  - Flomvoller - Senking av bekkeløp - Utbedring av kulverter	ca. 40 millioner
25	1420	Tilgjengelig areal (ca. 200 m <sup>2</sup> ) for tiltak	Tilgjengelig areal for etablering av kantsoner og/eller trær	Ikke priset
26	1600-1700	Bratt bekkekant på høyre side	Bekkekant slakes til min. 1:2 og erosjonssikres	100 000
27	1700	Rørutløp på høyre bekkeside som har erodert	Erosjonssikring av rørutløp	10 000
28	1800	Tilgjengelig areal for tiltak (ca. 2000 m <sup>2</sup> )	Tilgjengelig areal for etablering av kantsoner og/eller trær	Ikke priset
29	1900-2000	Bratt bekkekant på høyre side.	Bekkekant på høyre side slakes til min. 1:2 og erosjonssikres.	100 000
30	1900-2000	Mye tilgjengelig areal for tiltak på venstre side.	Tilgjengelig areal for etablering av kantsoner og/eller trær på venstre side.	Ikke priset
31	2000	Rørutløp ca. 250 mm rør på venstre side.	Erosjonssikring av rørutløp	10 000
32	2400	Tilgjengelig areal for tiltak (ca. 300 m <sup>2</sup> )	Tilgjengelig areal for etablering av kantsoner og/eller trær	Ikke priset
33	2550-2575	Bratt yttersving høyre side av bekken med synlig leire.	Bekkekant slakes til min. 1:2 og erosjonssikres	30 000
34	2800	Rør med utløp i bekken på venstre side ligger blottlagt ved gangvei. Utglidning/utvasking ved rørutløp i bekkeskråning. Det antas at det har flommet over og ført til utvasking av veien.	Gangvei må fylles igjen og reetableres.	10 000

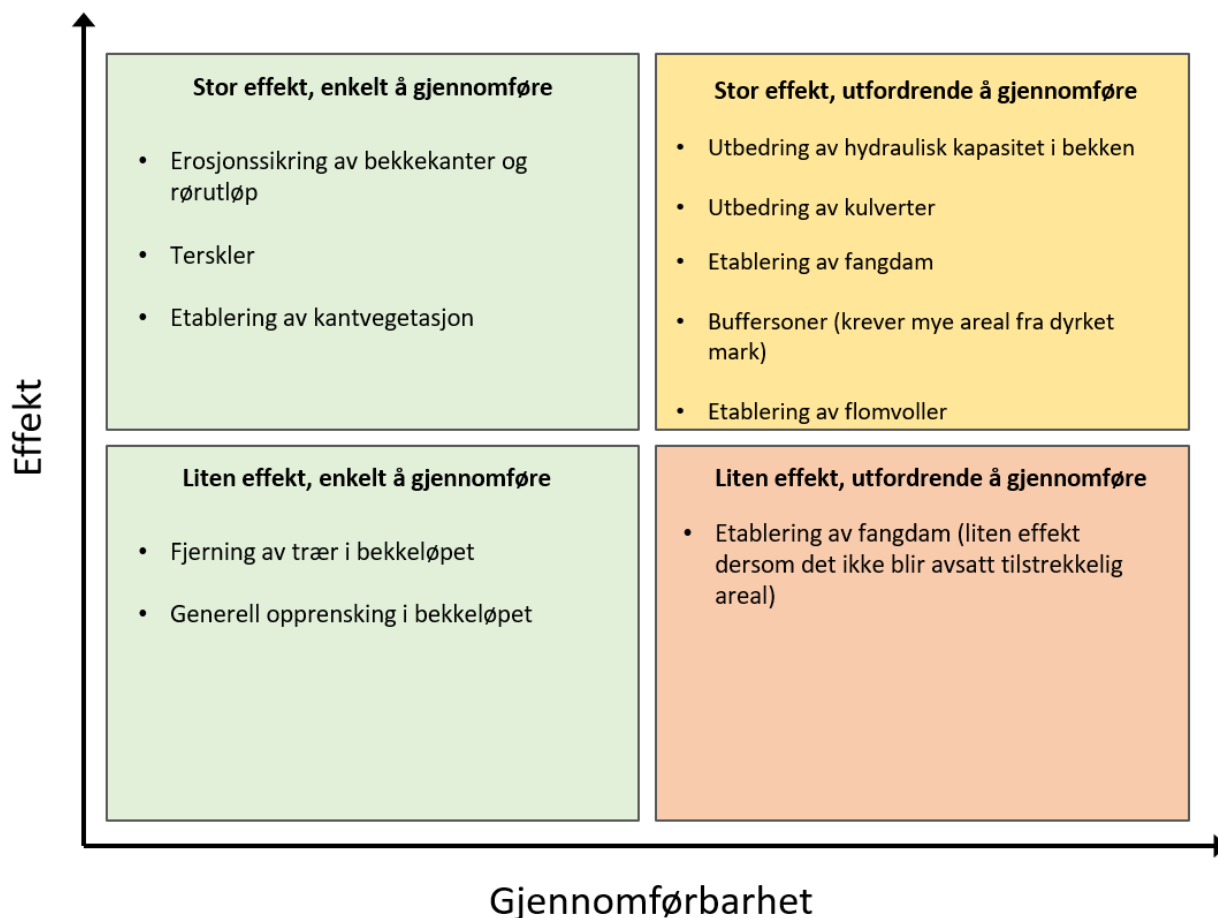


35	3050	Tre i bekeløp som har ført til erosjon i venstre bekkeskråning. Det antas at pga. treet har venstre bekkekant erodert og vasket bort deler av veien.	Tre fjernes	1 000
36	3300	Høyre bekkeside. Grøft fra Finset med tilrenning til bekken. Fører med seg mye sedimenter.	Grøftebunn bør fylles med elvegrus eller lignende (min. 100 m)	12 000
37	3400	Usikret kulvertutløp	Erosjonssikring begge sider av bekken	10 000

### 3.5 Prioritering

Det anbefales at tiltak prioriteres gjennomført iht. matrisen i Figur 23. Gjennomførbarhet viser til både kostnader og fysiske utfordringer som arealbehov.

Tiltakene som er enkle å gjennomføre (grønne ruter) bør man begynne med. Deretter kan en vurdere å gjennomføre tiltak med stor effekt, men som er krevende eller komplekse å gjennomføre (gul rute).



Figur 23. Prioriteringsmatrise for ulike tiltak

## 4 Oppfølging og vedlikehold

### 4.1 Erosjonssikring

Etter en flomhendelse er det spesielt viktig at erosjonssikringen inspiseres med tanke på følgende:

- Er høyden på erosjonssikringen tilstrekkelig i forhold til faktisk flomvannstand?
- Har erosjonssikringen blitt påført skader, hvor har skadene oppstått, og hva er sannsynlig årsak til skadene?
- Bør erosjonssikringen utbedres?

### 4.2 Kantvegetasjon

Kantvegetasjon bør skjøttes ved at større trær som er i ferd med å velte tas ut. Slike trær kan kuttes en til to meter over bakken slik at nye skudd dannes raskt og man beholder rotas armeringsevne. Ved etablering av kantvegetasjon, buffersoner og beplantning av trær bør området overvåkes for å sikres at vegetasjonen utvikler seg som ønsket.

### 4.3 Fangdam

Fangdammen har behov for vedlikehold da renseseffekt reduseres dersom den fylles opp av sedimenter. Det bør derfor planlegges for adkomst med gravemaskin som kan tømme sedimentasjonskammer. Sidekanter ved fangdammen må holdes fri for trær som skygger for dammen fordi sollys er viktig for nitrogenopptak (Bioforsk, 2008).



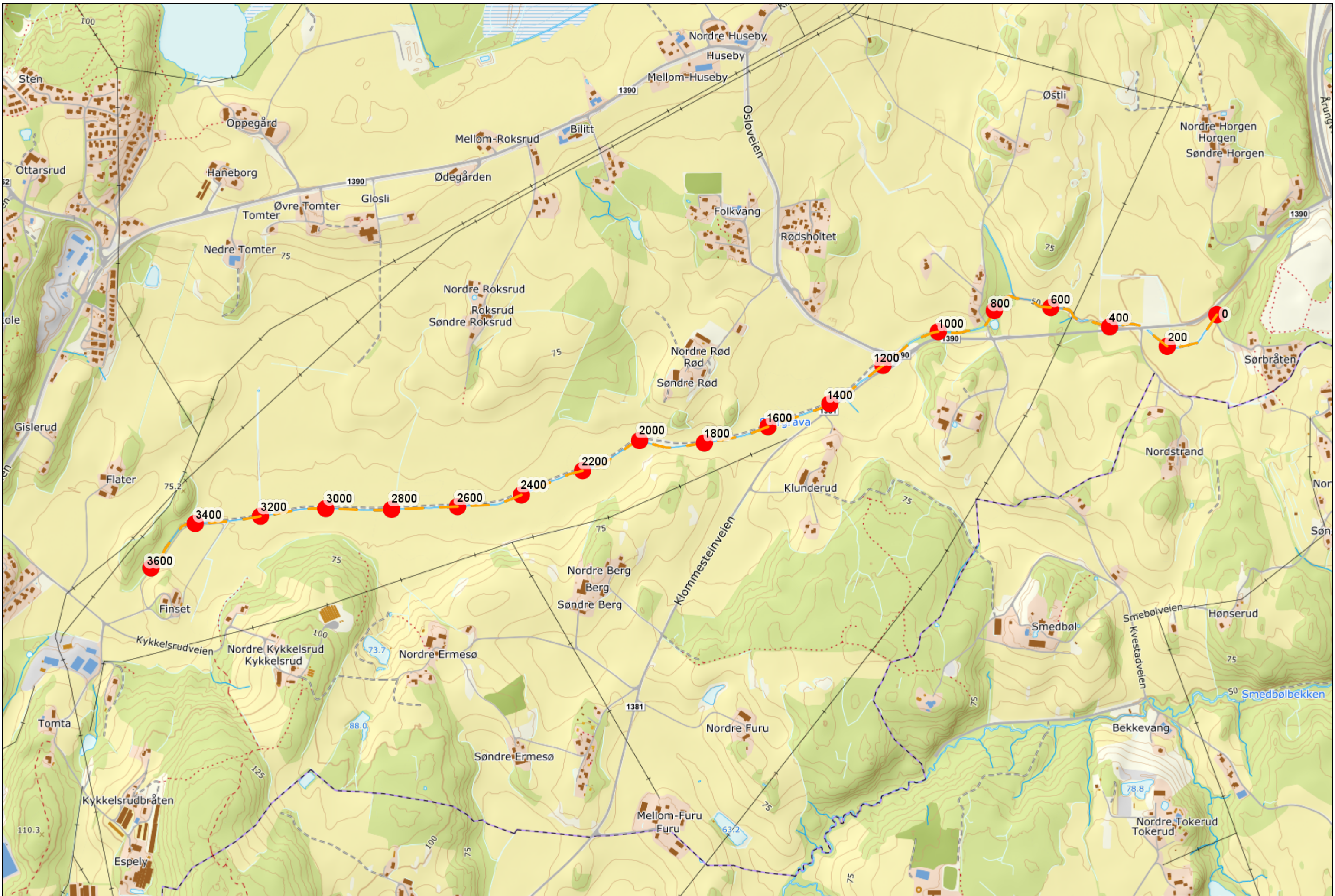
## 5 Vedlegg

- [1]. Kart med pelnummer 0-3600 m
- [2]. Kart med pelnummer 0-2000 m
- [3]. Kart med pelnummer 2000-3600 m
- [4]. Befaringsnotat\_Storgrava\_Frogn kommune\_2023-11-21

## Referanser

- Asplan Viak. (2023). *Flomsonekartlegging, Storgrava i Frogn kommune*.
- Bioforsk. (2008). *Fangdammer - effektive oppsamlere av jord og næringsstoffer*.
- Blankenberg, A.-G. B. (2019). *Vegetasjon som miljøtiltak i jordbruket: Varianter, tilskudd og lovverk*. NIBIO.
- Blankenberg, A.-G. B., Skarbøvik, E., & Kværnø, S. (2019). *Kantsoner: Renseeffekt av plantedekke mellom jordbruksjord og vassdrag*. NIBIO.
- Hauge, A., & Barneveld, R. (2015). *Erosjonssikring av en parsell av Hæra i Trøgstad*. Bioforsk.
- NIBIO. (2020). *Tiltak mot erosjon på jordbruksareal*. NIBIO.
- NIBIO. (2020). *Miljømål og tiltak i sterkt modifiserte vannforekomster i jordbruksområder*. NIBIO.
- NIBIO. (2020). *Temaside: Vannmiljøtiltak - Tiltak i SMVF*. Hentet fra NIBIO:  
<https://www.nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/vannmiljotiltak/tiltak-i-smvf>
- NIBIO. (2021). *Effekt av fangdam i et endret klima - 16 års erfaring med overvåking av fangdam i Skuterudbekken*. Ås/Nordre Follo: NIBIO.
- Norconsult/PURA. (2023). *Årsrapport 2022*. PURA.
- NVE. (2019). *Kantvegetasjon langs vassdrag*.
- NVE. (2022). *Modul F1.201: Erosjonssikring i bekker og kanaler i jordbrukslandskap*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Vigerust, E., & Bjerkholt, J. T. (2002). *Bedre hydrotekniske løsninger - Nedløpskummer og utløp*. Norges landbrukshøgskole - Institutt for tekniske fag.

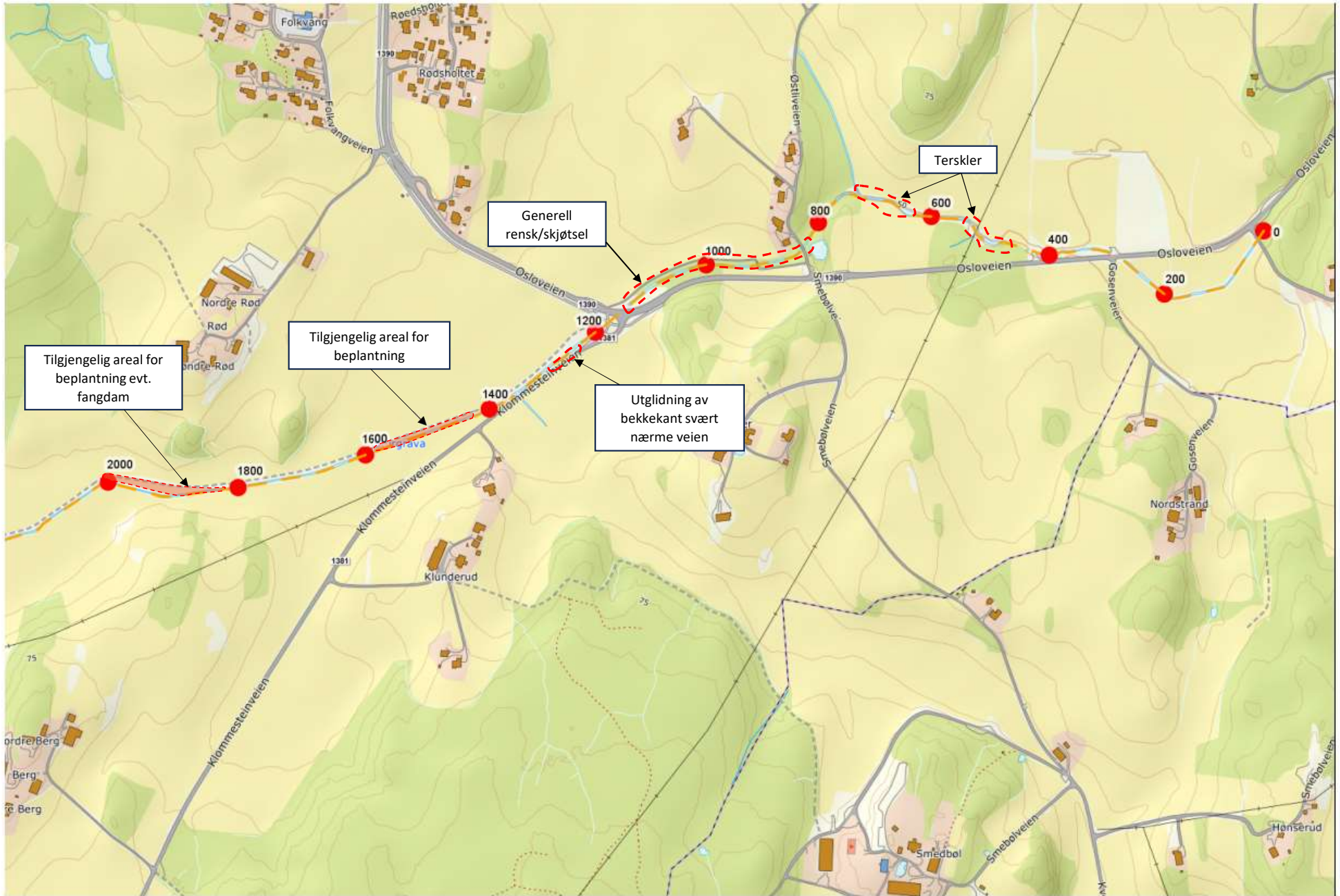




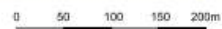
Senterposisjon: 257952.96, 6623737.98  
 Koordinatsystem: EPSG:25833  
 Utskriftsdato: 15.03.2024

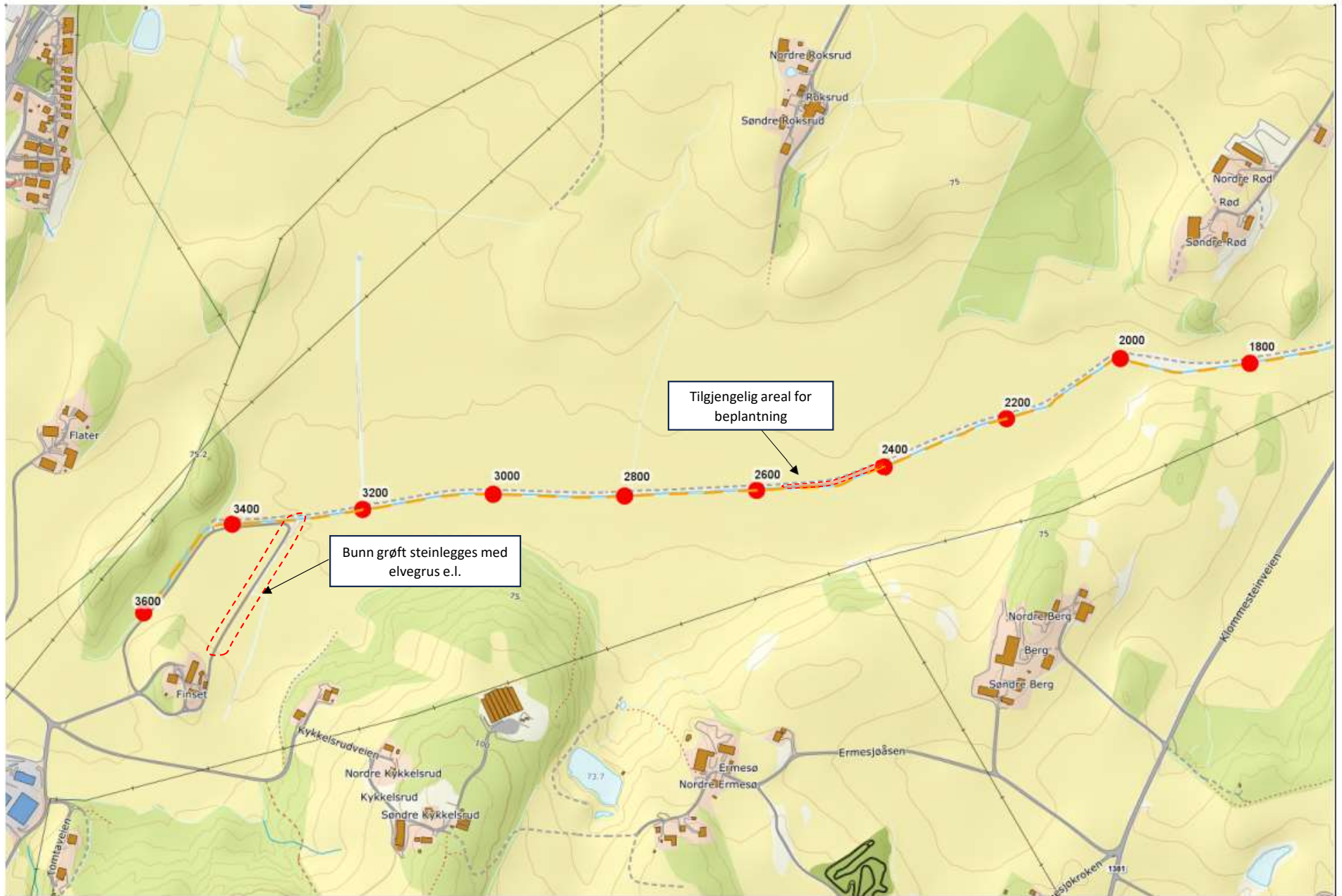






Senterposisjon: 258725.17, 6623817.32  
 Koordinatsystem: EPSG:25833  
 Utskriftsdato: 15.03.2024





Senterposisjon: 257180.76, 6623626.91  
 Koordinatsystem: EPSG:25833  
 Utskriftsdato: 15.03.2024





Oppdragsgiver: PURA

Oppdragsnr.: 52308656 Dokumentnr.: HYD\_52308656

Til: Anita Borge

Fra: Norconsult v/Daniel Fossberg

Dato: 2023-11-30

## ► Befaringsnotat Storgrava, Frogn kommune

Dato: 21-11-2023

Vær: Sol, ca. -2°C

Deltakere: Anita Borge (Vannområdeleder, PURA), Bård Olav Kollerud (Follo Landbrukskontor), Odd Henning Unhjem (Frogn kommune), Frida Berg Lyshoel (Norconsult) og Daniel Fossberg (Norconsult)

### Oversikt over befaringsstrekning

En oversikt over befaringsstrekning langs Storgrava fra jordene ved Kykkelsrudveien i vest til Sørbråtenveien i øst er vist på Figur 1. Strekningen har en lengde på ca. 3,9 km.



Figur 1. Befaringsstrekning langs Storgrava, fra Kykkelsrudveien i vest til Sørbråtenveien i øst.

## Generell beskrivelse av Storgrava

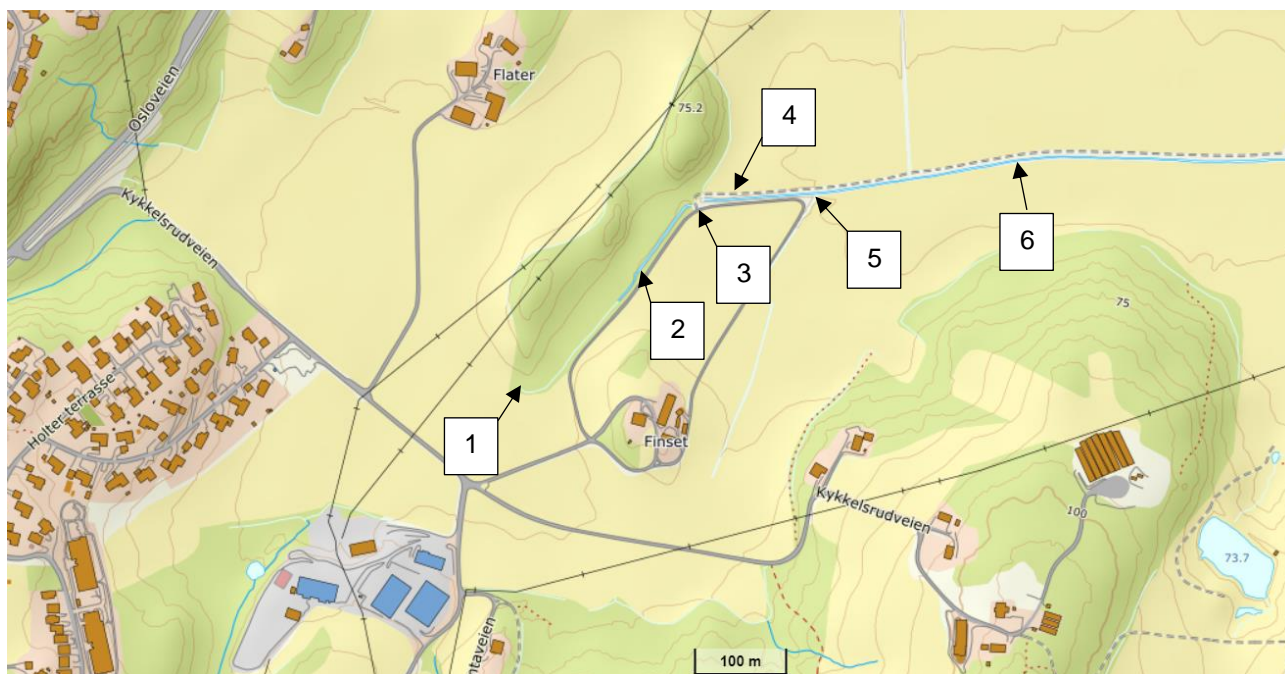
Storgrava er en kunstig bekk som er preget av kanalisering. Bekken ble etablert for ca. 170 år siden ved sprengning og graving langs traseen for å drenere myrområdene på hver side. Flyfoto fra 1956 (Norgebilder, se Figur 2) viser at bekkens trasé har stort sett vært uforandret siden dette bildet ble tatt.



Figur 2. Flyfoto av området ved Storgrava fra 2023 og 1956 (Norgebilder)

## Beskrivelse av delstrekninger

### Fra Kykkelsrudveien forbi fjellknausen ved Finset



Figur 3. Øvre del av strekningen. Bilder fra punktene er vist i figur 4, 5 og 6.

Langs øvre del av befaringstrekingen løper Storgrava forbi en fjellknaus ved Finset. Det er tett vegetasjon på nord-vestsiden av bekkens, og grusvei på sør-østsiden av bekkens. Ved høyresvingen får bekkens tilsig fra et drensør fra sør. Utrasing langs nordlig bredd.



Videre nedover går det en grusvei på nordsiden av bekken. Herfra og 2,3 km til Bakker Bru er det minimalt med kantvegetasjon.



Figur 4. Venstre (1): utløp av rør (drenasje fra jordene?), og høyre (2): bekkeløpet nedstrøms.



Figur 5: Venstre (3): utrasing langs nordsiden av bekken forårsaket av yttersving og drenerør, og høyre (4): starten på den kanaliserte strekningen med grusvei på nordsiden av bekken og jorder på sørsiden.





Figur 6. Venstre (5): nylig vedlikeholdt grøft på sørsiden av bekken, og høyre (6): tre midt i bekkeløpet skaper erosjon langs nordlig bredd

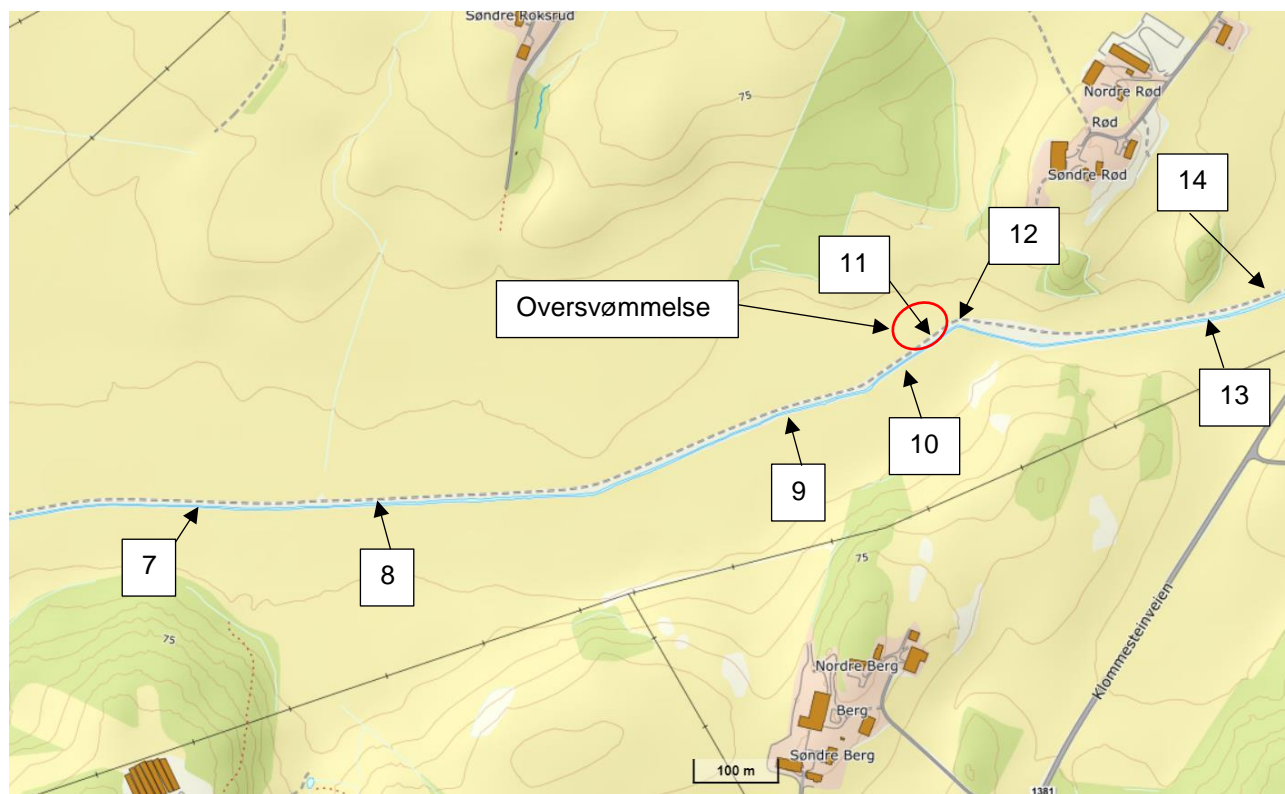
### Spesielle utfordringer

- Ikke registrert spesielle utfordringer langs denne strekningen.
- Grunneier ønsker å senke bekkeløpet med ca. 0,5 m for å forbedre drenasje av jordene (nye drenerør trenger tilstrekkelig fall inn mot bekken).
- Tre midt i bekkeløpet skaper erosjon langs nordlig bredd
- Masser langs bekken består av leire og er spesielt utsatt for erosjon i svinger og utløp av drenerør

### Mulige tiltak

- Kan skogområdene på nordvestsiden av bekken benyttes til fordrøyningsbasseng?
- Erosjonssikring av bekkeløpet i yttersving (3)
- Tre midt i bekkeløpet bør fjernes
- Utsetting av store runde elvestein kan skape mer variasjon i bekkeløpet (bør vurderes av miljø)
- Egnede beplantning for rensing av avrenningsvann fra dyrket mark (bør vurderes av miljø)
- Noen klynger med trær kan skape et mer estetisk miljø (bør vurderes av landskapsarkitekt)

## Fra Finset til Rød



Figur 7. Midtre del av strekningen. Bilder fra punktene er vist i figur 8, 9, 10 og 11.



Figur 8. Venstre (7): Tre i bekkeløpet fører til erosjon, høyre (8): Utløp fra drenerør





Figur 9. Venstre (9): Siv i bekkeløpet, og høyre (10): bekkeløpet



Figur 10. Venstre (11): Strekningen der det var tegn til oversvømmelse, og høyre (12): høyre sving



Figur 11. Venstre (13): Utløp fra drenerør, og høyre (14): Bekkeløpet



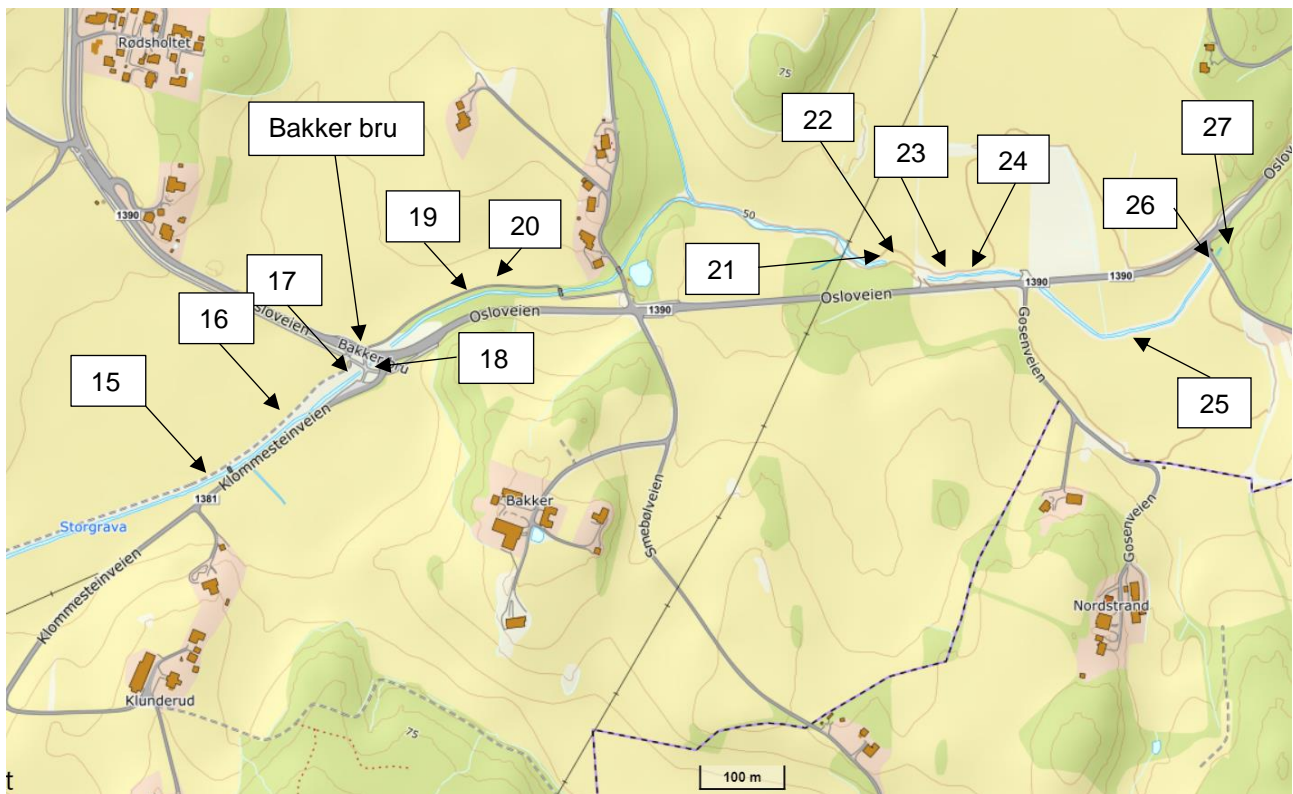
## Spesielle utfordringer

- Masser langs bekken består av leire og er spesielt utsatt for erosjon i svinger og utløp av drenerør
- Bratte bekkekanter

## Mulige tiltak

- Slakere bekkekanter
- Utsetting av store runde elvestein kan skape mer variasjon i bekkeløpet (bør vurderes av miljø)
- Noen klynger med trær kan skape et mer estetisk miljø (bør vurderes av landskapsarkitekt)
- Erosjonssikring av utløpsrør fra drenering
- Opprensning av korn fra dyrket mark som har blitt dratt ut i bekken etter oversvømmelse

## **Fra Rød til Sørbråtenveien**



Figur 12. Nedre del av strekningen. Bilder fra punktene er vist i figur 13, 14, 15, 16, 17, 18 og 19.



Figur 13. Venstre (15): Strekningen oppstrøms Bakker bru, med tegn til oversvømmelse, og høyre (16): mye vegetasjon i bekkeløpet.



Figur 14. Venstre (17): Innløp til kulvert under krysset ved Bakker bru, og høyre (18): kulvert (del 2) under Bakker bru.





Figur 15. Venstre (19): Veltet tre og utløp fra antatt drensledning. Høyre (20): Tett vegetasjon av trær i bekkekant



Figur 16. Venstre (21) bekken har gravd seg ut ved østlig bredd. Høyre (22): Kulverter sett nedstrøms

Der bekken går langs østsiden av Østliveien er det etablert en gresskledd buffersone på ca. 6 m mellom bekkekant og dyrket mark på østlig bredd (markert med rødt i Figur 16).



Oppdragsgiver: PURA

Oppdragsnr.: 52308656 Dokumentnr.: HYD\_52308656



Figur 17. Venstre (23): Tre i bekkekant som har lagt seg ut i bekkeløpet. Høyre (24): Tre tett på bekkekant



Figur 18. (25) Venstre: bekkeløp sett oppstrøms. Høyre: Bekkeløp sett nedstrøms



Figur 19. Venstre (26) Kulvert under Sørbråtenveien sett nedstrøms. Høyre (27) Kulvert som fører bekken langs Osloveien sett nedstrøms.



Oppdragsgiver: PURA

Oppdragsnr.: 52308656 Dokumentnr.: HYD\_52308656

## Spesielle utfordringer

- Masser langs bekken består av leire og er spesielt utsatt for erosjon i svinger og utløp av drenerør
- Stedvis små tegn til erosjon/utgraving i yttersvinger
- Kapasitetsutfordringer ved kulvert (27)
- Oversvømmelser på jorder ved (25)

## Mulige tiltak

- Noen klynger med trær kan skape et mer estetisk miljø (bør vurderes av landskapsarkitekt)
- Erosjonssikring av utløpsrør fra drenering
- Enkel erosjonssikring langs kantene for å stabilisere skråninger
- Fjerning / reduksjon av vegetasjon (krypsiv?) i selve bekkeløpet
- Fjerning av trær som har falt over bekken eller står tett inntil bekkeløpet.

B01	2023-11-30	For gjennomgang hos oppdragsgiver	dbfos/frilys	dbfos	dbfos
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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