

## Bioforsk Rapport

Vol. 1 Nr. 78 2006

# Nytt Rusasetvatn

Plan for restaurering av vatnet - Ørland kommune

Håkon Borch  
Bioforsk Jord og miljø





Hovedkontor  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tel.: 64 94 70 00  
Fax: 64 94 70 10  
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø  
Ås  
Frederik A. Dahls vei 20  
Tel.: 64 94 81 00  
Fax: 64 94 81 10  
jord@bioforsk.no

Tittel/Title:
Nytt Rusasetvatn Plan for restaurering av Rusasetvatn - Ørland kommune
Forfatter(e)/Autor(s):
Håkon Borch

Dato/Date:	Tilgjengelighet/Availability:	Prosjekt nr./Project No.:	Arkiv nr./Archive No.:
20.09.2006	Åpen	3599-20	
Rapport nr./Report No.:	ISBN-nr.:	Antall sider/No. of pages:	Antall vedlegg/No. of appendix:
78/2006	82-17-00067-0 978-82-17-00067-9	30	7

Oppdragsgiver/Employer:	Kontaktperson/Contact person:
Ørland kommune i samarbeid med Austråt grunneierlag	Berit Langdahl Andresen

Stikkord/Keywords:	Fagområde/Field of work:
Biotoprestaurering, biologisk mangfold, friluftsliv	Biotoprestaurering,

Sammendrag:
<p>Rusasetvatnet er av Ørland kommune vedtatt restaurert med en vannhøyde 14,8 moh og areal 250 daa. Denne rapporten er en plan for restaureringen av vatnet med detaljert beskrivelse av arbeidet. Dette dokumentet er også anbudsgrunnlag for arbeidet som skal utføres.</p> <p>Denne rapporten bygger på tidligere Jordforskrapport 47/04, reguleringsplan utarbeidet av Lund &amp; Nilsen vedtatt i Ørland kommune august 2005, samt planarbeid utført av grunneierne høsten 2005. Det er gjort grunnundersøkelser og geotekniske stabilitetsberegninger for å sikre at arbeidet kan gjennomføres slik det er beskrevet. Grunnundersøkelsen er gjort i samarbeid med NGU.</p> <p>Arbeidet med å restaurere vannet er delt i to faser; én innledende fase hvor arealet dreneres med tanke på å skape et tilstrekkelig tørt bærelag slik at utgraving av vannbassenget kan gjennomføres. Massene som graves ut skal deponeres lokalt rundt vannet og noe skal brukes til å lage en demning som avgrenser vannets utbredelse mot vest og nord. En del masser skal brukes for å lage øyer i vannet. Utløpet av vannet skal formes som en naturlig bekk med tilrettelegging for fiskevandring og fiskegutting.</p> <p>For å hindre tilslamming av Reitanbekken/Balsneselva skal det etableres en fangdam i elveløpet. Nedstrøms fangdammen skal elva senkes.</p> <p>Rapporten inneholder også et miljøoppfølgingprogram for arbeidet.</p>

Land/fylke:	Norge / Sør-Trøndelag
Kommune:	Ørland
Sted/Lokalitet:	Rusasetvatnet

Ansvarlig leder/Responsible leader

Prosjektleder/Project leader

Lillian Øygarden

Håkon Borch

# Innhold

1.	Innledning.....	4
1.1	Bakgrunn .....	4
1.2	Planforutsetninger for det nye Rusasetvatnet.....	5
2.	Grunnundersøkelser ved Rusasetvatnet .....	6
2.1.1	Kvartærgeologi .....	6
2.1.2	Bakgrunn om Kvikkleire.....	6
2.1.3	Litt om bruk av geofysiske målinger .....	6
2.2	Metode.....	6
2.3	Resultat av geofysiske målinger .....	7
2.3.1	Tolkning av resistivitetmålinger sammen med jordprøver .....	9
2.3.2	Geoteknisk belastning og risiko for ustabilitet .....	10
2.3.3	Andre faktorer som påvirker bæreevnen .....	11
2.4	Oppsummering av grunnundersøkelser .....	11
3.	Plan for nytt Rusasetvatn .....	12
3.1	Utforming av vannarealet .....	12
3.1.1	Volumberegninger av masseuttak.....	13
3.1.2	Jordkvalitet av masseuttak .....	15
3.2	Områdene rundt vannet .....	16
3.2.1	Badeplass.....	16
3.2.2	Stier og tilrettelegging for friluftsliv .....	17
3.2.3	Tilrettelegging for vilt og biologisk mangfold .....	17
3.2.4	Nytt elveløp.....	17
3.2.5	Fangdam.....	18
3.3	Demning.....	18
3.3.1	Konstruksjon.....	18
3.3.2	Overløp og fiskevandring .....	18
3.4	Nedbørfelt og vannkvalitet .....	19
4.	Utbyggingsetapper og gjennomføring.....	21
4.1	Gjennomføring .....	21
4.1.1	Delprosjekt 1 .....	21
4.1.2	Delprosjekt 2 .....	23
5.	Miljøoppfølgingsprogram.....	24
5.1	Strategier .....	24
5.2	Programmets status .....	24
5.3	Førende dokumenter.....	24
5.3.1	Plan- og bygningsloven.....	24
5.3.2	Lov om kommunehelsetjenesten.....	25
5.3.3	Forurensningsloven .....	25
5.3.4	Produktkontrollloven.....	25
5.3.5	Internkontrollforskriften .....	25
5.3.6	Byggeforskriften .....	25
5.3.7	Byggherreforskriften .....	25
5.3.8	Forskrifter for håndtering av eksplosjonsfarlig stoff .....	25
5.3.9	Kommunale planer.....	25
5.3.10	Kulturminneloven .....	26
5.4	Sikkerhet og beredskap.....	26
5.4.1	Tiltak sikkerhet og beredskap .....	26
5.5	Landskap .....	26
5.5.1	Tiltak landskap .....	26
5.6	Kulturminner .....	27
5.6.1	Tiltak kulturminner .....	27
5.7	Naturmiljø .....	27
5.7.1	Tiltak naturmiljø.....	27
5.8	Vannmiljø .....	27
5.8.1	Sedimentasjonsdam .....	27
5.8.2	Avrenning fra midlertidige massedeponi og fra anleggsområdet.....	28
5.8.3	Tiltak vannmiljø.....	28
5.9	Geoteknisk stabilitet.....	28
6.	Referanser .....	29
7.	Vedlegg.....	30

# Forord

---

Rusasetvatnet er av Ørland kommune vedtatt restaurert med en vannhøyde 14,8 moh og areal på 250 daa. Denne rapporten er en plan for restaureringen av vatnet med detaljert beskrivelse av arbeidet. Dette dokumentet er også anbudsgrunnlag for arbeidet som skal utføres.

Som naturrestaureringsprosjekt av en vannbiotop vil restaureringen av Rusasetvatnet være et av de største som er gjennomført i Norge. Det har vært en stor glede å få lov til å delta i planleggingen av det nye Rusasetvatnet. Bak en slik planlegging ligger det et langt forarbeid og rapporten bygger på en reke tidligere arbeider om Rusasetvatnet. Spesielt bør nevnes Jordforskrapport 47/04, reguleringsplan utarbeidet av Lund & Nilsen vedtatt i Ørland kommune august 2005, samt planarbeid utført av grunneierne høsten 2005. Det er lagt stor vekt på grunneiernes innspill for utformingen av området.

Det er gjort grunnundersøkelser og geotekniske stabilitetsberegninger for å sikre at arbeidet kan gjennomføres slik det er beskrevet. Grunnundersøkelsen er gjort ved å måle elektrisk resistivitet i grunnen. Arbeidet er utført i samarbeid med NGU og tolkningen av data er utført av Helen French ved Bioforsk Jord og miljø.

Det er gjort geotekniske beregninger på stabilitet i grunnen for å finne ut om det er risiko for utrasing eller ustabilitet ved opplagring av masser. Disse beregningene er utført av Nils Otto Kitterød ved Bioforsk Jord og miljø i samarbeid med Elisabeth Gundersen ved Universitetet i Oslo.

Ås den 6.10.2006

Håkon Borch

# 1. Innledning

---

## 1.1 Bakgrunn

Rusasetvatnet inngår i Dalaelvvassdraget og er Ørland kommunes største vann. Rusasetvatnet er pr i dag uttappet, med en liten rest igjen. For å gi en introduksjon til prosjektet med å reetablere Rusasetvatnet vil vi her oppsummere litt av historien rundt Rusasetvatnet.

Vannet har en historie som startet med oppdemninger så tidlig som 1600-tallet. Oppdemningen ble gjort for møllevirksomhet, og senere som drikkevannskilde. Gamle kart (1800 tallet) viser at vannhøyden på det høyeste lå rundt 15,8 moh, men det var bare som midlertidig magasinering av vann. På somrene ble vannet senket slik at deler av arealet ble brukt til beite. Denne reguleringen sammen med et aktivt beite begrenset vannvegetasjonen.

Under krigen laget tyskerne ny demning og forbygninger for å sikre en fastere vannhøyde som ble lagt til 15,8 moh. Dette var for å skaffe en bedre drikkevannsforsyning til Ørland flystasjon, samt til kommunens innbyggere. Vannets utbredelse dekket da ca 414 daa, og årstidsvariasjonene i vannhøyde opphørte. Stabilere vannstand ga grunnlag for en kraftigere vannvegetasjon.

Den kraftigere vannvegetasjonen som utviklet seg etter krigen, sammen med økt avrenning fra landbruk og spredt avløp gjorde sjøen til en interessant fuglebiotop. Vannet var derfor med i verneplan for våtmark på slutten av 1970 tallet.

I 1981 opphørte kommunens bruk av vannet som drikkevannskilde

I 1983 ble demningen fjernet samtidig som Stamselva ble kanalisert. Vannhøyden ble da ca 14,8 moh og vannets utbredelse minket til ca 278 daa.

I 1989 ble Rusasetvatnet ytterligere senket 30 cm gjennom senkningsarbeider i Stamselva og Reitanbekken og vannets størrelse var ca 100 daa etter arbeidet. I 1995 ble økonomisk kartverk revidert og areal med vannflate er da 85 daa.

I 1997 ble Reitanbekken kanalisert ved å lede Reitanbekken i en kanal vest for det som var igjen av vannet. Dette reduserte vanngjennomstrømningen og senket vannivået. I september 1998 er vannet nesten borte og areal med åpent vannspeil er redusert til 17 daa.

Det ble startet en planprosess i 1997/98 som ledet frem til et planforslag om å etablere et nytt vann delvis ved utgraving på 14,4 moh.

Ved behandling i Ørlands kommunes komité for næring, drift og kultur høsten 2003 ble det vedtatt at vannet skulle tilbakeføres til høyden 15,8 med et forbehold om negative konsekvenser for landbruksdrift.

Jordforsk laget på oppdrag for Ørland kommune en utredning som så på ulike scenarier for vannstandsending i Rusasetvatnet, og virkninger for landbruket. Det ble her foreslått å begrense vannet mot vest og nord ved en demning som et avbøtende tiltak (Borch & Hauge 2004).

En reguleringsplan ble utarbeidet av Lund & Nilsen i 2005 og vedtatt i Ørlandet kommune august 2005. Arealene ble her regulert og Rusasetvatnet skal reetableres med en demning mot vest og med en minimumsvannstand på 14,8 med mulighet til å heve til 15,3 dersom grunneierne ønsker det.

Høsten 2005 har det vært et aktivt planarbeid i regi av grunneierlaget og kommunen hvor grunneierne sammen med kommunen har laget en plan for hvordan man ønsker videre utvikling av vannet og områdene rundt. Dette arbeidet har vært meget positivt for å få saken Rusasetvatnet ut av et mer eller mindre konfliktfylt felt over til en positiv "vi drar sammen" stemning. Flere bruksinteresser er gjennom dette arbeidet ivaretatt. Omforente målsetningene for et fremtidig Rusasetvatn er:

- restaureringen av vannet skal ta hensyn til jordbrukets eksisterende drift i området (hydrotekniske anlegg),
- det biologisk mangfold skal tas vare på
- tiltaket skal bidra til et rikt kulturlandskap,
- skal være et bidrag til friluftslivet for kommunens innbyggere, inkludert bademuligheter
- skal ta hensyn til jaktinteressene i området
- skal gi mulighet for sjørøretfiske.

Planene vil når de blir gjennomført gjøre at Rusasetvatnet vil få stor betydning for Ørlandet som friluftsområdet. Rusasetvatnet har også en beliggenheten i trekkleia for mange trekkfugler. Området vil brukes av trekkfugler når Grandefjæra blir for værhardt, og vil få en funksjon i samspill med Ramsarområdet.

Høsten 2005 ble det avholdt møter med NVE, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Fylkeskommunen, Ørland kommune og Jordforsk hvor finansieringen av arbeidet ble diskutert. Det ble uttrykt en klar vilje fra alle parter om å arbeide for å få på plass en finansiering. Det ble imidlertid klart at dette ikke er umiddelbart enkelt, og det er derfor i dette planarbeidet gjort grep for å redusere totalkostnaden b.a. ved å redusere behov for uttransportering av masser ved å bruke lokale arealer til massedeponering og å redusere vannnybden noe i deler av sjøen. Finansieringen er foreløpig ikke avklart.

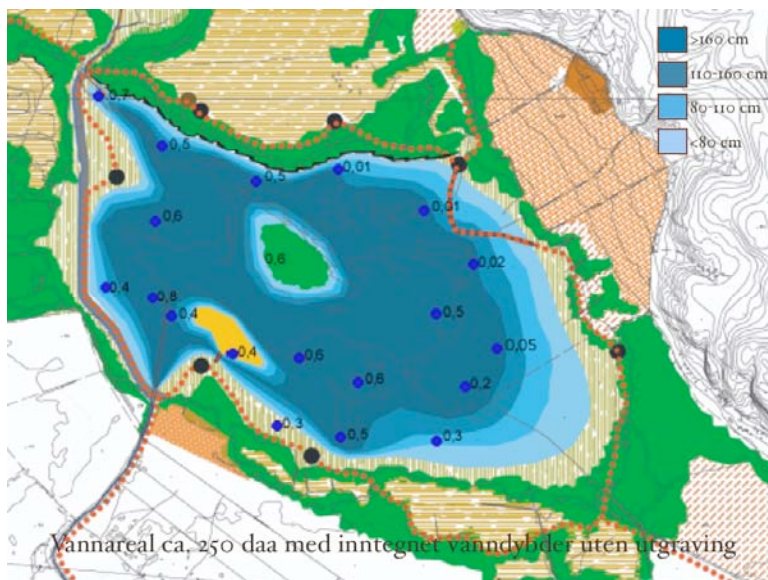
## 1.2 Planforutsetninger for det nye Rusasetvatnet

Det er definert noen rammer for det nye vannet:

- Vannet skal ved uttrauing og masseflyttinger opparbeides til et framtidig vannspeil med totalareal på ca 250 daa og vannhøyde 14,8. (Vannspeilet størrelse kan økes til 300 daa og vannhøyde 15,3 dersom grunneierne ønsker det.)
- En større del av vatnet skal ha en dybde på minimum 1,6 meter.
- Det skal bygges en demning langs vannets vestside, nordover fra den gamle utløpsdemningen i Stamselva. Reitanbekken legges dermed utenom demningen for å hindre at grunnvannet heves mot nord og skader dyrket mark.
- Landskapsarkitekt Lunde & Nilsen har utarbeidet reguleringsplan med tilhørende illustrasjonsplan om er fulgt opp i hovedtrekk i denne planen. Illustrasjonsplanen er gjengitt i figur 1.

Andre forutsetninger for arbeidet har vært:

- grunnundersøkelse ved hjelp av stikkprøver og resistivitetsmålinger om massekvalitetene i området.
- grunneiernes arealbruksplan utarbeidet høsten 2005.



Figur 1 viser en foreløpig skisse utarbeidet av landskapsarkitekt Lunde & Nilsen i 2005 i forbindelse med reguleringsplanen for Rusasetvatnet. Utformingen av vannet er ikke bestemt, men ved dette tenkte scenariet er det lagt på dybder uten uttrauing av vannflaten. Illustrasjonen viser at det er relativt mye masseflytting som skal til for å skape det tenkte vannet.

## 2. Grunnundersøkelser ved Rusasetvatnet

---

I forbindelse med planarbeidet har Bioforsk Jord og miljø i samarbeid med NGU gjort grunnundersøkelser i området. I forbindelse med reetableringen av vannet er det valgt å forsøke å etablere vannet med en uttrauing av landskapet slik at vannet kan etableres med lavest mulig vannstand, samtidig som vannet får tilstrekkelig dybde til å oppfylle brukerinteressene knyttet til vannet. Ved en slik uttrauing vil det være nødvendig med en betydelig massetransport, delvis ut av området, og delvis internt i området. Av kostnadshensyn vil det være ønskelig å kunne bruke tunge maskiner som f.eks. bulldoser. Kravet til bæreevne i grunnen er derfor stor, og det har derfor vært viktig å kartlegge grunnforholdene.

### 2.1.1 Kvantærgeologi

Området har dype marine avsetninger dominert av siltig finsand med en del leire, men også områder og lag som har blitt vasket i strandsonen under landheving slik at det er sjikt med grovere sand/grus. Den siltige finsanden har også ikke ubetydelig innslag av skjellfragmenter. En del større stein ligger innblandet i massene i hele området. Området er svært flatt, og grunnvannet står høyt da det er liten permeabilitet i massene, høy kapilærtransport og vannet drenerer horisontalt ut. Grunnvannstand ligger litt varierende rundt 14 moh.

### 2.1.2 Bakgrunn om Kvikkleire

Kvikkleire kan dannes av en naturlig marin leire ved å redusere saltinnholdet i leirens porevann fra det opprinnelige 20-30 g salt pr. liter ned til ca. 1 g. salt pr. liter. Ved denne saltreduksjon endres leirens mekaniske egenskaper. En kvikkleire som blir belastet til brudd og deretter omrørt, vil bli fullstendig tyntflytende som en velling eller tynn suppe. Dette kan forklares ved at saltholdig vann i leire binder leirpartiklene sammen, når saltet vaskes ut, svekkes disse bindingskreftene uten at leiren endrer sitt vanninnhold. Kvikkleire tåler stort trykk i vertikal retning, men ved horisontal påvirkning klapper partikkelstrukturen sammen og leirpartiklene flyter i frigjort vann. Resultatet blir kvikkleireskred.

Ved graving i kvikkleire er det umulig å forutsi noen forsvarlig helling på grøfteveggen uten å kjenne til de stedlige forhold. Kvikkleire kan rase ut selv med små gravedybder.

### 2.1.3 Litt om bruk av geofysiske målinger

Geofysiske måleteknikker kan benyttes for å undersøke ulike egenskaper ved jord og fjell. I denne undersøkelsen ble det valgt å bruke resistivitetmålinger, dvs. at man måler elektrisk ledningsevne/motstand i grunnen. Elektriske målinger baserer seg på at jord med ulik sammensetning og vanninnhold har ulik elektrisk ledningsevne. Faktorer som gir redusert elektrisk resistivitet er innhold av leire, vanninnhold og saltkonsentrasjon i vann. Bruk av elektriske resistivitetmålinger for kartlegging av potensielle kvikkleireforekomster i områder med marin leire er dokumentert av flere (Andersson-Sköld, m.fl., 2005; Dehls, 2005). Fordelen med metoden er at man får kontinuerlige målinger over et større område, noe man ikke får ved stikkprøver og tradisjonelle borer. Ved bruk av denne metoden kan man finne områder der man eventuelt bør gjøre grundige undersøkelser. De elektriske resistivitetsverdiene kan ikke direkte omsettes i for eksempel saltinnhold eller leirinnhold men må tolkes sammen med annen grunnlags informasjon som jordprøver og geologiske kart.

## 2.2 Metode

Utstyret som ble benyttet (Abem) består av kabler med elektrodeutlegg for hver 5. meter, og et instrument som setter på et elektrisk strømfelt mellom spesifiserte elektroder og måler spenningsfeltet som oppstår i jorda. Spenningsignalene som leses av må tolkes ved bruk av programvare (Res2Dinv) som modellerer sannsynlige elektriske resistivitets verdier i vertikale

profil langs linjene der man utfører undersøkelsen, et slags røntgenbilde av grunnen. Det ble utført elektriske resistivitets målinger langs 4 profil i Rusasetvatnet (figur 2).

Profil 1: fra nord mot sør, 600m.

Profil 2: fra øst mot vest, 500m

Profil 3: fra øst mot vest , 400m

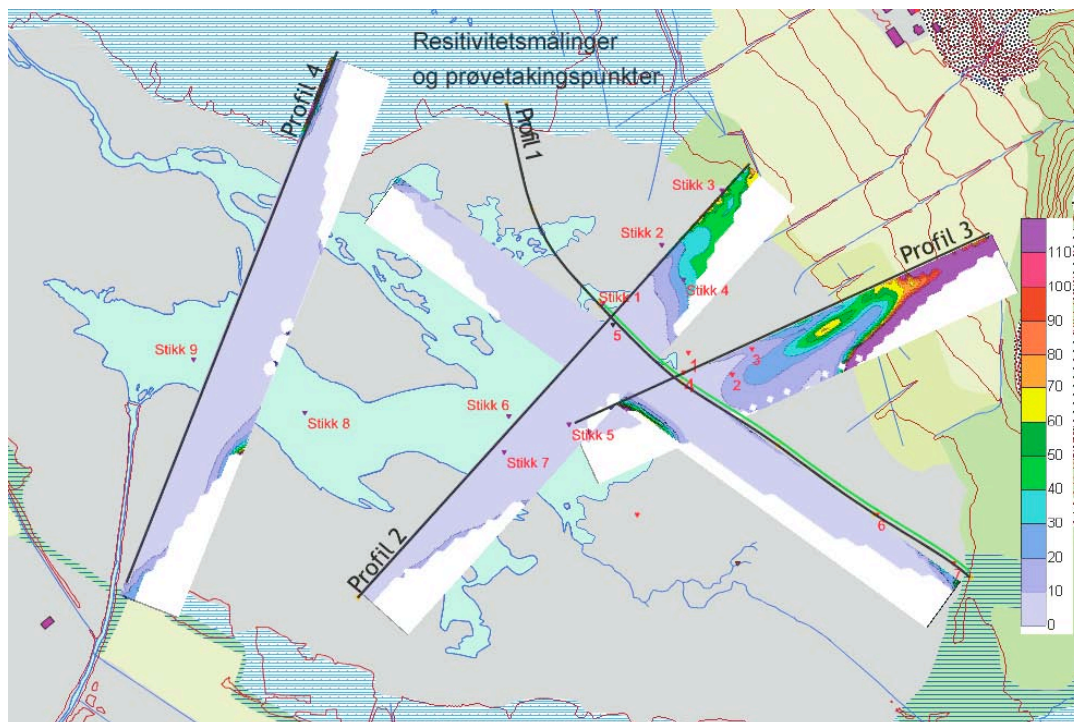
Profil 4: fra sørvest mot nordøst, 500 m

Den vertikale utstrekningen var ca. 59 m

I denne undersøkelsen ble det tatt stikkprøver med jordbor i dybde fra 2 til 5 meter av jorda langs linjene der målingene ble utført, i disse ble det målt elektrisk ledningsevne i porevannet som gjenspeiler innholdet av salt i jorda. De målte verdiene av prøvene ble sammenholdt med resistivitetsmålingene. Innholdet av silt og leire ble vurdert skjønnsmessig. Forekomst av lagdeling og blokker av stein ble notert.

## 2.3 Resultat av geofysiske målinger

Målelinjene er tegnet inn på figur 2, og en visuell presentasjon av resultatene er lagt inn geografisk riktig under hver linje.



Figur 2: Kartet viser hvor resistivitetsmålingene er gjort, og grafene av måleresultatene er lagt inn på bildet. De røde trekkanter (nummerert) er steder der det ble gjort jordboringer.

De geofysiske grunnundersøkelsene ble utført 10-12 mai 2006 av NGU og Bioforsk Jord og miljø. Da undersøkelsene ble utført var jorda stort sett grunnvannsmettet opp over hele arealet, bortsett fra skråningene i nordøst, dvs. at grunnvannsoverflaten lå på samme nivå eller rett under jordoverflaten. Resistivetsprofilene er vist i figur 3. I følge erfaringer fra kvikkleire undersøkelser i Trondheimsområdet (Inger Lise Solberg, stipendiat ved NTNU) hadde sonene med kvikkleire i dette området en elektrisk resistivitet på ca. 10-70 Ohmm.

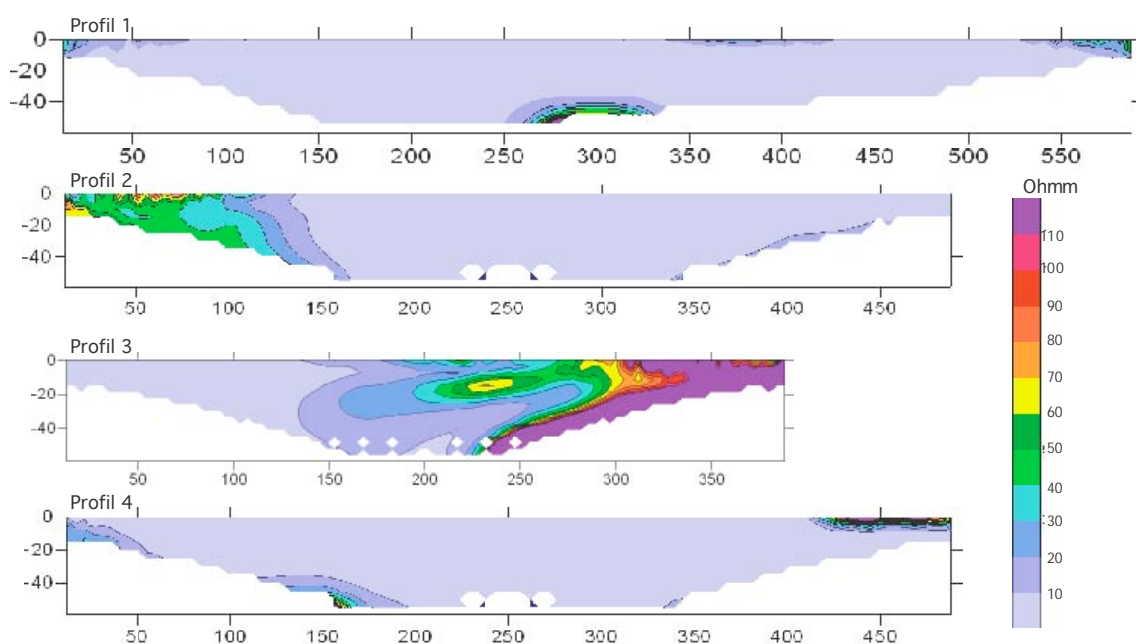
Profil 1 viser homogene lag ned til 40 meters dyp. Økt resistivitet i starten av profilet i overflaten er torvlaget ved Hammermyra. Midt i profilet vises en økt resistivitet dypere enn 40 meter. Dette kan være andre grunnfjell eller en grusavsetning. På slutten av profilet kommer det endrede verdier i overflaten som gjenspeiler økt avstand til grunnvann og strandavsetninger med mer innslag av stein og grus.



Profil 2 strekker seg fra nedenfor jordene til Rusaset gård og utover i Rusasetvatnet. Profilen viser en økt resistivitet de første 150 meterne. Jordboringene viste et topplag med organisk sjikt og grov grus i starten av profilet som indikerer sorterte masser med en strandavsetning som er delvis tildekket av organisk dominerte innsjøsedimenter. Ved stikk 4 var dominert massene av siltig finsand med noe leire ned til 2,5 meter. En del store steiner i massene gjorde det vanskelig å komme dypere.

Profil 3 strekker seg fra midt i Rusasetvatnet og oppover jordet til Rusaset gård. Resistivitetene viser lommer av endrede massekvaliteter fra 150 til ca 350 meter i profilet. Dette kan være avsetninger fra utløpet av bekkene/breelv som har rent ut ved dette området. Det kan imidlertid også være grunnvannsutstrømningen som har fjernet salt i leiravsetningene. De høyeste verdiene over 110 Ohmm er sannsynlig berggrunnen.

Profil 4 er lagt i området over den tiltenkte dammen og starter ved den gamle demningen og går over til Hammermyra. Målingene viser homogene masser. Jordboringene fra de øverste lagene viser siltig leir med en del steinblokker i massene.



Figur 3: Resistivetsmålingene gjengitt som vertikale profiler. X og y akse i meter.

Undersøkelsene ved Rusasetvatnet viste at vi har høye resistivetsverdier i randsonen mot skråningene mot nordøst, men som beskrevet over kan flere kombinasjoner av jordsammensetning, vanninnhold og saltinnhold gi samme elektriske resistivitet. Områdene som kan være usikre ut i fra en direkte tolking av resistivetsverdier med hensyn på kvikkleire er merket på figur 4, og ligger langs randen av Rusasetvatnet, i østre del av profil 2 og 3.

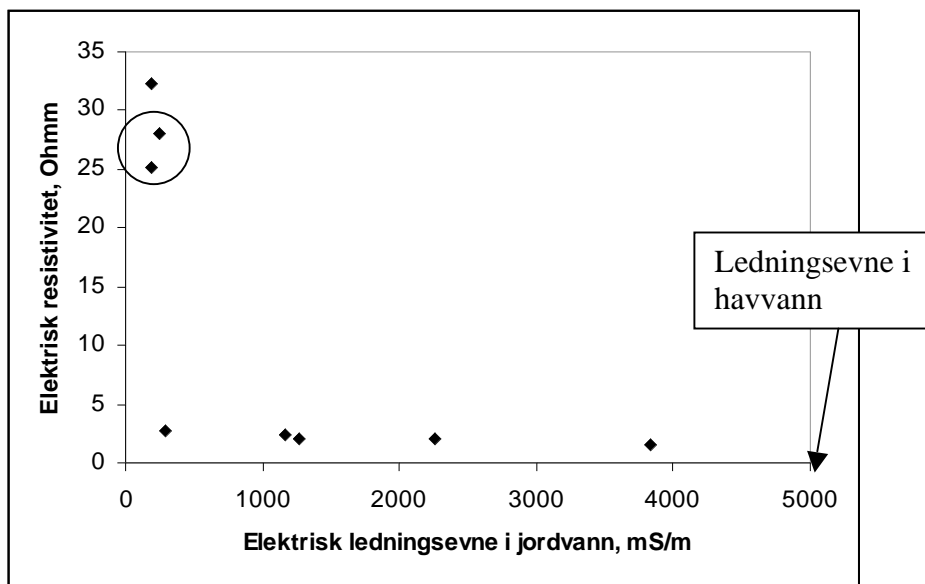
I profil 3 kan det se ut som utformingen av områdene med resistivetsverdier mellom 10 og 70 Ohm, kan skyldes utvasking med grunnvann tilført fra sidearealene nordøst for Rusasetvatnet. Ved Rusasetgården kommer det flere småbekker, og hydrologisk strømming av grunnvannsprofilet være en sone langs kanten av det gamle Rusasetvannet nedenfor Rusaset gård som vil være mer utsatt for utvasking av salt i leirmassene. Deler av det bildet som tegner seg skyldes høyst sannsynlig strandpåvirkning og bølge- og elvesorterte masser, spesielt i de øvre lagene. Innslagene av grovere jordmasser gir også en relativt god vanngjennomstrømming i disse områdene og dermed utvasking av salt i massene utenfor. Det kan se ut som det derfor er risiko for kvikkleire i dette området.

Den nordlige delen av profil 1 og det nordøstre hjørne av profil 4 sammenfaller med myrområdet som kan sees på overflatekart, og økningen i elektrisk resistivitet skyldes økt innhold av organisk materiale og ikke utvasking av salt.

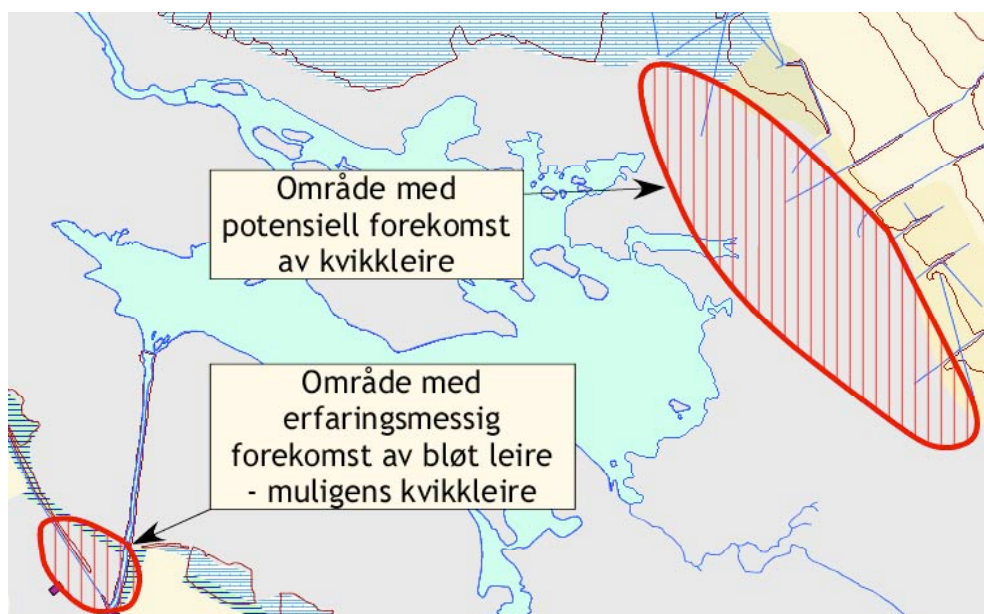
I figur 5 er det tegnet inn områder som potensielt vurderes som usikre med tanke på kvikkleire. Det er derfor ikke lagt opp til uttrauing av noe særlig omfang i dette området. Entreprenører må ved anleggsarbeidet være seg bevist risikoen med tunge maskiner i dette området.

### 2.3.1 Tolkning av resistivitetsmålinger sammen med jordprøver

Målinger av elektrisk ledningsevne (WET sensor, Delta-T) i porevannet fra jordprøvene som er tatt ved Rusasetvatnet viser at de har saltkonsentrasjoner fra ca. 12 g/l til om lag 1 g/l (grovt regnet ut i fra den målte ledningsevnen). Prøvene med lavest elektrisk ledningsevne i porevannet, og dermed lavest saltinnhold er tatt ved Stikk 2, markert i figur 2. Her kan man ikke utelukke forekomst av kvikkleire. Det ble flere steder funnet linser av grus og stein nedover i jorda, noe som gjorde det umulig å ta dypere prøver enn ned til ca. 5m dyp. Innslag av grus og stein kan være med på å stabilisere grunnen.



Figur 4. Elektrisk resistivitet ut fra profiltolkninger mot ledningsevne i jordas porevann målt ved enkeltlokaliteter i profiler målt i Rusasetvatnet. Punkter som kan ligge innen faresonen når det gjelder forekomst av kvikkleire er markert med ring rundt.



Figur 5 viser med rød skravur hvor det kan være usikkerhet med hensyn på kvikkleire.

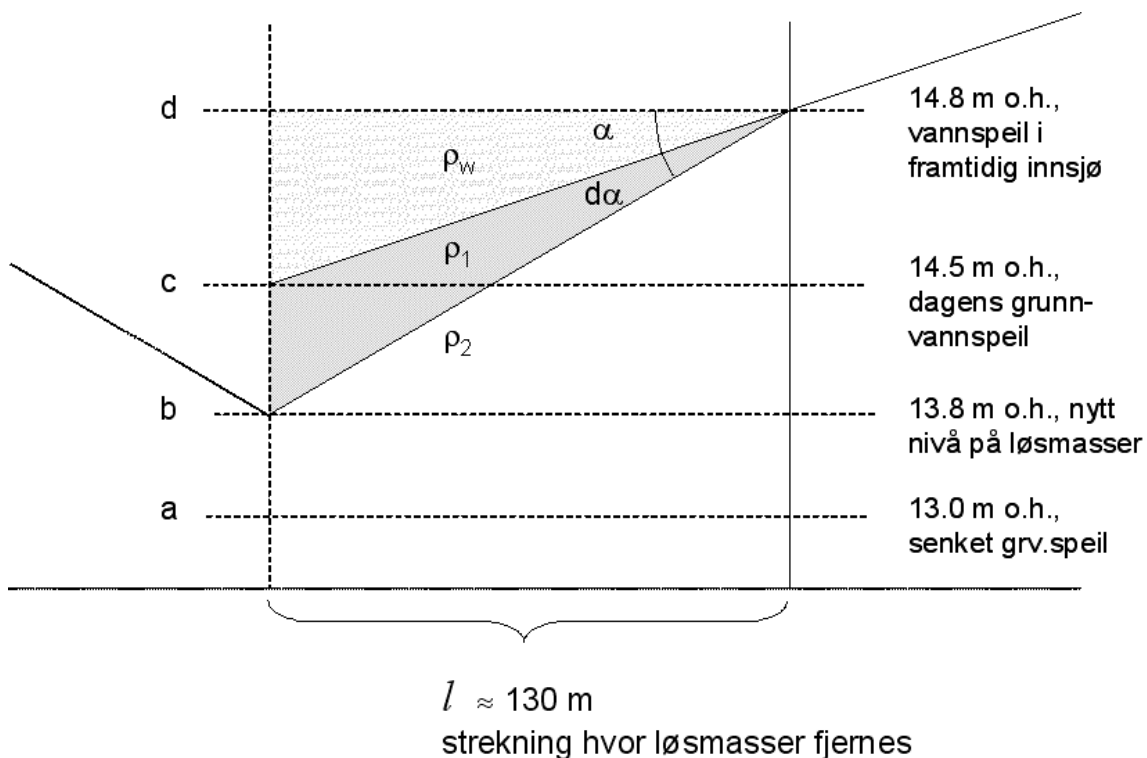
### 2.3.2 Geoteknisk belastning og risiko for ustabilitet

I skråningen opp mot Rusaset gård er det muligens usikre grunnforhold. Utgraving av masser nedenfor skråningen samt opplagring av masser i området kan derfor potensielt innebære en risiko for utrasing og ustabilitet. Det er derfor gjort geotekniske beregninger av stabilitet og anbefalt maksimal last ved opplagring av masser i området. Beregningene er mer detaljert gjennomgått i vedlegg 7.

En prinsippskisse for fjerning av løsmasser er vist i figur 6. Innsatt for de nivåene som er for terrengoverflater i dette tilfellet, får vi en hellingsvinkel på dagens terreng på ca.  $0.13^\circ$ . Fremtidig helling på løsmassene vil bli ca.  $0.44^\circ$ . Med de friksjonsvinklene som er oppgitt i Janbu (1970), og med de opplysninger om at det mest sannsynlig er siltige løsmasser, men at det potensielt kan være kvikkleire i området, vil det ikke være noen fare for at terrenget vil rase ut verken under anleggsperioden eller etter at den nye innsjøen er etablert.

De verdiene som er brukt for skjærfasthet og friksjonsvinkler for å finne bruddpunktet hvor massene kan rase ut ligger langt utenfor det vi kan vente, og beregningene må derfor betraktes som "verste-tilfelle-beregninger".

Ser vi bort fra kohesjonskreftene vil løsmassene tåle belastningene på opp til  $4.5 \text{ tonn/m}^2$  ved opplagring av jordmasser. Hvis løsmassene som skal legges på nede ved den framtidige strandkanten har tetthet på ca.  $1.5 \text{ tonn/m}^3$ , vil løsmassene tåle pålagring opptil 3 meter ( $h = (4.5)/1.5 \text{ m}$ ). Vi anbefaler derfor at entreprenøren setter 2,5-3 meter som øvre grense for opplagring av masser i det aktuelle området. Hvis det er nødvendig å legge på mer enn 2,5 til 3 meter skal det foretas geotekniske undersøkelser for å fastslå skjærefastheten av løsmassene i undergrunnen.



Figur 6. Prinsippskisse for fjerning av løsmasser. Mørke grått felt indikerer masser som blir fjernet, mens lysegrått felt indikerer volumet av vann etter oppfylling til nytt vannspeil. Strekningen hvor det fjernes løsmasser tilsvarer ca. 130 m.  $\rho_w$  er tettheten ( $\text{tonn/m}^3$ ) til vann,  $\rho_1$  er udrenert tetthet til løsmasser med dagens grunnvannspeil,  $\rho_2$  er udrenert tetthet til løsmasser med senket grunnvannspeil. Dette tilsvarer tettheten under anleggsperioden, mens etter at innsjøen er på plass, vil  $\rho_2$  tilsvare tettheten for vannmettede løsmasser. Hellingsvinkelen på dagens terreng  $\alpha = 0.13^\circ$ , mens fremtidig helling på terrenget  $\alpha + d\alpha = 0.44^\circ$ .

### 2.3.3 Andre faktorer som påvirker bæreevnen

Vannmettet bløt ikke-komprimert siltig finsand kan være like problematisk som kvikkleire med hensyn på bæreevne og store grunnarbeider som skal gjennomføres. I området er det partier med slik bløt vannmettet siltig finsand, som på grunn av kornfordelingen har svært dårlig bæreevne. De områdene som har svært liten bæreevne er de sentrale delene av Rusasetvatnet, og langs tilførselsbekken fra Rusaset gård. Dette er de lavestliggende delene som antakelig alltid har vært vannmettet og innsjø selv før den første dammen ble bygget på 1600 tallet. I forbindelse med jordboringene var det flere tilfeller hvor grunnforholdene var så bløte at boret enkelt kunne trykkes ned til 2-3 meter med en hånd. Det er imidlertid en god del stein iblandet i massene som vil stabilisere noe. For å kunne arbeide med disse områdene må grunnen dreneres ut slik at det etablerer seg et bedre bærelag.

I de områdene hvor terrenget skal senkes skal det i fase 1 av arbeidet lages åpne grøfter med dybder og tetthet som svarer til dypden som skal traues ut. Ved graving av grøfter i bløt vannmettet siltig finsand er det risiko for at de siger igjen selv med små gravedybder. For å redusere risikoen for dette må de oppgravde massene legges et stykke vekk fra grøftene for å redusere vertikalt trykk på de bløte massene inntil grøftene.

Grunnforholdene i området har lav bæreevne for kjøring med tunge kjøretøy. Det må påregnes å etablere kjøreveier i området for å få transportert massene ut.

## 2.4 Oppsummering av grunnundersøkelser

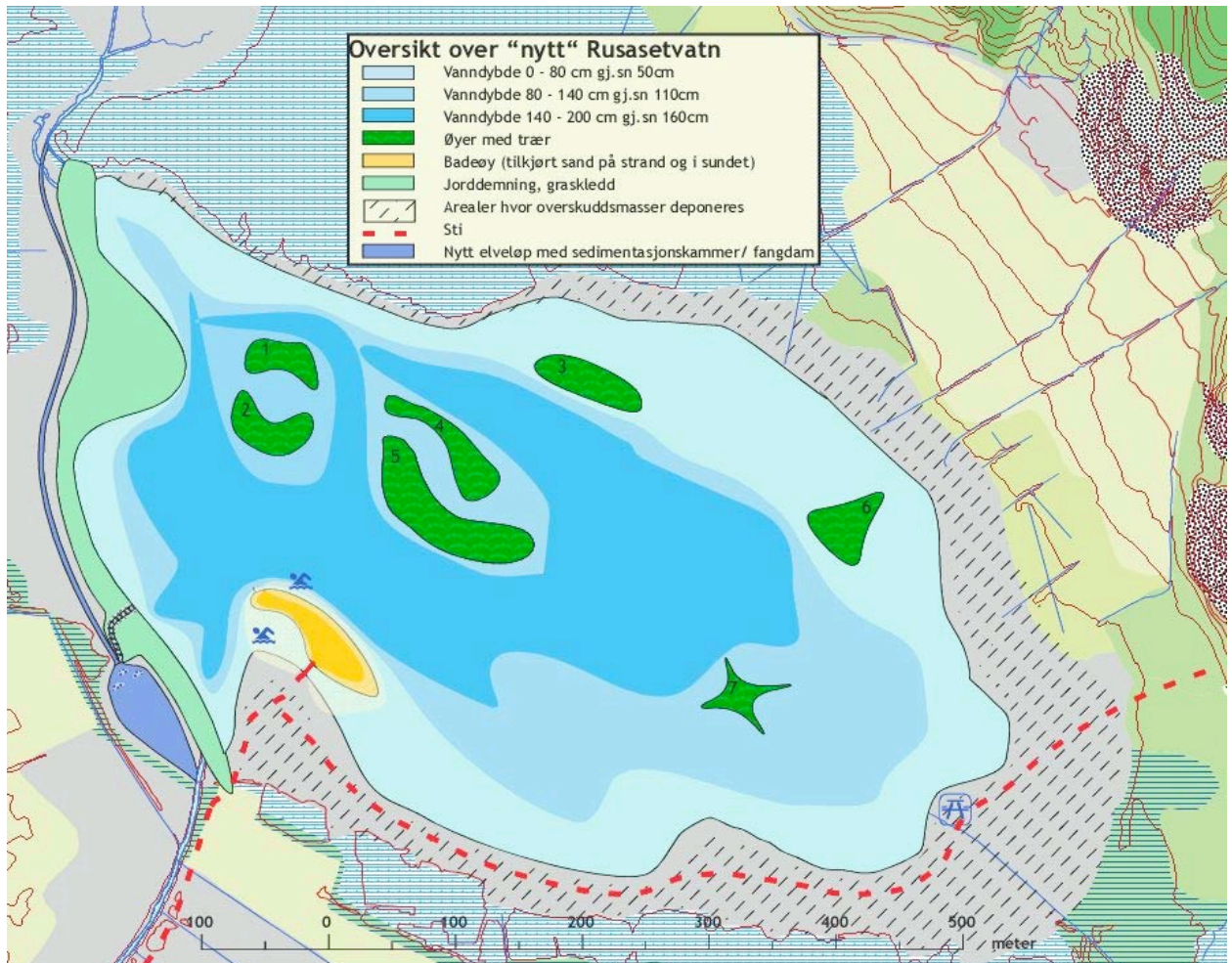
Løsmasseavsetningene i området er relativt homogene ned til minst 40-60 meters dyp og består mest sannsynlig av relativt homogene marine avsetninger av siltig finsand med noe leire, og med en del stein og blokk iblandet.

Det finnes områder langs randen av Rusasetvatnet mot nordøst der vi ikke kan utelukke at det finnes kvikkleire. Det skal derfor ikke opplagres jordmasser i dette området over 3 meter høyde uten at det er gjort undersøkelser av skjærefastheten i undergrunnen.

De lavestliggende områdene har svært bløt vannmettet siltig finsand med noe leire som må dreneres ut med åpne diker.

## 3. Plan for nytt Rusasetvatn

### 3.1 Utforming av vannarealet



Figur 7 viser en oversikt over det nye Rusasetvatnet.

Rusasetvatnet vil ved denne utformingen få et totalareal på 248,5 daa inkludert øyene. Vannarealet blir 230,3 daa. Vannvolum i Rusasetvatnet blir  $\approx 240\,050\text{ m}^3$ , det vil si en gjennomsnittlig dybde på 1,04 meter. Nedbørfeltet reduseres med ca  $3,5\text{ km}^2$  til  $\approx 1,9\text{ km}^2$ . Dette gir en samlet gjennomsnittvannføring ved demningen ut av Rusasetvatn på 52,8 l/s. Flomtopper er beregnet (50-årsflom) til  $\approx 0,48\text{ m}^3/\text{s}$ , mens middelflom (5-års flom) vil ligge på  $0,35\text{ m}^3/\text{s}$ . Gjennomsnittlig oppholdstid i sjøen blir  $\approx 53$  dager.

Det er angitt soner med ulike dybder med følgende spenn;

- 0 - 80 cm, gjennomsnitt 50 cm dyp
- 80 - 140 cm, gjennomsnitt 110 cm dyp
- 140 - 200 cm, gjennomsnitt 160 cm dyp

Det er ikke angitt hvor variasjonen i dybde skal tas ut, da det vil måtte vurderes fortløpende ved arbeidets utførelse basert på massekvaliteter og grunnforholdene. Antakelig blir det lettest å ta ut de største dybder der det skal anlegges åpne dreneringsgrøfter.

Øyene som er merket fra 1 - 7 i figur 7 er utformet med tanke på å skape variasjon og bortgjemte biotoper som vil gi større muligheter for hekkende fugl. Øyene kan under arbeidet legges opp av overskuddsmasser til en høyde opptil maks 16,5 moh (1,7 meter over fremtidig vannspeil) jevnt skrånende mot kanten. Helningsvinkel maksimalt 1:3. Helningsvinkel under

vann skal ikke være brattere en 1:2. Massene vil sette seg slik at øyenes høyde vil reduseres med 20-40 cm (10 - 15%) over tid. Organisk rikt innsjøsediment kan sorteres ut under arbeidet og brukes som topplag for å få god vekst. Hver øy skal beplantes med bjørk/osp og selje med en tetthet på 5 planter pr. daa. Se tabell 1.

*Tabell 1: Arealer for øyene og antall trær som skal plantes*

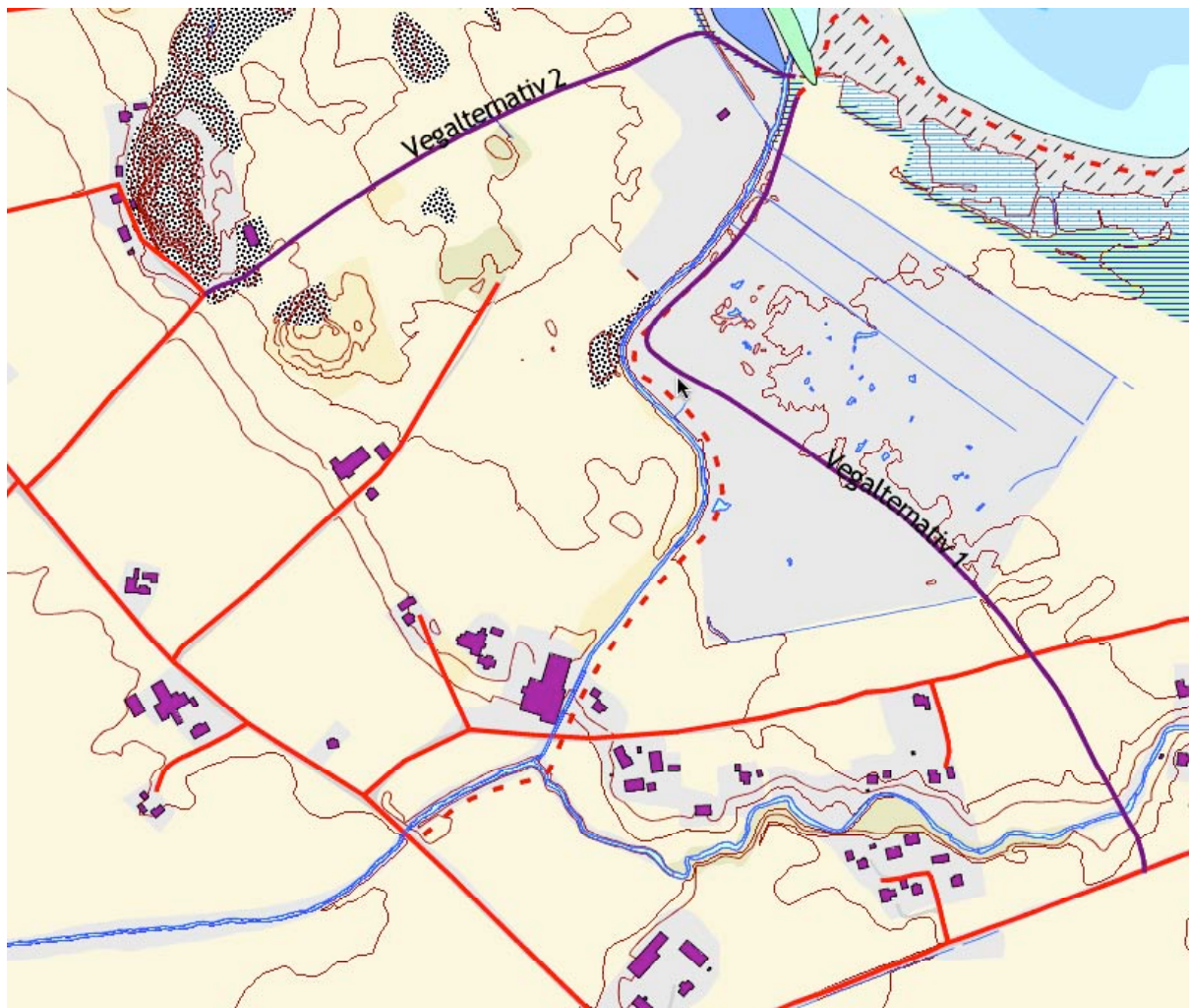
Øynummer	Areal (daa)	Treplantinger (antall)
Øy 1	1,44	7
Øy 2	1,91	10
Øy 3	2,27	11
Øy 4	2,17	11
Øy 5	4,48	22
Øy 6	2,05	10
Øy 7	7,38	4
Badeøy	3,09	7

Øy merket med guloransje farge i figur 7 er en "badeøy" som kan legges opp til 15,5 moh med en helningsvinkel på maks 1:4 i sidekantene. Arealet skal sås til med gras på midten og strandsonen skal dekkes med tilkjørt sand av egnet kvalitet. Hele sundet mellom øya og odden i sør skal være et grunntområde egnet for småbarn, og dette arealet skal også dekkes med sand. Totalt må det tilkjøres  $\approx 500\text{m}^3$  sand.

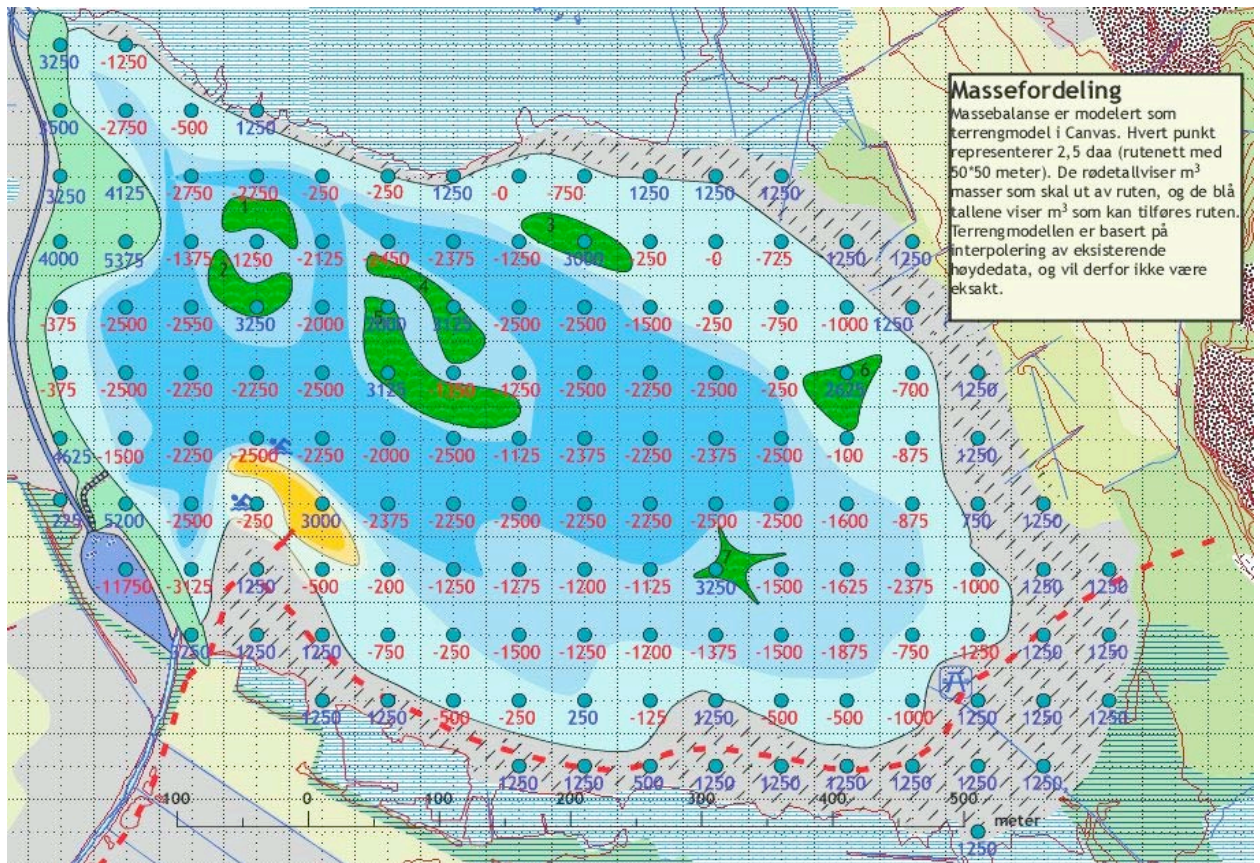
### 3.1.1 Volumberegninger av masseuttak

Det er gjort volumberegning av massebalanse i dataprogrammene "Canvas" og "Surfer". Massene skal delvis flyttes internt i området og delvis kjøres bort. Som det fremgår av figur 9 vil det bli en ikke ubetydelig intern transport i området. Entreprenør må derfor påregne å lage midlertidig driftsveger som kan tåle transporten i området. Opplegg for arbeidet vil avhenge av maskinutrustning, og dette overlates derfor til entreprenør å planlegge i detalj. Totalt må det påregnes uttransport av  $45\ 000\ \text{m}^3$  overskuddsmasse. Deponisted er ikke avklart. Deponisted og krav til deponiavslutning m.m. vil Ørland kommune gi utfyllende informasjon om. Det er skissert to alternative veger for uttransport (se figur 7). Vegen som skal bygges skal etter gjennomført arbeid gruses opp (hvis behov) og skal i ettertid kunne brukes som adkomstveg til området (skogsbilvegstandard). Vegalternativ 1 krysser Balsneselva. Det er ikke avklart hvordan en broløsning skal utformes. Veg alt. 1 er 950 meter, alt.2 er 600 m. Hvilken som endelig skal velges vil avklares senere.

Fordi det er relativt uavklart hvilken løsning som skal velges, (utforming og standard på broløsning m.m.) vil det vanskelig kunne gis en kostnad på denne delen av prosjektet. I anbudet fra entreprenørene ønskes det derfor bare et kostnadsestimat på begge alternativer med en enkel beskrivelse av hvilken løsning for veg og broutforming som kostnadsestimatet er basert på.



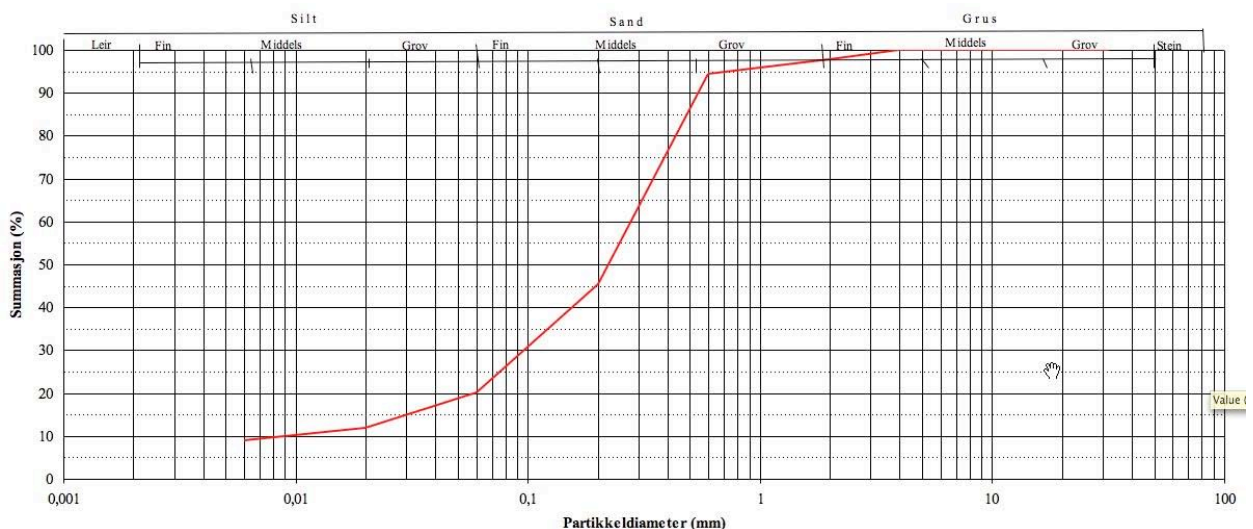
Figur 8: Det er skissert to vegalternativer for adkomst til området. Alt. 1 er  $\approx 950$  meter og alt. 2 er  $\approx 600$  meter. Det er ikke avklart hvilket alternativ som skal velges. Alternativ 1 innebærer etablering av en broløsning over Balsneselva. Hvordan denne broløsningen skal utformes er ikke avklart. Det bes om et kostnadsestimat for begge løsninger.



Figur 9 viser en massebalanseregnskap delt opp i 2,5 daa ruter. Røde tall viser volum (m<sup>3</sup>) masser som skal bort fra ruten, mens blå tall viser volum i (m<sup>3</sup>) som må tilføres ruten. Det er lagt opp til å heve terrenget med gj.sn 0,5 m på de arealene som har skrå stripesjateringer. Disse massene må fordeles svakt skrånende ned mot vannet, og slik at det ikke stuver vann høyere opp i terrenget.

### 3.1.2 Jordkvalitet av masseuttak

Det er gjort kornfordelingsanalyse av blandprøver fra 8 prøvetakingspunkter i området for det nye vannet (figur 10). Prøvene viste stor grad av homogenitet i massene for det sjiktet hvor det er aktuelt å ta ut og flytte på masser (0-2 meter). Massene i området er dominert av siltig finsand med relativt lav leirandel. Denne massekvaliteten er strukturstabil og sterkt eroderbar.



Figur 10: Figuren viser kumulativ kurve for partikkelsammensetning for en blandprøve fra 8 uttak i dybder fra 0,5 - 2 meter rundt i området for det nye Rusasetvatnet.



Det ble også gjort en analyse av massene for å avklare egenskapene med tanke på hvilke bruksområder massene kan anvendes til. De kjemiske egenskapene er gjengitt i tabell 2.

*Tabell 2: Kjemiske egenskaper i massene som skal tas ut i Rusasetvatnet.*

Parameter	Metode	Enhet	Verdi	Kommentar
pH	pH-JD		8	Knyttet til høy Na. Vil gå noe ned når Na senkes.
Ledningsevne	LT-JD	mS/m	128	
Fosfor	P-CAT-S	mg/kg	1,9	Lavt for plantevekst
Kalium	K-CAT-S	mg/kg	61	
Kalsium	CA-CAT-S	mg/kg	680	
Magnesium	MG-CAT-S	mg/kg	300	
Natrium	NA-CAT-S	mg/kg	880	3x høyere enn grensen for spirehemmende effekt.
Svovel	S-CAT-S	mg/kg	470	Relativt høyt, men ikke hemmende for plantevekst.
Jern	FE-CAT-S	mg/kg	130	
Kobber	CU-CAT-S	mg/kg	1,2	
Mangan	MN-CAT-S	mg/kg	9,5	
Sink	ZN-CAT-S	mg/kg	1,2	
Bor	B-CAT-S	mg/kg	2,9	
Molybden	MO-CAT-S	mg/kg	1,7	
Kobolt	CO-CAT-S	mg/kg	0,38	
Aluminium	AL-CAT-S	mg/kg	20	
Nitrat - N	NO3-CAT-S	mg/kg	<1,1	
Ammonium - N	NH4-CAT-S	mg/kg	5,82	
Fosfor	P-AL-F	mg/100g	2,7	Lavt for plantevekst
Kalium	K-AL-F	mg/100g	9,4	
Magnesium	MG-AL-F	mg/100g	54	
Kalsium	CA-AL-F	mg/100g	274	
Natrium	NA-AL-F	mg/100g	130	Høyere enn grensen for spirehemmende effekt. Vil reduseres i toppsjiktet i opplagt jord relativt raskt. Noe spirehemming kan forekomme på tilsådde arealer.
Glødetap	Glødetap	g/100g TS	2,2	Lavt
Organisk innhold	ORGI-JD	% TS	1	For lavt for vanlig jordbruk. Lavt organisk innhold bidrar også til struktur-ustabilitet.

Massene vil være uegnet som toppdekke for plantevekst direkte etter oppgraving. Massene har et Natriuminnhold som er 3 ganger større enn grensen for spirehemming. Natrium vil imidlertid relativt raskt vaskes ut når massene legges opp over grunnvannstanden slik at det blir en vertikal strømning av regnvannet ned mot grunnvannsspeilet. Vi regner derfor ikke dette som et stort problem. Det må imidlertid legges opp til suppleringssåing for å få opp vegetasjonsdekke der såing ikke slår til.

Det er videre lavt fosforinnhold og lavt organisk innhold. Det organiske innholdet er noe høyere i de øverste 20 cm av nåværende bunn i Rusasetvatnet. Det vil derfor være viktig å ta vare på dette laget for å legge det tilbake som toppdekke på arealer som skal tilsås. Masser som skal være toppdekke for tilsåing skal iblandes kjøttbenmel for å bedre jordstruktur, bedre P og N forhold, og få fart på biologisk aktivitet. Dosering skal være 400kg/daa. Kjøttbenmel er et svært kostnadseffektivt jordforbedringsmiddel for denne typen masser med en kostnad på  $\approx 0,1$  kr/kg (ca. 400 kr pr. daa).

Totalt vil det være behov for tilsåing av ca 75 daa ved slutføring av prosjektet. I tillegg kan det komme behov for å midlertidig tilså deponiarealer med masser som er sterkt erosjonsutsatt.

## 3.2 Områdene rundt vannet

### 3.2.1 Badeplass

Området ved badeplassen opparbeides som et friområde med tilsådd gressbakke, sandstrand og beplantning. Det er ikke laget en detaljert plan for installasjoner og beplantning. Ørland kommunen vil evt. i ettertid komme tilbake til dette.

### 3.2.2 Stier og tilrettelegging for friluftsliv

Det er i figur 7 tegnet inn en planlagt sti opp til vannet fra mølla, og videre fra badeplassen bort til en rasteplass i øst (ved tilførselsbekken), og videre nordover opp mot Rusaset gård. Denne stien skal opparbeides med masseseparasjonsduk og toppdekke slik at det blir tilsvarende standard for rullestolbrukere. Total stilengde som skal opparbeides er 1 km.

### 3.2.3 Tilrettelegging for vilt og biologisk mangfold

Rusasetvatnet får en todeling hvor den nordvestre delen er tiltenkt å ha vilthensyn i fokus, mens tilrettelegging for friluftsliv er lagt i sør og øst. Utformingen av øyene er bl.a. slik at det dannes beskyttede rom med redusert innsyn. For å opprettholde produktiviteten og det biologiske mangfoldet i området er det viktig å ta vare på topplaget av jord. De arealene hvor det skal deponeres masser skal derfor ha en avslutning hvor organisk rik jord, – enten skrappt av dagens topplag, eller innsjøsediment – legges på toppen. En del stein skal sorteres av ut av massene og legges opp som minst én "rydningsrøys" langs land for å skape gode overvintringsmuligheter bl.a. for salamander.

I sjøen skal det etableres minst 5 hvileplasser i vannet. Dette kan være stolper som slås ned, eller at man legger ut noen store steiner som man kommer over i massene. Disse strukturene skal anlegges slik at topphøyden er minimum 15,4 cm. Disse punktene (steiner eller stolper) kan spres rundt i de nordre delene av vannet. Se figur 11.



*Figur 11: Mange fuglearter liker at det er strukturer i vannet hvor de kan hvile og hvor de har oversikt rundt seg. Her to rødnebbterner på en stolpe i vannet. Store steiner i vannet er et bedre alternativ da de ikke råtner bort.*



*Figur 12: Utsnitt av området med nytt elveløp, demning og sedimentasjonskammer.*

### 3.2.4 Nytt elveløp

Elva skal graves over i en ny kanal på utsiden av demningen og ledes inn i en sedimentasjonsdam. I forbindelse med anleggsarbeidet skal bunnivået i elva senkes slik at den ved samløpet med de åpne dreneringsgrøftene er senket til 12,3 moh. Oversikt over grøftesystemet er gitt i figur 17 og 18. Oppstrøms dette punktet skal det etableres en terskel slik at det ikke skal være nødvendig å senke elva hele veien opp. Terskelen skal ha en høyde på 13,3 moh. Terskelen skal ha en skjeformet utforming som er beskrevet i eget vedlegg. Elva skal ha en bredde på 4 meter og kantene kan legges med en skråning på 1:2.

### 3.2.5 Fangdam

Arbeidet vil medføre en periodisk stor partikkelbelastning på Balsneselva, og partiklene vil slamme igjen områder lenger nedstrøms. For å redusere dette problemet skal det bygges et sedimentasjonskammer på 3 daa. Dammen skal være 1,5 meter dyp med sidekanter på 1:2. Utløpsterskelen skal ha en høyde på 12,2 moh. Ved innløpet skal det legges opp strømningsspredere. Utforming av sedimentasjonskammeret er vist i vedlegg. Prinsippskisse for hvordan utløpsterskelen skal utformes er vist i figur 13.



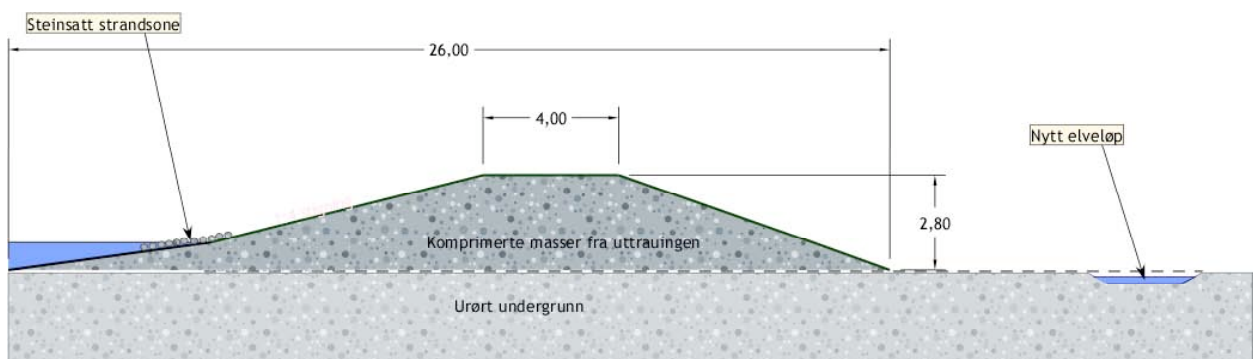
Figur 13: Utforming av utløpsterskel med store steiner som muliggjør ferdseil over terskel punktet. Tegningen er en typetegning og begrepet "tidligere bekkebunn" vil i dette tilfelle være ny bekkebunn i den senkede elvestrekningen.

## 3.3 Demning

Demningen i vest skal bygges som en langsgående jordvoll. Lengden på jordvollen er 535 meter. Jordvollens bredde varierer fra ca 26 meter (inkludert den delen som er under vann) til maksimalt 80 meter der den danner en odde ut i sjøen. Totalt dekker den 16,7 daa. Der demningen slutter inn mot Hammermyra i nord skal det plastres godt med leire også inn mot myra minst 20 meter vestover.

### 3.3.1 Konstruksjon

Snitt-tegning er vist i figur 14. Demningen bygges som en enkel konstruksjon ved at leirmasser fra undergrunnen legges opp og komprimeres. Det skal legges på et toppdekke (kan være organisk rikt innsjøsediment) og sås til med stedeigne gress arter. I strandsonen skal det legges opp utsortert naturstein (ikke sprengstein) som legges som et bølgebryterlag for å hindre erosjon i massene.



Figur 14: Snittegning gjennom demningen slik den vil være på det smaleste.

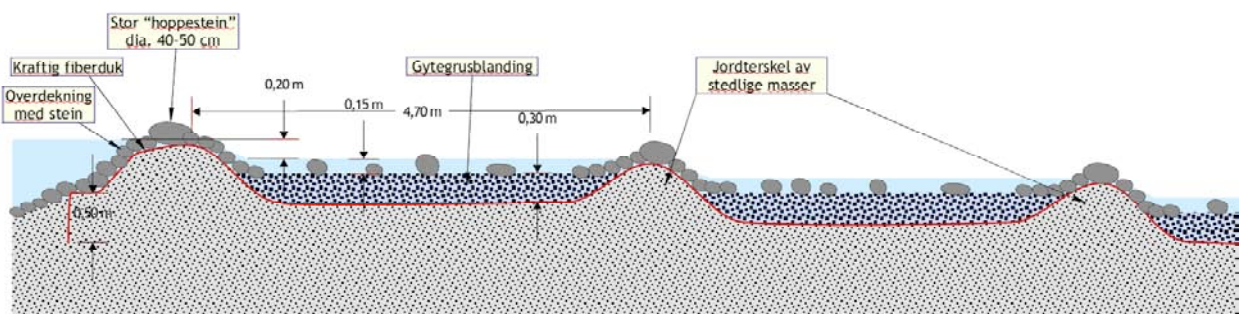
### 3.3.2 Overløp og fiskevandring

Det skal være mulig for sjørret å kunne gå opp gjennom dammen og opp i Rusasetvatnet. Flere nyere studier av fisketrapper har vist at det har vært ulik suksess i å få fisken til å vandre gjennom kunstig konstruerte trappesystemer (DIRNAT 2002, Bergan et.al.2003, Nielsen

1995. Kostnadene ved å bygge slike er også relativt høye (50-350 000 pr. meter fallhøyde). Det er derfor en økende interesse for å lage semi-naturlige systemer ved å rekonstruere vannløp med en mer naturlig utforming. Slike systemer har vist stor suksess målt på vandringsfrekvens av ørret, laks og sjøørret (Calles & Greenberg 2005). Det er her derfor lagt opp til at utformingen av utløpet fra det nye Rusasetvatnet og ned til sedimentasjonsdammen skal bli så "naturlig" som mulig, og med en utforming slik at strekningen kan fungere som gytestreking for sjøørret.

Utløpet skal lages med "hoppesteiner" (se figur 13). Hele det nye bekkeløpet fra utløpet og ned til samløpet med Reitanbekken skal bygges opp med sikringsduk for å forhindre at bekken graver i jorddemningen. Fallhøyden ned til samløpet og dammen ved Reitanbekken tas ut i mange små trinn på 20cm fallhøyde hver 4 meter. Hvert trinn bygges som en jordterskel som dekkes med stein og grus (figur 15). På hver terskel legges det opp store steiner som er flomsikre (>40-50cm). I kulpene mellom tersklene legges også noen store steiner som danner bakevjer. Strømningen skal veksle fra side til side ved at det er en 5 cm lavere forsenkning i terskelen på 0,5 meter som hvor det bare legges store flate steiner som ikke stuver vannet. Dette vil bli "åpninger" i tersklene. Disse skal være vekselvis på hver side, og ikke på midten. På vedlegg "Utløpsbekk og sedimentasjonsdam" er dette vist ved en blå strek i bekkeløpet.

I kulpene legges det gyttegrus bestående av rund grus (elveavsetning) i 2 størrelser. Blandingen skal være 30-40% grov grus (20-40mm) og 60-70% fin grus (5-20mm). Grusen kan gjerne ha iblandet noe skjellsand. En slik blanding sikrer god vanngjennomstrømming for rogn, slik at den ikke kveles. Den grove grusen vaskes ikke så lett vekk av strømmen. Variasjonen gjør at selv små ørret klarer å grave ut gyttegroper. Grusdybden i kulpene skal være 20-40 cm. Vanndybden over gruslaget skal være varierende mellom 10 til 30 cm.



Figur 15: Snitt langs bekkeprofilet. Hvert trinn har et fall på 20 cm. Profilet bygges opp med oppgravde masser. Profilet dekkes med kraftig tett sikringsduk. Duken dekkes med stein og gyttegrus i hver kule og graves ned i jordmassene ved alle avslutninger.

Ved etableringen av et slikt anlegg er det erfaringsmessig best at det brukes en del tid på å plassere steinene for hånd nedenfra og oppover ved hver terskel for å sikre at de ligger godt. Etter de første litt større regnværsepisodene skal strekningen gås over og korrigerer der vannet har flyttet for mye på steinene.

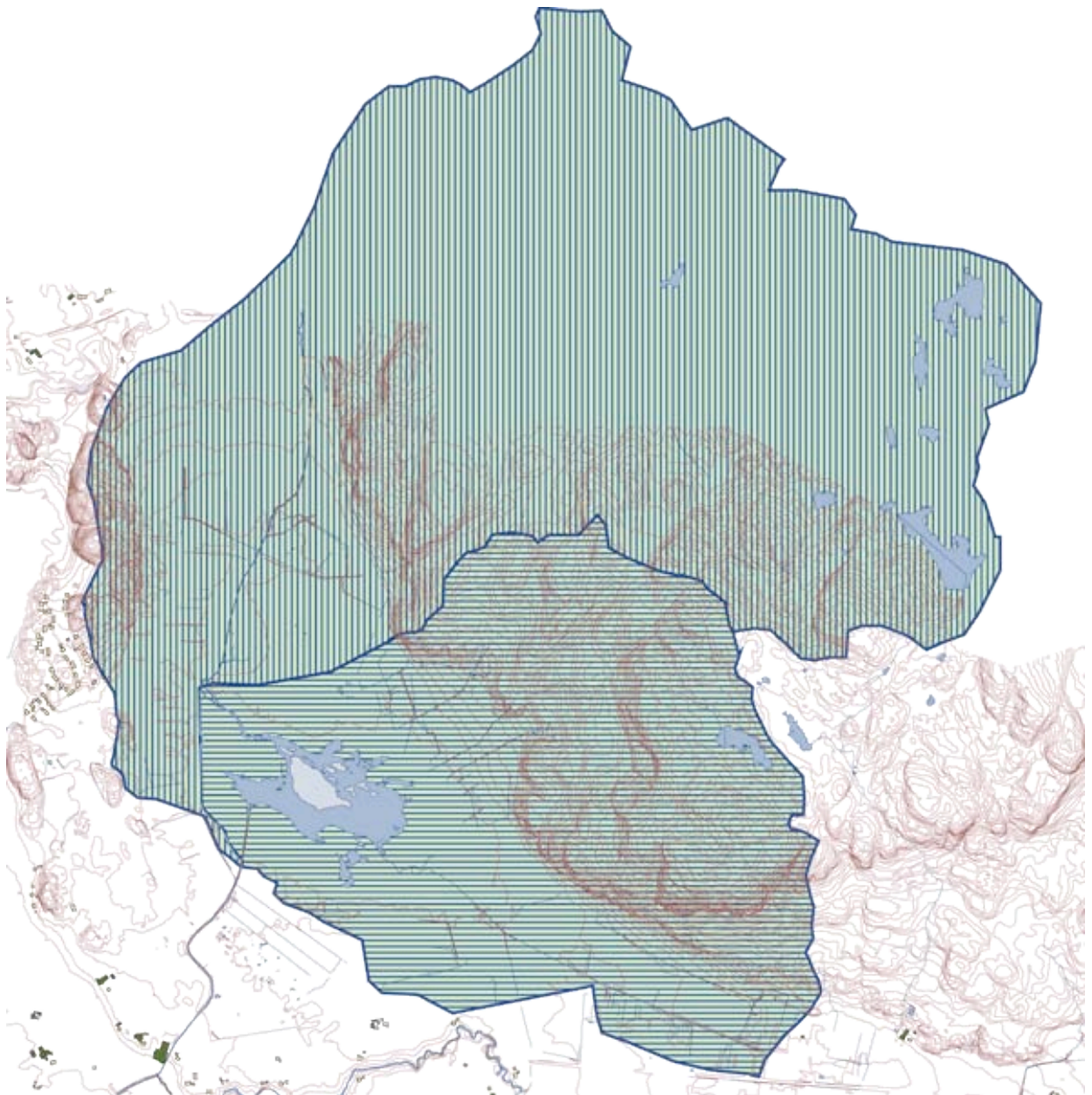
### 3.4 Nedbørfelt og vannkvalitet

Nedbørfeltet er dominert av grunnlendt skogsmark med noe myr. Nedbørfeltet reduseres med ca 3/5 til  $\approx 1,9 \text{ km}^2$  (se figur 16). Dette gir en samlet gjennomsnittvannføring ved demningen ut av det nye Rusasetvatn på 52,8 l/s. Flomtoppene er beregnet (50-årsflom) til  $\approx 0,48 \text{ m}^3/\text{s}$ , mens middelflom vil ligge på  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Volumet er beregnet til  $\approx 240 050 \text{ m}^3$ . Oppholdstiden i vannet vil være  $\approx 53$  dager. Vannet vil med sin grunne utforming og korte oppholdstid ha bra oksygeninnhold og dermed heller ikke risiko for utlekking av fosfor fra sedimenter.

Kilder for næringsstofftilførsel vil reduseres i forhold til slik Rusasetvatnet var før da nedbørfeltet vil ha mye mindre landbruksarealer (7% mot tidligere 18%), og det er svært få

husstander med spredt avløp (<3). Vi har kjørt en fosforresponsmodellering av det nye Rusasetvatnet etter Larsen & Merciers modell (Larsen & Mercier 1976) og FOSRES (Berge 1987). Modellene sier at vannet kan tilføres  $\approx 180$  kg tilført fosfor pr. år før det kommer til grensen mellom SFT klasse II og III (SFTs klassifisering for vannkvalitet). Det vil være ønskelig at vannet holder en høyere kvalitet enn dette, men denne grensen er en kritisk grense for å opprettholde god badevannskvalitet.

Atmosfæriske avsetninger kan estimeres til 4-5 kg fosfor pr. år, og avrenning fra utmark har vi estimert til  $\approx 13$  kg pr. år. Med dagens miljøkrav til landbruket og med godkjente renseløsninger for spredt avløp vil en kunne holde tilført fosformengde godt under 180kg. En vil derfor kunne forvente at vannet vil ha en tilfredstillende vannkvalitet.



*Figur 16: Nedbørfeltet reduseres slik kartet viser. Hele det skraverte området er det gamle nedbørfeltet, mens avgrensingen med blå linje viser hva som vil være nedbørfeltet til det nye Rusasetvatnet.*

## 4. Utbyggingsetapper og gjennomføring

---

### 4.1 Gjennomføring

#### 4.1.1 Delprosjekt 1

Dette vil være første delprosjekt som gjennomføres for å berede grunnen for å arbeide i selve Rusasetvatnet. Delprosjektet består av følgende deler:

- Senking av elva opp til gammel demning
- Utgraving av sedimentasjonskammer og nytt elveløp
- Påkobling av elva til det nye elveløpet
- Graving av åpne grøfter for utdrenering av arealet for det nye Rusasetvatnet

Elva nedstrøms utløpet av sedimentasjonskammeret skal så senkes til 12,0 moh. Elva graves som en flat kanal i denne dybden til dybden innhentes av det eksisterende fallet i elva. Dette vil kreve en senkning av elva en strekning på 510 meter markert som mørkt blå i figur 17. Eksisterende høyde ved utløpet av sedimentasjonsdammen er 13,3 moh og elva er sjaktet dypt i terrenget. Det må derfor påregnes uttransportering av masser ved dette arbeidet som ikke er tatt med i massebalanseberegningene. Det stilles krav om at sidekantene skal ha en utforming med ikke større helling enn 1: 3. Sidekantene skal tilsåes med lokalt tilpasset grasblanding. Raigras kan blandes inn for å få en rask stabilisering det første året. Tilbydere oppfordres til å befare elvestrekningen for å få et riktig inntrykk av arbeidet. Det er ikke gjort grunnundersøkelser om det er fjellterskler som må sprenges på veien nedover elva.

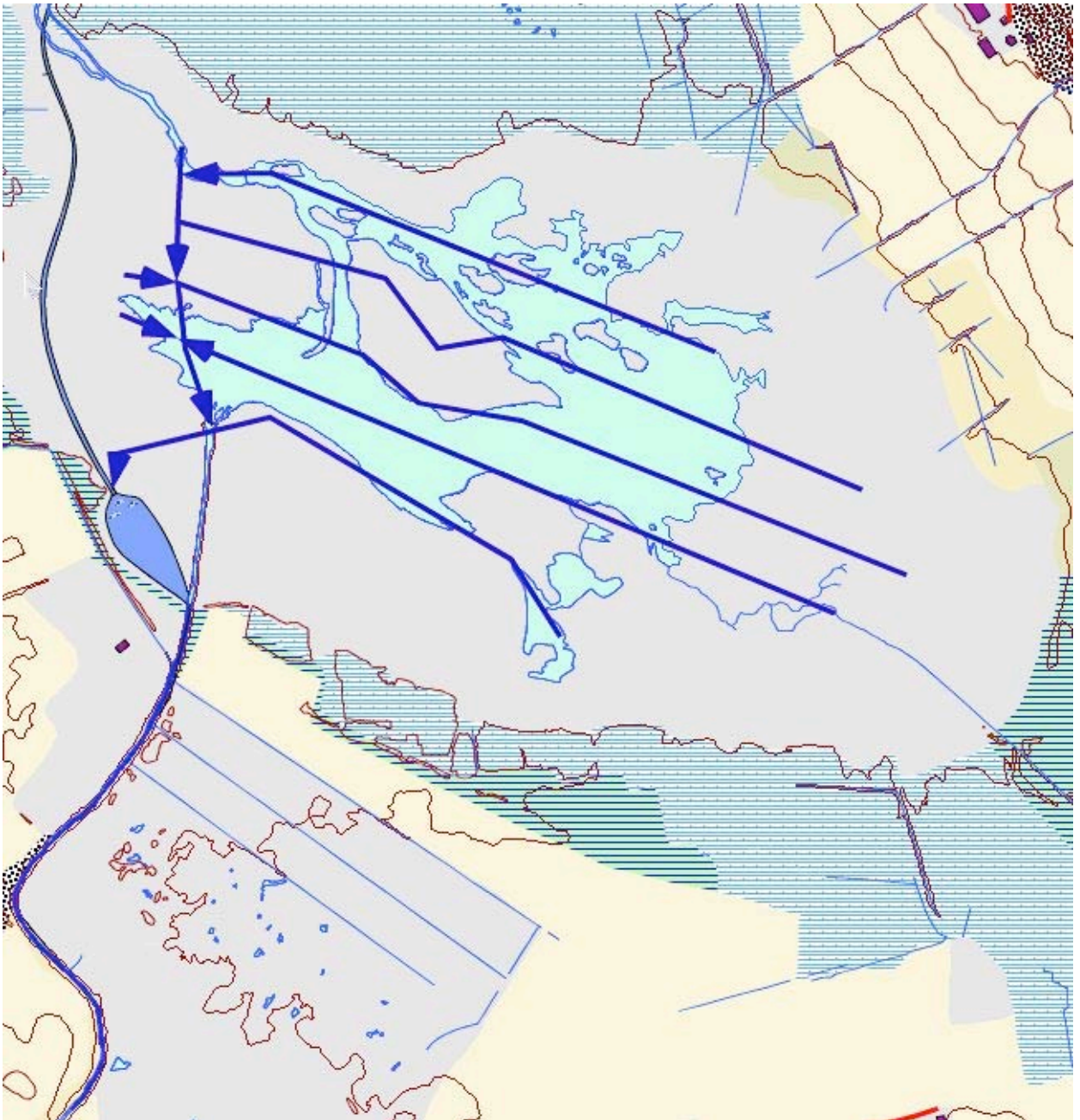
Senkningsarbeidene bør gjøres under lav vannføring i elven og i perioder med lav biologisk aktivitet i elva. Dette tilsier at denne delen gjøres fortrinnsvis om vinteren i frostperioder.

Det vil være en viktig målsetting å gjennomføre arbeidene med selve Rusasetvatnet med lav negativ påvirkning på elvestrekningen nedenfor der hvor arbeidene skal foregå. Dette søkes oppnådd ved å etablere et sedimentasjonskammer tidlig i prosessen. Utgraving av sedimentasjonskammeret og etablering av nytt elveløp gjøres uten å koble seg inn på eksisterende elveløp før det er ferdig. Når disse elementene er etablert graves åpning mot elveløpet nederst først og så øverst ved innløpet. Det gamle løpet sperres med jordmasser før neste trinn – grøfter - etableres.

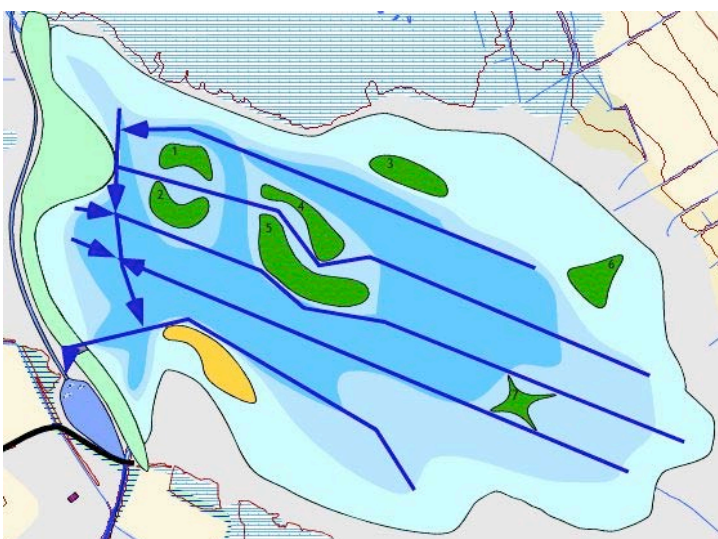
Grøfter skal etableres med 50 meters avstand som åpne diker. Totalt skal det etableres 3200 meter med åpne grøfter. Grøftene legges med bunn-nivå 12,2 moh ved samløpet til det nye elveløpet. Grøftene graves nedenfra med et fall på 0,5‰, det vil si at de øverst er ≈50 cm høyere (12,7 moh). En grøfteplan er gjengitt i figur 17.

Sidekant stabilitet kan være et problem ved etablering av grøftene i de bløtteste partiene, ikke minst på grunn av at massene er siltig finsand. Helningsvinkelen på sidekantene kan forsøkes legges på 1:3, men må kanskje legges helt til 1:4. De oppgravde massene må ikke legges på kanten, men transporteres inn mot midten mellom grøfteløpene. Det er tatt hensyn til de planlagte øyene i grøfteplanen slik at grøftene gjør noen avbøyninger. Dette er vist i figur 15.

Etter at grøftene er etablert skal området hvile ca et år for å drenere ut slik at det etableres et tørrere toppsjikt som bærelag. Det videre arbeidet er delprosjekt 2.



Figur 17: Oversikt over grøfter som skal graves. Pilene viser fallretningen. I utløpselva er det lagt på en mørk blåfarge som viser de 510 m av elva som skal senkes.



Figur 18: Grøfteplanen sett i sammenheng med den endelige utformingen av vannet. Nord-sydgående oppsamlingsgrøft er lagt i det eksisterende elveløpet.

#### 4.1.2 *Delprosjekt 2*

Denne delen av arbeidet vil bestå av:

- Utgraving og transport internt og eksternt av masser
- Terrengforming
- Etablering av demning
- Bygging av overløp og fisketrapp
- Tilplanting og tilsåing

Også her vil det være viktig å organisere arbeidet slik at massetransport og terrengforming kan gjøres uten at grøftene blokkeres. Dette vil stille krav til organiseringen av arbeidet av entreprenøren. Det vil være opptil entreprenøren å lage en plan for arbeidet basert på den maskinpark som er tenkt brukt. Dette gjelder også anlegging av interne arbeidsveger for intern transport av masser.



## 5. Miljøoppfølgingsprogram

---

Miljøoppfølgingsprogrammet skal sikre at miljømessige virkninger av tiltaket holdes innenfor akseptable og lovpålagte grenser. Programmet presenterer et opplegg for å dokumentere at dette skjer og eventuelt gi grunnlag for å iverksette korrigerende tiltak ved vesentlige avvik.

Miljøoppfølgingsprogrammet skal således være:

- et styringsredskap for tiltakshaver
- premiss for entreprenørene ved gjennomføring av anleggsarbeidene
- dokumentasjon for miljøvurderinger av prosjektet i anleggsfasen
- grunnlag for justering eller iverksetting av avbøtende tiltak
- grunnlag for informasjon overfor berørte parter.

Programmet skal, gjennom en systematiske gjennomgang av lover, regelverk og føringer fra forarbeider og reguleringsplaner, sikre en effektiv gjennomgang av rammebetingelser for ulike parter som skal delta i prosjektet.

Miljøoppfølgingsprogrammet utarbeides ofte som en del av reguleringsplanen, og blir dermed et bindende dokument for alle som er involvert i utførelsen av anleggsarbeidet. Om det skal søkes avvik fra bestemmelsene må det søkes kommunen om dispensasjon. I dette tilfelle er det ikke pr. juli 2005 et slikt vedtak. Kommunen bør vurdere om hvordan miljøoppfølgningen skal forankres i vedtak i det videre arbeidet.

### 5.1 Strategier

Oppfølgingen av miljømålene som er beskrevet i miljøoppfølgingsprogrammet skal skje gjennom:

- innarbeiding av miljøhensyn og krav i arbeidet med anbudsdokumenter/kontrakter med leverandører og driftsrutiner
- utarbeidelse av helhetlige planer for massehåndtering, informasjon osv.
- informasjonstiltak for å skape høy bevissthet om miljømålene
- overvåking av miljøtilstanden gjennom anleggs- og driftsfase
- miljørevisjon av aktørene
- at alle som deltar i prosjektet gis et ansvar for miljøet. Brudd på krav skal føre til konsekvenser for ansvarlig juridisk person.

### 5.2 Programmets status

Dette miljøoppfølgingsprogrammet er foreløpig ikke juridisk bindende. Programmet vil inngå som en del av videre plangrunnlag og anbudsdokumenter der dette er relevant for arbeidet som skal utføres eller produktet som skal leveres. Endring av status for miljøoppfølgingsprogrammet f.eks. ved vedtak som knytter det til reguleringsplanen vil eventuelt bli bekjentgjort av Ørland kommune.

### 5.3 Førrende dokumenter

I dette kapitlet gis det en kort omtale av lover, forskrifter og øvrige dokumenter som gir generelle føringer for gjennomføringen av tiltaket.

#### 5.3.1 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven (PBL) er det sentrale lovverket for planlegging og gjennomføring av tiltaket. Vedtak av kommunedelplaner og reguleringsplaner er hjemlet i PBL.

### 5.3.2 Lov om kommunehelsetjenesten

Etter kommunehelsetjenestelovens kapittel 4a om miljørettet helsevern, kan kommunen gjennom enkeltvedtak i gitte tilfeller gripe inn og stoppe virksomhet som kan være til fare for folks helse. Dette kan for eksempel gjelde støyende anleggsarbeider om natten.

### 5.3.3 Forurensningsloven

I henhold til forurensningslovens § 7 må ingen gjøre eller sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning, med mindre det er tillatt gjennom forskrifter til loven eller særskilt tillatelse til forurensende tiltak etter lovens § 11. Anlegget medfører her en etablering av et deponi og stor risiko for partikkelbelastning i Balsneselva. Anleggsfasen på deponianlegg over en viss størrelse omfattes av forurensningsloven. Det kan for slike anlegg innføres særskilt anleggskonsesjon. Det forutsettes her deponering av rene masser, slik at ved et miljøoppfølgingsprogram vil det ikke vil være påkrevd med egen anleggskonsesjon.

### 5.3.4 Produktkontrollloven

Produktkontrollloven har blant annet som formål å forebygge helseskader og negativ miljøvirkninger av produkter. I § 3a om substitusjonsplikt, heter det at alle virksomheter som bruker miljøskadelige stoffer skal vurdere om det finnes alternativ som medfører mindre risiko for slik virkning. Virksomheten skal i så fall velge dette alternativet, hvis det kan skje uten urimelig kostnad eller ulempe.

### 5.3.5 Internkontrollforskriften

Gjennom Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften) stiller myndighetene en rekke krav til ansvarlig for virksomheten. Forbedring innen temaene arbeidsmiljø og sikkerhet, forebygging av helseskade og vern av det ytre miljø mot forurensning, samt en bedre behandling av avfall står sentralt i forskriften.

### 5.3.6 Byggeforskriften

I forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (byggeforskriften) stilles det en rekke krav til utførelse, også i forhold til miljø<sup>93/</sup>. I kapittel VIII Miljø og helse, § 8-1 heter det:

*“Byggevirksomheten i alle faser, dvs. anskaffelse, bruk og avskaffelse, skal drives med forsvarlig belastning på ressurser og miljø og uten at livskvalitet og levevilkår forringes. Materialer og produkter til bruk i byggverk skal være fremstilt med forsvarlig energibruk og med sikte på å forhindre unødige forurensning.”*

### 5.3.7 Byggherreforskriften

Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser (Byggherreforskriften) regulerer i første rekke sikkerhet, helse og arbeidsmiljø i prosjekterings- og anleggsfasen. Forskriften er fastsatt med hjemmel i arbeidsmiljøloven.

### 5.3.8 Forskrifter for håndtering av eksplosjonsfarlig stoff

Denne forskriften har bestemmelser om behandling, importering, handel og oppbevaring av eksplosjonsfarlig stoff. Det kan være aktuelt å foreta sprengningsarbeider i forbindelse med senkning i elva og det forutsettes at utøvende er godt kjent med bestemmelsene i forskriften.

### 5.3.9 Kommunale planer

Kommuneplaner, kommunedelplaner reguleringsplaner og bebyggelsesplaner er juridisk bindende i forhold til arealbruk. Endringer i forhold til vedtatt arealbruk krever dispensasjon fra plan eller vedtak av ny plan. Dette anlegget er regulert i egen reguleringsplan med tilhørende planbestemmelser.

Den enkelte kommune kan også ha sektorplaner med politisk vedtatte målsetninger som ikke er juridisk bindende, men som tiltakshaveren likevel bør forholde seg til.

### 5.3.10 Kulturminneloven

I følge kulturminnelovens § 3 skal:

*“Ingen må - uten at det er lovlig etter § 8 - sette i gang tiltak som er egnet til å skade, ødelegge, grave ut, flytte, forandre, tildekke, skjule eller på annen måte utilbørlig skjemme automatisk fredet kulturminne eller fremkalle fare for at dette kan skje.”*

Dette innebærer en plikt til å ha en aktsomhet hvis det i anleggsperioden avdekkes kulturminner i området. Hvis slike skulle dukke opp skal kulturminnemyndighetene i fylket varsles.

## 5.4 Sikkerhet og beredskap

Anleggsarbeid av denne typen er alltid forbundet med en viss sikkerhetsrisiko, både i forhold til de som arbeider på anlegget og øvrige som kommer i kontakt med anlegget.

Som en generell regel skal alle fremlegge dokumentasjon på en HMS-plan for utøvelsen av anleggsarbeidet.

For allmennheten vil trolig trafikk til og fra anleggsområdene være av størst betydning. Prosjektet vil føre til anleggstrafikk, spesielt for å utkjøre deponimasser. Det må derfor etableres gode trafikale forhold ved inn- og utkjøring av lastebiler til området.

Ved deponering og utgraving av masser kan det oppstå perioder med ustabilitet i kantene og rasfare hvis folk ferdes eller barn leker. Det skal derfor merkes i terrenget ved alle naturlige adkomster til området at det kan medføre rasfare å bevege seg på anleggsområdet. Entreprenørene som deponerer bør pålegges et særlig ansvar å følge med på evt. ustabilitet i deponiavslutninger og bratte skrenter.

### 5.4.1 Tiltak sikkerhet og beredskap

- Krav til HMS-plan for alle utøvende entreprenører
- Trafikksikkerhet skal vektlegges ved planleggingen av egne anleggsveger
- Informasjonstavler og merking ved adkomstveier som advarer mot ferdsel i området

## 5.5 Landskap

Det skal vektlegges å få gode avslutninger i overgang mellom nytt og gammelt terreng. Terrenget skal tilstrebtes utformet slik at det ikke skapes konsentrerte vannveier som drenerer ut større områder overflatevann som kan resultere i graving i massene.

For å begrense flateavrenningen og partikkeltransport er det viktig å fokusere på rask vegetasjonsetablering. Hvis det skulle bli midlertidig stopp i arbeidet skal det lages midlertidige avslutninger som kan tilsåes med f.eks. raigras.

Midlertidige inngrep skal begrenses i areal og tid, og gjøres så skånsomt som mulig.

Eksisterende vegetasjon, spesielt i kantområdene rundt det fremtidige Rusasetvatnet, skal så langt som mulig bevares. Ved skader på vegetasjonen på grunn av anleggsarbeidene skal ny vegetasjon etableres. Før anleggsarbeidene starter skal det markeres ut en plan for hvilken vegetasjon som skal bevares. I anleggsfasen skal denne vegetasjonen merkes slik at den ikke blir unødvendig skadet i anleggsperioden.

### 5.5.1 Tiltak landskap

- Myke overganger mellom nytt og gammelt terreng
- Rask vegetasjonsetablering med evt. midlertidige tilsåinger av f.eks raigras.
- Utarbeidelse av plan for bevaring av eksisterende vegetasjon og merking av denne i anleggsperioden.

## 5.6 Kulturminner

Det er ikke i forarbeidene avdekket gamle kulturminner i området. Det innebærer ikke at slike ikke kan finnes. I § 8 i kulturminneloven behandles tillatelse til inngrep i automatiske fredete kulturminner. Der heter det bl.a. at tiltakshaver så tidlig i prosessen som mulig skal varsle ansvarlig myndighet. Ansvarlig myndighet avgjør om tiltaket kan gjennomføres, og evt. vilkår for det. I de fleste tilfeller der kulturminner blir sterkt berørt vil dette utløse krav om utgraving og dokumentasjon før innløsning. I følge lovens § 10 skal tiltakshaver dekke utgiftene som en følge av gransking av kulturminnet.

Viser det seg først når arbeidet er i gang at kulturminner berøres skal det straks gis melding om dette og arbeidet stanses i den utstrekning det kan berøre kulturminnet. Vedkommende myndighet avgjør snarest mulig om arbeidet kan fortsette og vilkårene for det.

### 5.6.1 Tiltak kulturminner

- I instruksen til anleggsarbeiderne skal det presiseres at de skal være påpasselige/observante i forhold til avdekking av eventuelle ukjente fornminner. Arbeidet skal da stanses og arkeologisk kompetanse tilkalles.

## 5.7 Naturmiljø

Rusasetområdet er en meget viktig viltbiotop, både for ande- og vadefugl og hjortevilt. I anleggsperioden vil området bli sterkt belastet med hensyn på forstyrrelser. Det antas at dette vil ha en forbigående karakter, men av hensyn til dyreliv og vannmiljø er det best om mest mulig av arbeidet foregår vinterstid. Arbeidet skal gjennomføres i samarbeid med viltmyndighetene i kommunen.

### 5.7.1 Tiltak naturmiljø

- Utføre mest mulig av arbeidet i vinterhalvåret.
- Entreprenøren oppretter kontakt med viltmyndighetene slik at lokalkunnskap kan formidles, og tilbørlig hensyn kan iverksettes der det er mulig.

## 5.8 Vannmiljø

Avrenning av jordpartikler fra masseutgraving og deponering representerer den potensielt største effekten på vannmiljø nedstrøms anleggsområdet. Mengden jord som kan tapes under arbeidet vil kunne gi avleiring av jord og slam i elveleiet til Balsneselva. Disse effektene vil imidlertid være kortvarige og i hovedsak vaskes bort ved første større flom etter avsluttet anlegg. Nedenfor er det satt opp en del punkter som skal gjennomføres ved anleggsdriften.

### 5.8.1 Sedimentasjonsdam

For å redusere belastningen av partikkeltransport på resipienten skal det etableres en sedimentasjonsdam øst for den gamle demningen. For å få effekt av denne dammen også i forbindelse med graving av grøfter og senere etablering av vannet skal denne dammen etableres som skissert i 4.1.1. Sedimentasjonsdammen skal ha en overflate på ca. 3000m<sup>2</sup> og designes som et system for optimalisert strømning slik at tilført vann utnytter hele vannvolumet. I innløpssonen skal det graves ut et dypere basseng for sedimentasjon av de partiklene som faller ut raskest. Utløpet av sedimentasjonsdammen skal legges med dykket utløp under anleggsperioden for å kunne samle opp evt. utslipp av olje- eller bensinprodukter fra anleggsmaskiner. Sedimentasjonsdammen skal overvåkes regelmessig for å kunne tømme sedimenter slik at rensefunksjon opprettholdes. Flomoverløpet vil skje over en steinsatt jordterskel.

### 5.8.2 Avrenning fra midlertidige massedeponi og fra anleggsområdet

For vannmiljøet vil det være en fordel om perioden for utsjaktning og terrengforming og tilhørende transport av masser forkortes, dvs. at en arbeider suksessivt med områder som ferdigstilles, matjord og tilsår ferdig flater med gress. Det skal derfor legges opp en trinnvis suksessiv plan for arbeidet slik at et delområde i størst mulig grad kan avsluttes med vegetasjonsdekke før en starter med nye områder. Deponiavslutninger og skråninger (midlertidige og permanente) skal ikke ha helning som overstiger 30° og skal hvis de skal er permanente legges opp med godt drenerende masser i topplagene som gir grunnlag for dyp og god vegetasjonsetablering. Skråningene skal sikres mot graving av overflatevann.

### 5.8.3 Tiltak vannmiljø

- Det skal anlegges et sedimentasjonsbasseng.
- Arbeidet tidsplanlegges og gjennomføres mest mulig i forventet lavvannsperiode (sommer eller vinter)
- Det skal utarbeides en fremdriftsplan av entreprenøren med trinnvis gjennomarbeiding av områdene og suksessiv overdekning og tilsåing. Denne skal forelegges kommunen til godkjenning.
- Eventuelle uhell som medfører utslipp fra anleggsmaskiner skal så raskt som mulig meldes kommunen og følges opp med innsamling av vannprøver.
- Det skal i anleggsperioden være tilgjengelig oljeabsorbenter i tilfelle utlekking av drivstoff eller oljer.

## 5.9 Geoteknisk stabilitet

Geologisk består grunnen i området av siltig finsand med iblandet stein. Grunnforholdene kan være krevende for store maskiner, og entreprenøren skal under arbeidet gjennomføre stikkprøver med små utsjaktninger for å kartlegge bæreevnen.

Det skal ikke opplagres masser høyere enn 3 meter i området angitt i figur 5.

## 6. Referanser

---

Andersson-Sköld, Y., K. Rankka, B. Lind, K. Oden, J.K. Torrance, R.L. Stevens, T. Dahlin, V. Leroux, 2005 Quick clay - an investigation in South West Sweden, Landslides and Avalanches: ICFL Norway - Senneset, Flaate & Larsen (eds) Taylor and Frances Group, London, ISBN 0 415 38678 0, 15-18

Arbeidstilsynet, Veiledning til forskrift om graving og avstiving av grøfter.

Bergan P.I., C.S. Jensen, F.R. Gravem J., L'Abée-Lund, A. Lamberg. P. Fiske 2003, Krav til vannføring og temperatur for oppvandring av laks og sjøørret. NVE-Rapport miljøbasert vannføring 2003, 61 s.

Berge D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne sjøer. NIVA rapport 0-85110.

Calles E. O. & L.A. Greenberg 2005. EVALUATION OF NATURE-LIKE FISHWAYS FOR RE-ESTABLISHING CONNECTIVITY IN FRAGMENTED SALMONID POPULATIONS IN THE RIVER EMÅN. River research and application Vol. 21: 951-960.

Dehls, J.F. (2005) Subsidence in Trondheim, 1992-2003: Results of PSInSAR analysis, NGU report no. 2005.082, ISSN 0800-3416, 12 p

Direktoratet for naturforvaltning 2002, Fisketrapper i Norge Notat 2002-3, 24 s.

Janbu, N. (1970); Grunnlag i geoteknikk; Tapir, Trondheim; VII, 426 s. ill.

Larsen D. P. & Mercier H. T. 1976. Phosphorus retention capacity of lakes. J. Fish. Res. Board Can. 33, (8): 1742-1750.)

Lund & Nilsen 2005. Reguleringsplan for Rusasetvatnet.

Nielsen 1995. Fiskens krav til vandløbenes fysiske forhold. Miljøstyrelsen Miljøprosjekt nr. 293.

## 7. Vedlegg

---

Oversikt over vedlegg

Nr	Emne
1	Kornfordelingsanalyse
2	Oversikt over nytt Rusasetvatn
3	Sedimentasjonsdam, Utløpsterskel
4	Demning
5	Fisketrapp
6	Grøftesystem
7	Opplagring av masser på usikker grunn - skjærefasthet og bruddbelastninger

---

# Analyserapport

Bioforsk Jord og Miljø Ås  
Håkon Borch  
Frederik A. Dahlsvei 20  
1432 ÅS



Frederik A. Dahls vei 12  
1432 ÅS  
Telefon: 64948100 Telefax: 64946120

Side: 1 av 1

Rapportnr: L006-1-00437

ProsjektID: 3599


Provetype: **Jord**  
Oppdragsgiver: Bioforsk Jord og Miljø Ås, Håkon Borch  
Telefon: 8100 Telefax: 8110

Antall prøver: 1

Ankomstdato: 01.08.06

Utsendelsesdato: 22.08.06

Prøvenummer				L006-00437-1				
Merking				Rutsaset vatnet				
Parameter	Metode	Enhet	Dato					
pH i dyrkningsmidler	PH-JD		180806	8,0				
Ledningsevne	L7-JD	mS/m	170806	128				
Fosfor	P-CAT-S	mg/kg	180806	1,9				
Kalium	K-CAT-S	mg/kg	180806	61				
Kalsium	CA-CAT-S	mg/kg	180806	680				
Magnesium	MG-CAT-S	mg/kg	180806	300				
Natrium	NA-CAT-S	mg/kg	180806	880				
Svovel	S-CAT-S	mg/kg	180806	470				
Jern	FE-CAT-S	mg/kg	180806	130				
Kobber	CU-CAT-S	mg/kg	180806	1,2				
Mangan	MN-CAT-S	mg/kg	180806	9,5				
Sink	ZN-CAT-S	mg/kg	180806	1,2				
Bor	B-CAT-S	mg/kg	180806	2,9				
Molybden	MO-CAT-S	mg/kg	180806	1,7				
Kobolt	CO-CAT-S	mg/kg	180806	0,38				
Aluminium	AL-CAT-S	mg/kg	180806	20				
Nitrat-N	NO <sub>3</sub> -CAT-S	mg/kg	220806	<1,1				
Ammonium-N	NH <sub>4</sub> -CAT-S	mg/kg	220806	5,82				
Fosfor	P-AL-F	mg/100 g $\square$	110806	2,7				
Kalium	K-AL-F	mg/100 g $\square$	110806	9,4				
Magnesium	MG-AL-F	mg/100 g $\square$	110806	54				
Kalsium	CA-AL-F	mg/100 g $\square$	110806	274				
Natrium	NA-AL-F	mg/100 g $\square$	110806	130				
Glødetap	GLØDETAP	g/100g TS	140806	2,2				
Organisk innhold	ORGI-JD	% TS	180906	1,0				
Kornfordeling	SIKTEK-PIP		180806	vedlegg				

Ansvarshavendes signatur: 

- Resultatet refererer seg til prøve eller løsning ved 40°C  
 Bestemmelse hver dag og blir beroliget underforvarer

\* Bestemmelse er akkreditert

Opplysninger om bestemmelsesgrenser og måleusikkerhet ligger ved henvisning til laboratoriel

Prøvetil oppbevares i én måned etter at analyserapporten er sendt, dersom ikke annet er avtalt med oppdragsgiver.

Utslag av denne rapporten kan ikke gjøres uten etter skriftlig godkjenning fra Bioforsk Lab.

Analysesertifikatene gjelder kun for de tilsendte prøver.

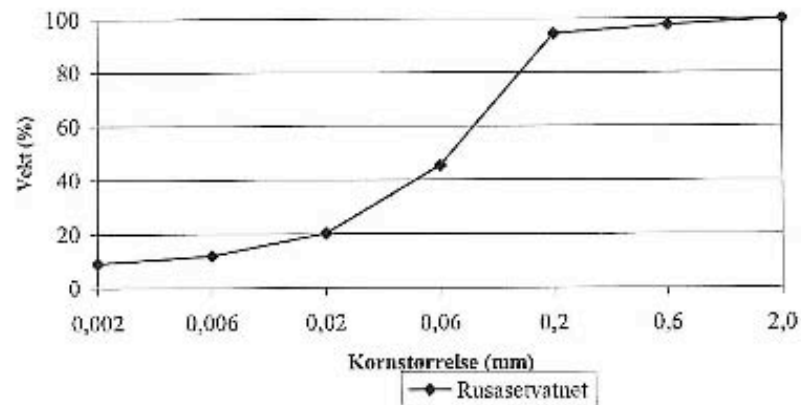




## Siktekurve for jord

Vekt (%)      Kumulativ kornfordeling

Rusasetvatnet



Nr	<0,002	<0,006	<0,02	<0,06	<0,2	<0,6	<2,0
Rusasetvatnet	9,1	11,9	20,2	45,5	94,5	97,7	100,0

Frasikt	Vekt hele prøven	Vekt >2 mm	%
Rusasetvatnet	158,0	6,0	3,8

Vedlegg 7  
Skjærfasthet og bruddbelastning  
Nils-Otto Kitterød

Generelt kan skjærfasthet til jord uttrykkes ved likningen (Janbu, 1970):

$$(1) \quad \tau_f = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi',$$

hvor  $\tau_f$  er skjærfastheten,  $c'$  er effektiv kohesjon,  $\sigma'$  er effektiv normalspenning på skjærbruddplanet, og  $\operatorname{tg} \phi'$  er den effektive friksjonskoeffisienten.

For vanlig leire er effektive friksjonsvinkler  $\phi'$ , mellom ca.  $25^\circ$  og  $33^\circ$ , med tilsvarende effektiv kohesjon på ca.  $0.7 \text{ tonn/m}^2$ . Bløteleirer har betraktelig lavere friksjonsvinkler, antagelig ned til ca.  $16^\circ$ , med effektiv kohesjon mellom 0 og  $1 \text{ tonn/m}^2$ . Fra udrenert treaksialforsøk på uforstyrret siltprøve er effektiv friksjonsvinkel målt til  $\phi' = 33^\circ$  (side 391 i Janbu, 1970). I følge Janbu (1970) vil skjærfastheten til silt i grove trekk ha effektiv friksjonsvinkel mellom  $25^\circ$  og  $35^\circ$ , med effektiv kohesjon mellom 0 og  $0.5 \text{ tonn/m}^2$ . For fast sand med porøsitet på 0.36, er effektiv friksjonsvinkel  $\phi'$ , målt til ca.  $40^\circ$ , mens for løs sand med porøsitet på 0.46 er effektiv friksjonsvinkel målt til ca.  $35^\circ$  (side 389 i Janbu, 1970).

Silt har ubetydelig kohesjon slik at i de fleste tilfeller kan skjærfasthet for silt uttrykkes ved (side 391 i Janbu, 1970):

$$(2) \quad \tau_f = \sigma' \operatorname{tg} \phi'.$$

En prinsippskisse for fjerning av løsmasser er vist i figur A. Innsatt for de nivåene som er oppgitt for terrengoverflater i dette tilfellet, får vi en hellingsvinkel på dagens terreng på ca.  $0.13^\circ$ . Fremtidig helling på løsmassene vil bli ca.  $0.44^\circ$ . Med de friksjonsvinklene som er oppgitt i Janbu (1970), og med de opplysninger om at det er siltige løsmasser i området, vil det ikke være noen fare for at terrenget vil rase ut verden under anleggsperioden eller etter at den nye innsjøen er etablert.

Hvis vi forenkler problemet litt, og antar at terrenget er horisontalt, kan vi få en grov indikasjon på hvor store belastninger løsmassene kan bære før eventuelt jordbrudd ved å anvende likningen (Janbu, 1970):

$$(3) \quad s_u = (1/f)[c' + p_o' \operatorname{tg}(\phi')],$$

hvor  $s_u$  er udrenert skjærfasthet,  $c'$  er effektiv kohesjon i løsmassene,  $p_o'$  er effektivt overlagingstrykk,  $\phi'$  er effektiv friksjonsvinkel og  $f$  er en faktor som avhenger av i) hvordan skjærfastheten måles (enten ved vingeboing eller trykkprøve); ii) den effektive friksjonsvinkelen; og iii) in situ sikkerhetsfaktor.

Dersom skjærfastheten måles ved vingeboing er (Janbu, 1970):

$$f = \cos(\phi') \operatorname{tg}^2(\alpha_i).$$

For udrenerte trykkforsøk på opptatte prøver er:

$$f = 0.5 \cos(\phi')[1 + \operatorname{tg}^2(\alpha_i)],$$

hvor  $\alpha_i$  er in situ kritisk likevektsvinkel. En grafisk framstilling av forholdet mellom  $\alpha_i$ ,  $\phi_i$  og  $\phi'$  er gitt i figur B. Analyttisk kan  $\alpha_i$  uttrykkes som:

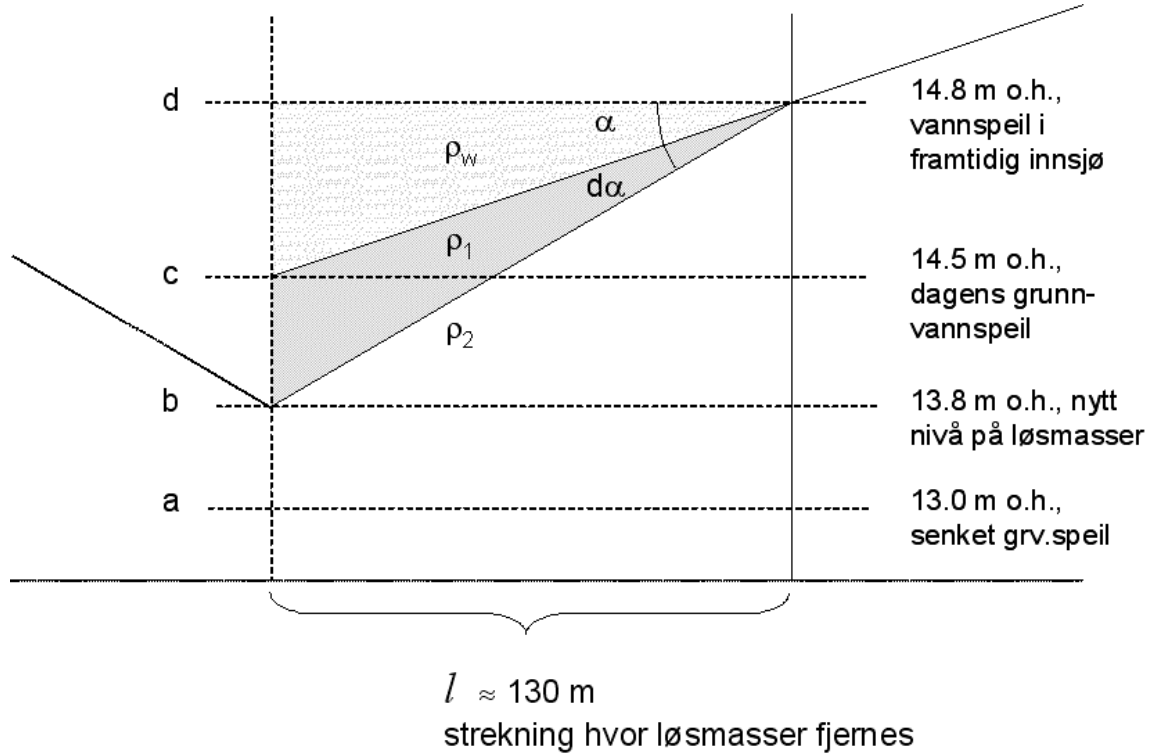
$$\alpha_i = 0.5(\pi/2 + \phi_i).$$

$\alpha_i$  er bestemt av  $\phi_i$ ,  $\phi'$  og en in situ sikkerhetsfaktor F gitt ved (Janbu, 1970):

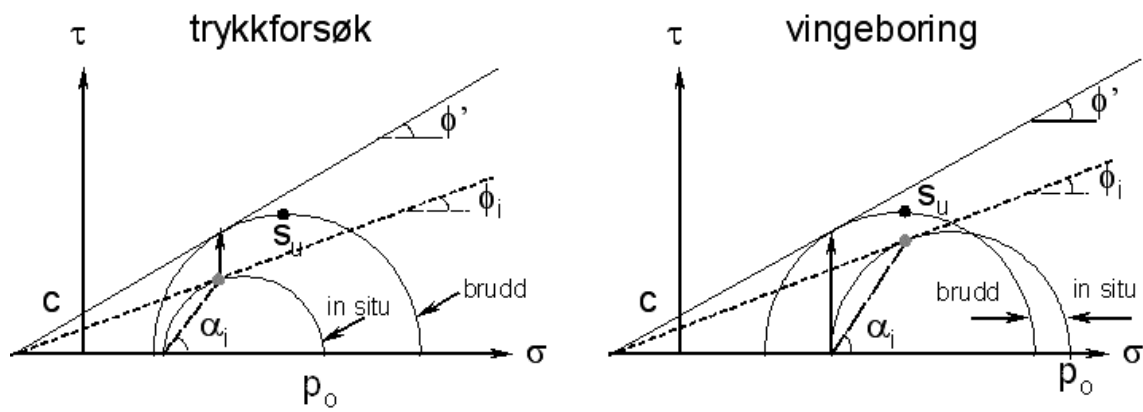
$$\text{tg}(\phi_i) = \text{tg}(\phi')/F.$$

F kan variere fra 1 til 1.6 (Janbu, 1970, figur 65.8). I anvendelsen av likning (3) i disse beregningene er  $F = 1.3$ . Effektivt overlagingstrykk ( $p_o'$ ) ved brudd er vist i figur C, D og E. Dette er beregnet ved å variere skjærfasthet ved brudd ( $s_u$ ), effektive friksjonsvinkler ( $\phi'$ ) og effektiv kohesjon ( $c'$ ) innenfor verdier som er oppgitt i Janbu (1970).

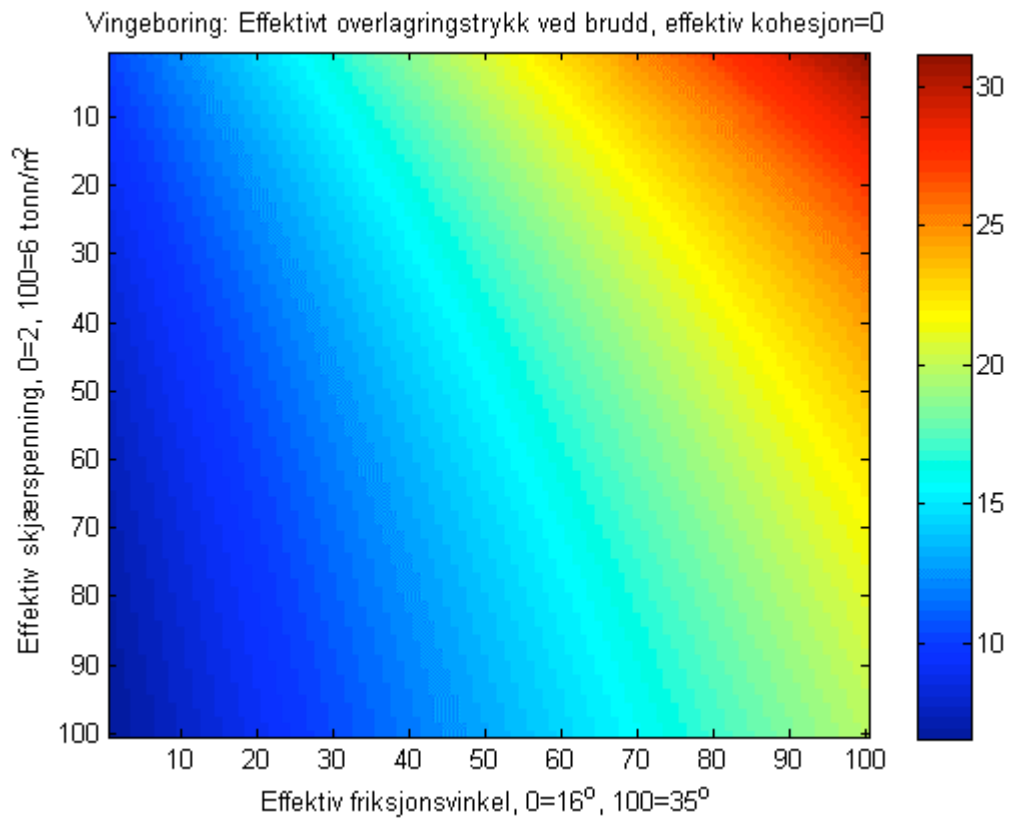
Forutsetningen om at terrenget er horisontalt betyr at den største hovedspenningen er lik in situ vertikalspenning. Denne forutsetningen er ikke helt oppfylt i dette tilfellet, men med helling på mindre enn  $0.5^\circ$  etter at løsmassene er fjernet, kan ikke avviket bli særlig stort. De verdiene som er oppgitt for skjærfasthet og friksjonsvinkler ligger langt utenfor det vi kan vente, og beregningene må derfor betraktes som "verste-tilfelle-beregninger". Ser vi bort fra kohesjonskreftene vil løsmassene tåle belastningene på opp til  $4.5 \text{ tonn/m}^2$ . Hvis løsmassene som skal legges på nede ved den framtidige strandkanten, har tetthet på ca.  $1.5 \text{ tonn/m}^3$ , vil løsmassene tåle pålagring opptil 3 meter ( $h = (4.5)/1.5 \text{ m}$ ). Hvis det legges på mer enn 2 til 3 meter bør det foretas geotekniske undersøkelser av løsmassene.



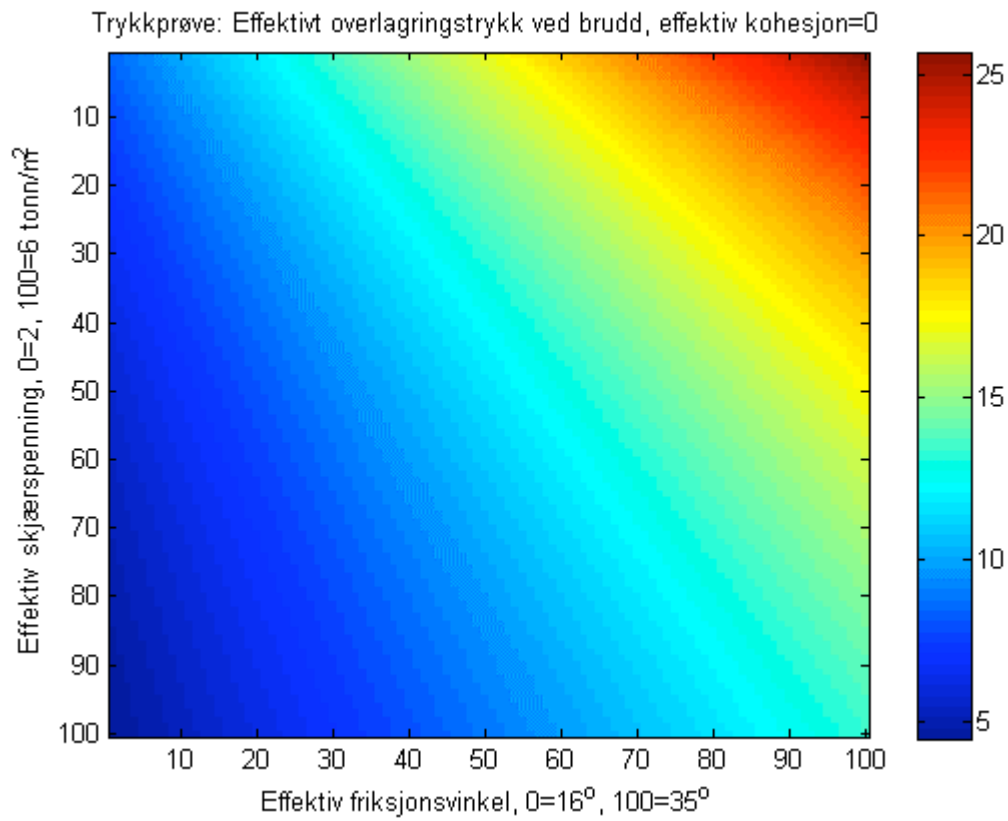
Figur A. Prinsippskisse for fjerning av løsmasser. Mørke grått felt indikerer masser som blir fjernet, mens lysegrått felt indikerer volumet av vann etter oppfylling til nytt vannspeil. Strekningen hvor det fjernes løsmasser tilsvarer ca. 130 m.  $\rho_w$  er tettheten ( $\text{tonn/m}^3$ ) til vann,  $\rho_1$  er udrenert tetthet til løsmasser med dagens grunnvannspeil,  $\rho_2$  er udrenert tetthet til løsmasser med senket grunnvannspeil. Dette tilsvarer tettheten under anleggsperioden, mens etter at innsjøen er på plass, vil  $\rho_2$  tilsvare tettheten for vannmettede løsmasser. Hellingsvinkelen på dagens terreng  $\alpha = 0.13^\circ$ , mens fremtidig helling på terrenget  $\alpha + d\alpha = 0.44^\circ$ .



Figur B. Skisse som viser forholdet mellom effektiv kohesjon  $c$ , effektiv friksjonsvinkel ( $\phi'$ ), in situ kritisk likevektsvinkel ( $\alpha_i$ ), in situ friksjonsvinkel ( $\phi_i$ ), skjærspenning ved brudd ( $s_u$ ), for trykkforsøks- og vingeboringsmålinger.



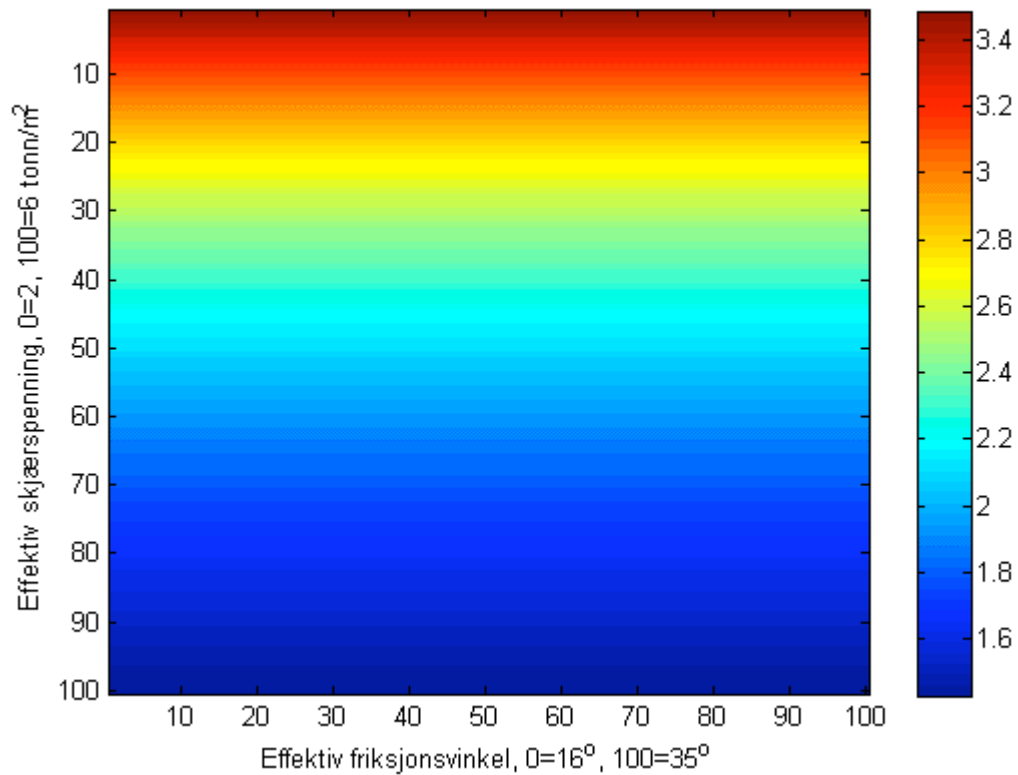
Figur C. Effektivt overlagingstrykk ( $p_o'$ ) ved brudd målt ved vingeboringstest for udrenerete prøver. Enheten for  $p_o'$  er tonn/m<sup>2</sup>.



Figur D. Effektivt overlagingstrykk ( $p_o'$ ) ved brudd målt ved trykkprøvemålinger på udrenerte prøver. Enheten for  $p_o'$  er tonn/m<sup>2</sup>.



Vingeboring: Differansen i overlagingstrykk mellom jord med kohesjon 0 og 1 tonn/m<sup>2</sup>



Figur E. Differansen i effektivt overlagingstrykk ( $p_o'$ ) ved brudd mellom løsmasser med effektiv kohesjon på 0 og 1 tonn/m<sup>2</sup>. Enheten for  $p_o'$  er tonn/m<sup>2</sup>.