



# Våtmarksområder ved Kjelle skole

## Detaljstudie

Produksjon: Enetjær Natur AB 2015



**enetjærn**  
natur ab

2015-10-21



# Om dokumentet

Enetjärn Natur AB på oppdrag for Vannområdet Haldenvassdraget

Våtmarksområder ved Kjelle skole – Detaljstudie

Utredningen har blitt gjennomført i perioden november 2014 til september 2015.

Følgende personer har medvirket i utredningen:

Sofia Lund, Enetjärn Natur AB – prosjektleder

Jens Morin, Naturcentrum – feltbesøk, kartstudier, tegninger, rapportarbeid

Susan Enetjärn, Enetjärn Natur AB – fotomontasje og kartillustrasjoner

Linn Marie Bjorvik, Golder Associates AS – oversettelse

Omslagsbilde: Fotomontasje våtmark.

Samtlige fotografier utenom fotomontasje: Jens Morin

# Innehåll

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1 Innledning.....                                      | 4  |
| Bakgrunn.....                                          | 4  |
| Utgangsposisjon .....                                  | 4  |
| Mål.....                                               | 8  |
| 2 Utforming og tiltak .....                            | 9  |
| Sjaktning.....                                         | 9  |
| Innløp.....                                            | 11 |
| Nivåregulering og utløp.....                           | 14 |
| Tilgjengelighet.....                                   | 16 |
| 3 Resultat .....                                       | 18 |
| Næringsretensjon .....                                 | 18 |
| Utjevning av vannføring.....                           | 19 |
| Tørrere grunn .....                                    | 19 |
| Biologisk mangfold.....                                | 19 |
| Rekreasjon og pedagogisk verdi .....                   | 19 |
| Beitemark og forverdi .....                            | 20 |
| 4 Vedlikehold .....                                    | 21 |
| 5 Risikoer .....                                       | 22 |
| 6 Kostnad.....                                         | 23 |
| Kilder.....                                            | 25 |
| Websider .....                                         | 25 |
| Litteratur .....                                       | 25 |
| Vedlegg 1 – Om vassdraget .....                        | 26 |
| Haldenvassdraget.....                                  | 26 |
| Lierelva.....                                          | 26 |
| Dårlig vannkvalitet.....                               | 27 |
| Årsaker til den dårlige vannkvaliteten .....           | 27 |
| Vedlegg 2 – Næringsretensjon .....                     | 29 |
| Fosforretensjon.....                                   | 29 |
| Nitrogenretensjon .....                                | 29 |
| Vedlegg 3 – Generelt om våtmarksanlegg.....            | 31 |
| Overflatestørrelse og dybde .....                      | 31 |
| Vegetasjon.....                                        | 31 |
| Biologisk mangfold.....                                | 32 |
| Varierte miljøer.....                                  | 32 |
| Strandsonen .....                                      | 33 |
| Vedlegg 4 – Generelt om vedlikehold av våtmarker ..... | 34 |
| Maskinelt vedlikehold.....                             | 34 |
| Beite.....                                             | 34 |
| Begrense fiskepopulasjon.....                          | 34 |
| Periodevis vedlikehold .....                           | 35 |



# 1 Innledning

## Bakgrunn

Vannområdet Haldenvassdraget arbeider aktivt for en bedre vannkvalitet i Haldenvassdraget. Vassdraget påvirkes av en rekke ulike virksomheter, bl.a. jordbruk, bebyggelse, avløp, infrastruktur og vannregulering. Høye næringskonsentrasjoner og stor sedimenttransport er de største problemene og årsaken er i stor grad jordbruket og det faktum at nedbørsfeltet for det meste består av leirrik jord med stor risiko for erosjon.

Et av alle tiltakene som Vannområdet planlegger er å etablere våtmarker for å bremse vannet slik at partiklene kan sedimentere, nitrogen, fosfor og sprøytemiddelrester skilles ut og øke det biologiske mangfoldet både på land og i vann.

Plassen nedenfor Kjelle skole er godt egnet for å skape en større våtmark med stort potensial for både næringsretensjon og biologisk mangfold.

## Utgangsposisjon

Nedenfor Kjelle skole lå det tidligere en grunn sjø/våtmark. Sjøen ble senket på 1940-tallet og har etter dette blitt benyttet som jordbruksområde. Lierelva renner i dag i et rett løp her. En lav voll, noen desimeter høy, gir kant til elva (figur 3). Jorden har tidligere vært dyrket, men benyttes nå som beite. Vegetasjonen domineres av nitrogenbegunstigede arter og våtmarksarter. Jorden består av tett leire noe som gjør at dreneringen er dårlig og ved nedbør står vannet utover store arealer (figur 2). I øst avgrenses området av tydelige høydeforskjeller i landskapet mens det lave området fortsetter og stiger bare langsomt mot nord, langsmed Svenskebekken.

I dette området er det bl.a. en mindre grøft som renner fra nordøst som bidrar med sedimenter. Det er en liten tilstrøm med tilsig fra ca. 100 ha der vannet er svært grumset også i perioder da det ikke nylig har regnet. Grøften tar imot vann fra leirige dyrkemarken i nordøst som grenser ned mot grøften. Den tette leiren og den stedvis bratte skråningshelningen gjør at det ved nedbør lett blir overflateavrenning og stor transport av partikulært bundet fosfor ved kraftig nedbør.

Rett nord for Kjelle skole renner også Svenskebekken ut i Lierelva. Det er en betydelig større tilstrøm på flyfoto tatt ved snøsmeltingen som ser ut til å bidra med store mengder sedimenter (figur 1 og 4). Svenskebekkens nedbørsfelt domineres av rette grøfter og kulverter og kan antas å bidra med forholdsvis høye konsentrasjoner av næringsstoffer. Jordsmonnet er for det meste rikt på leire selv om sandigere områder finnes.

Det store flate området nedenfor Kjelle skole har et terrengnivå på 124,5 meter over havet. De lavest liggende delene finnes lengst oppe i det nordvestre hjørnet og ligger på ca. 124,3 meter over havet.



1 Utgansposisjonen ved Kjelle skole.

2015-10-21





**2** Plassen nedenfor Kjelle skole (2 bilder) har tidligere blitt anvendt som dyrket mark, men benyttes nå som beite. Jorden består av tett leire noe som gjør at dreneringen er dårlig og etter nedbør står vannet utover store arealer.



**3** Liekelva renner i et rett løp forbi plassen. En lav voll, noen desimeter høy, gir kant til elva.

2015-10-21



**4** I den nordlige delen av området renner Svenskebekken (til venstre) og en mindre grøft (til høyre) forbi. De fører med seg store mengder sedimenter fra dyrket mark oppstrøms.



# 1

## Mål

Målet er en stor grunn våtmark med kapasitet til å ta hånd om sedimenter fra Svenskebekken og den mindre tilstrømmen i nordøst og fungere som utjevningsmagasin ved høy vannføring i Svenskebekken. På en slik måte kommer våtmarken til å bidra til å minske mengden nitrogen og fosfor som når sjøen Bjørkelangen lenger nedstrøms.

Vannspeilets nivå kommer til å variere gjennom året med den naturlige vannføringen. Grunnen kommer til å være vegetasjonsdekket og vegetasjonen består av friskengs- og våtmarksarter. Plassen kommer enda mer enn i dag til å tiltrekke seg våtmarksfugler som ender, gjess, svaner og vader, men også mindre arter som linerle og svaler. Plassen kommer også til å utgjøre en attraktiv plass å besøke for nærboende og tilreisende som vil ha en naturopplevelse.



**5** Målet er en stor våtmark med grunne vannflater, beitende dyr og rikt fugleliv. Bildet er en fotomontasje.

2015-10-21





## 2 Utforming og tiltak

**I dette kapitlet gis en oversiktlig beskrivelse av hvilke tiltak som forutsettes gjennomført for å oppnå målet. Våtmarksområdet omfatter et antall ulike tiltak. Våtmarkens bunn graves ut. En betydelig del av Svenskebekkens vann ledes inn i våtmarken. Nivåregulering ordnes med et regulerbart utløp og et antall brønner. For å få enkelt vedlikehold etableres kjørbare veier, og for å gjøre plassen attraktiv for besøkende foreslås det gangstier og utsiktsplasser.**

### Sjakting

Våtmarkens bunn sjaktes ut som ifølge prinsipptegning (figur 6). Sjaktingen kommer til å utføres på et ca. 3,8 ha stort område. De sjaktede flatene kommer til å ha en bunn som ligger ca. 40-80 cm under nåværende terrengnivå på en ca. 1 ha stor flate. Skråningene opp til nåværende terrengnivå kommer til å gjøres veldig slake. Gjennom å sjakte ut en del dypere partier i våtmarken økes våtmarkens volum. Dermed forlenges vannets omløpstid og sedimentasjonen forbedres. Dette gir også en bedre forutsetning for vannplanter og visse dyrearter å etablere seg ettersom våtmarken i visse deler alltid kommer til å kunne inneholde vann. En variasjon i dybde gir også mulighet for flere ulike arter å trives.

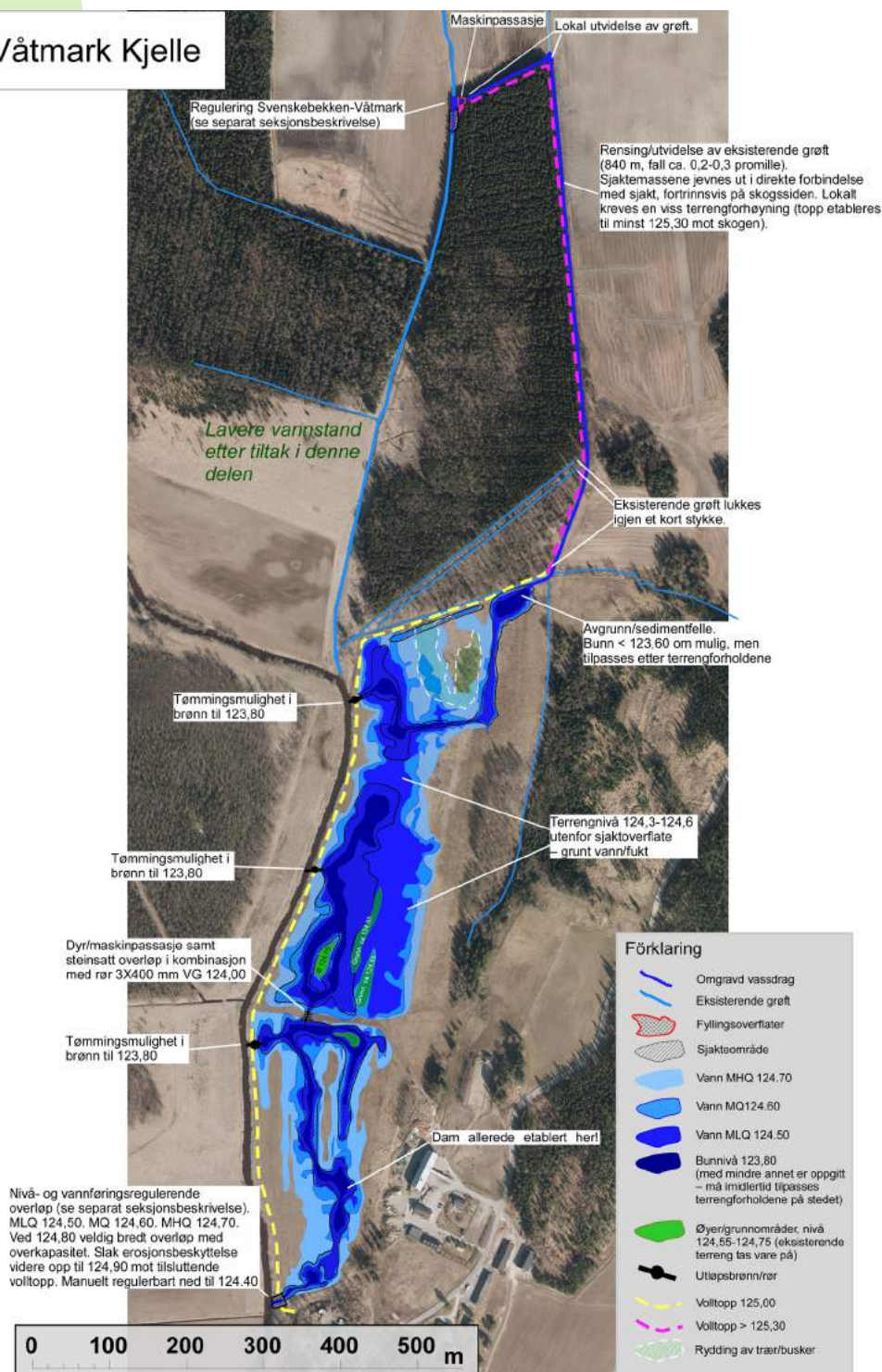
Ved innløpet anlegges en fordypningsom fungerer som sedimentfelle. Her blir sjakten på sitt dypeste, ned til omtrent en meter under eksisterende terrengnivå. Denne avgrunnen kommer sannsynligvis til å måtte renses for sedimenter med noen års mellomrom, derfor bør den etableres slik at det går an å kjøre dit med maskiner.

I det sjaktede området bevares et antall «øyer» og grunnområder. Dette er for å påskynde etableringen av vegetasjon på de sjaktede flatene noe som sikker stiller en høy nitrogen- og fosforsorpsjon og minsker erosjonsrisikoen. Grunnområdene og de flate øyene tiltrekker også hekkende fugler som lappedykkere, gressender og vadefugl. En av øyene kommer til å bygges noe høyere enn eksisterende terrengnivå slik at den stikker opp ovenfor det demte vannivået. Den kommer imidlertid til å holdes lavere enn 124,8 (rett under høyeste vannivå) og etableres med flate strender slik at den ikke forstyrrer landskapsbildet. Gjentakende oversvømmelse av grunnområdene og øyer motvirker etablering av uønsket vegetasjon som f.eks. spredning av bjørk og vierkratt.

Sjaktemassene, ca. 15 000 m<sup>3</sup>, håndteres på området. Ingen masser kommer til å måtte kjøres bort. Massene plasseres og modelleres slik at de på en naturlig måte følger landskapets former. Massene plasseres først og fremst i nordøstre og sørøstre del av området i et ca. 50 cm tykt lag. Lokalt kan avrenning fra jorden i øst måtte sikkerstilles med kompletterende drenering etter fylling. En del masser anvendes for å utvide og forsterke vollen mot Lierelva. Den nye vollen kommer til å ha en topp på 124,90-125,00 meter over havet, noe som lokalt er opp til 40 cm over dagens topp. Store deler av vollen kommer imidlertid til å ha samme høyde som i dag.

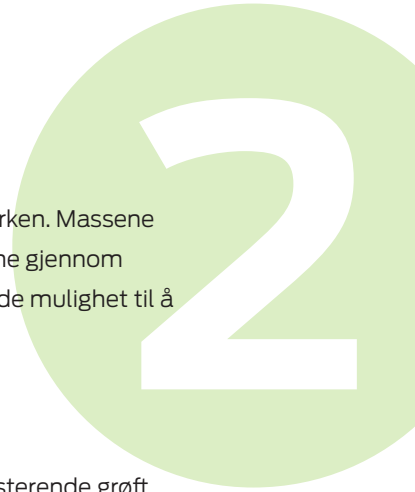
# 2

## Våtmark Kjelle



6 Her vises de tiltak som må gjennomføres og resultatet av dem. Det kreves forholdsvis få sjakter og lite fyllmasser for å skape en stor våtmark.

2015-10-21



For å skape tilgjengelighet kommer en del sjaktemasser til å plasseres sentralt i våtmarken. Massene plasseres her på overdekte rør og et slakt steinforsterket overløp slik at vannet kan renne gjennom vollen. Her kan landbruksmaskiner og beitedyr enkelt ta seg over. Det gir også besøkende mulighet til å komme nære våtmarksområdene og dets dyreliv.

## Innløp

Svenskebekkens vann ledes inn i våtmarken via et nytt løp. Det nye løpet følger en eksisterende grøft viss kapasitet tilpasses for å klare hele Svenskebekkens vannføring. Vannet ledes dermed inn i våtmarkens nordøstre hjørne. Nedre del av Svenskebekken lukkes.

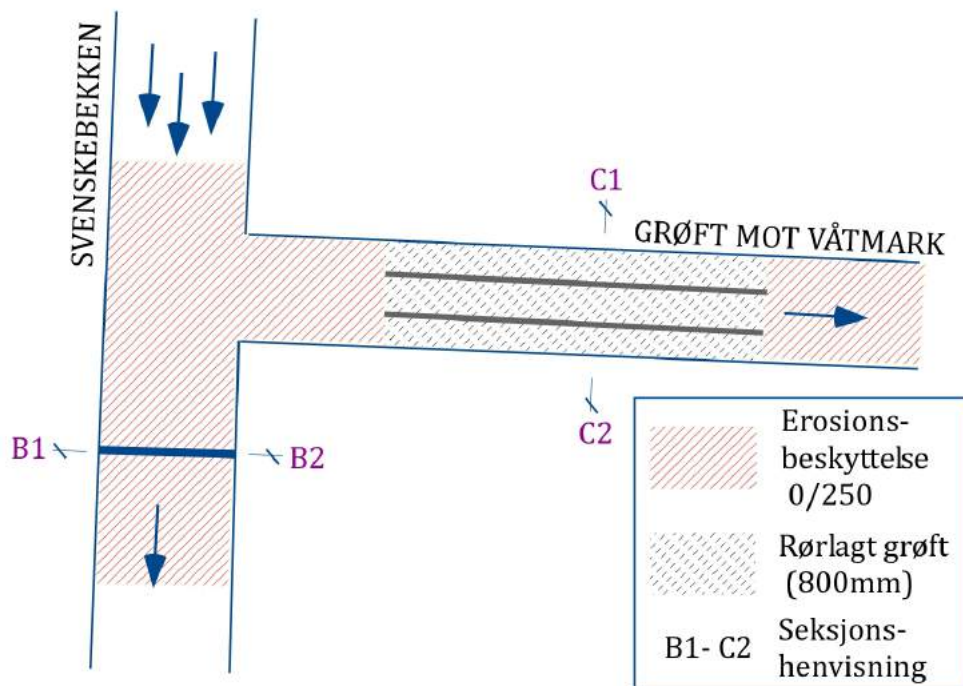
Demningen i Svenskebekken anlegges med en stabil fundamentering som eventuelt kompletteres med betong eller stålsjunt. I dammen bygges en mulighet for en viss senkning gjennom å bruke planketengsel (regulerbart utløp) som kan fjernes (figur 8). Med denne konstruksjonen skal det være mulig å senke nivået til ca. 124,50 meter over havet. Ved høy vannføring skal vann kunne strømme over demningen. På denne måten avlastes grøften og våtmarken ved spesielt høy vannføring, og risikoen for utskylning av sedimenterte sedimenter og erosjonsskader reduseres.

Demningen kommer til å innebære at vannstanden i Svenskebekken vil bli noe høyere, noe som kan påvirke dyrkemarken langs bekken mellom demningen og veien. Langs vestre side av bekken kan en drensledning legges parallelt med bekken og med åpning nedstrøms for demningen. Dette vil sikre dreneringen til dyrkemarken. På vestre side av bekken er terrengnivået høyere og fallet ned mot bekken større, derfor vil denne siden sannsynligvis ikke påvirkes av demningen.

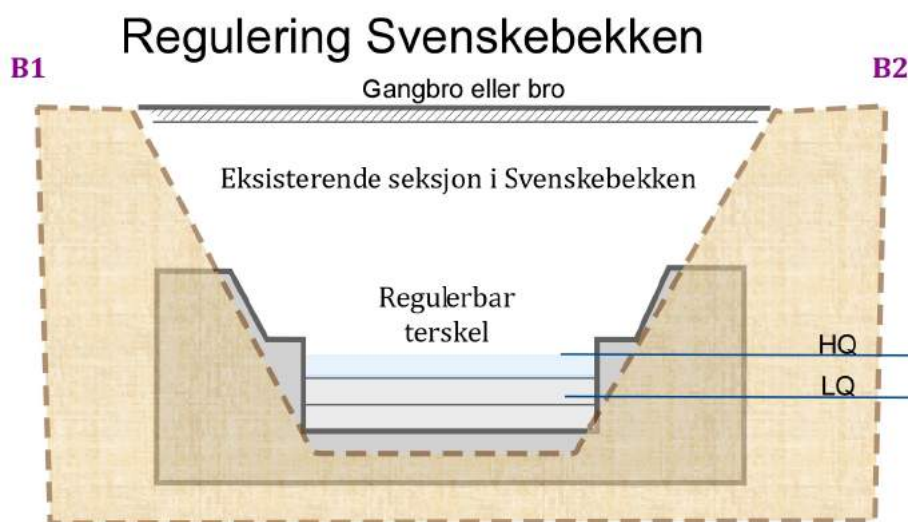
Svenskebekkens nye løp kommer til å følge eksisterende grøfter øst for nåværende løp. Grøftene kommer til å graves bredere for å kunne klare en større vannmengde. Et vannskille i grøften kommer til å graves bort ved at det graves litt dypere på en kortere strekning. I tillegg vil det også være behov for erosjonsbeskyttelse langs det nye løpet. Det nye løpet er 840 meter langt og fallet langs denne strekningen er bare omkring 0,3 promille. Ambisjonen bør være at minst 0,5 m<sup>3</sup>/s av Svenskebekkens vann skal kunne ledes om. Kapasiteten i grøften tilpasses ut ifra dette som et minimum. I forbindelse med den utvidede grøften kommer trær (for det meste gran) til å felles for å tilpasse grøftestrekningen.

Sjaktemassene plasseres i nærområdet, fortrinnsvis på skogssiden der konflikten med pågående arealbruk er mindre. Massene vil bli jevnet ut med slakke skråninger. Til en viss grad kan en terrengforhøyelse med sjaktemassene kompensere for en høyere vannstand i grøften også på den andre siden der det er dyrkemark. Om massene plasseres på dyrkemarken kan det tildekte grøftesystemet eventuelt måtte sees over og kompletteres.

Erosjonsbeskyttelse med steinmateriale vil behøves ved demningen og andre kritiske seksjoner. Størstedelen av den nye strekningen kommer til å måtte kles med kokosmatte eller lignende for å minimere risikoen for skred og erosjonsskader før skråninger har rukket å bli stabilisert av vegetasjon. Langs kortere strekninger finnes morene i grunnen og disse massene kan anvendes for å forsterke grøftekanten.



7 En demning plasseres i Svenskebekken og oppstrøms fra denne ledes vannet gjennom et stort rør østover gjennom et grøftesystem til våtmarken.



8 Seksjonstegning av demning i Svenskebekken.

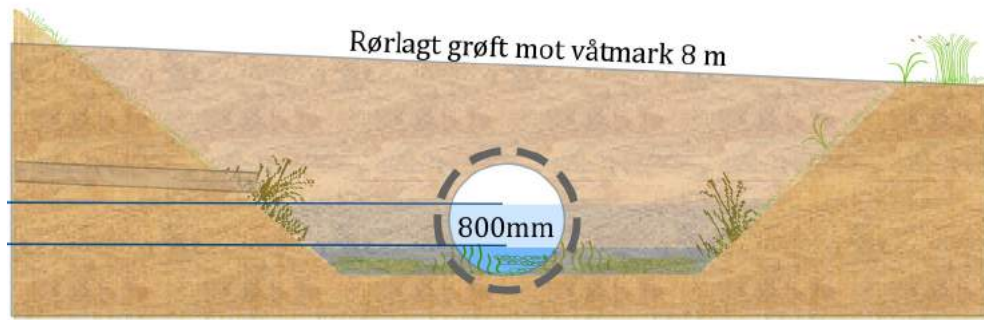




## Inløpsgrøft til våtmark

C1

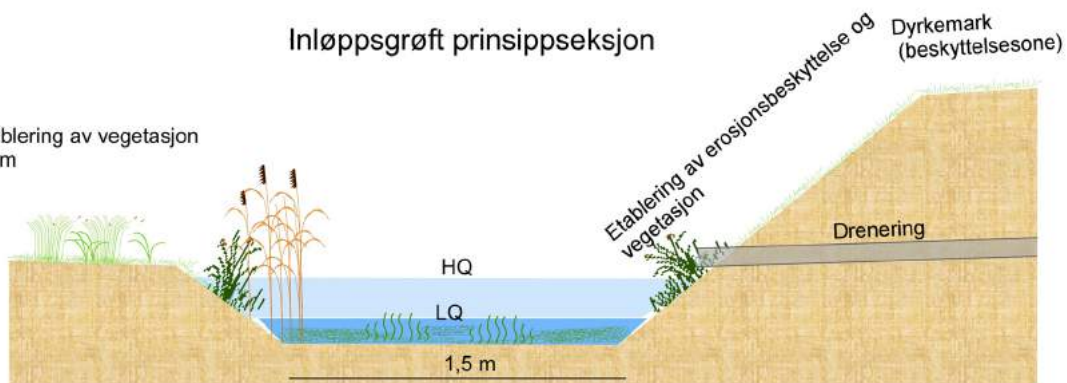
C2



9 Oppstrøms for demningen vil Svenskebekkens vann ledes mot grøften gjennom et rør.

## Inløpsgrøft prinsippseksjon

Etablering av vegetasjon  
> 4m



10 Prinsippskisse for Svenskebekkens nye bekkefar.

Ved at vannet avledes fra Svenskebekken et stykke oppstrøms unngår man påvirkningen på lavereliggende dyrkemark og skogmark langs bekkens nedre løp. Avvanningen i disse områdene vil fungere bedre enn i dag ettersom vannføringen i den nedre delen av eksisterende bekkefar blir betydelig mindre. Det muliggjør også et høyere vannivå i våtmarken. Muligheten for å holde et høyere vannivå i våtmarken innebærer at behovet for sjakting minker. Dette er positivt ettersom sjakting innebærer en risiko.

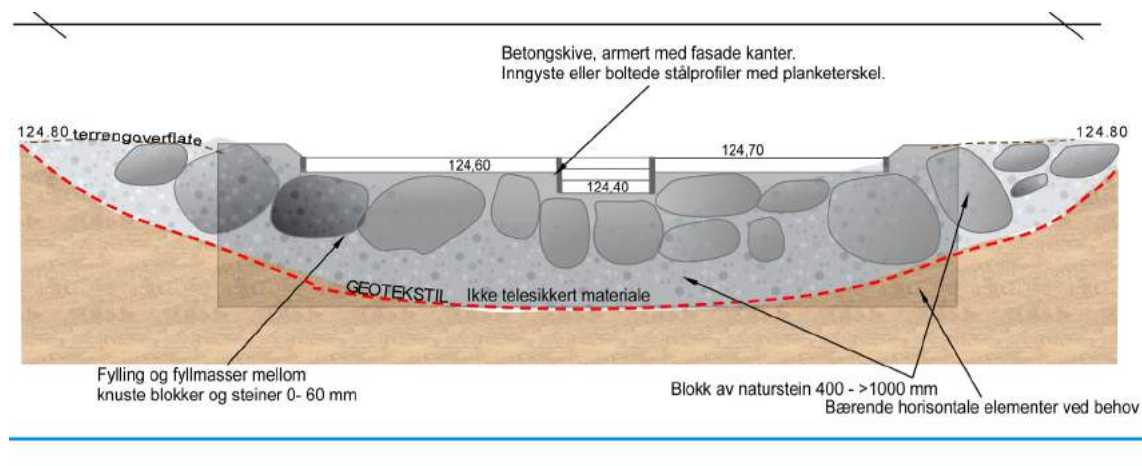
Også mindre tiltredende grøfter i nordøst kommer til å bli ledet inn i våtmarken. Det gjøres gjennom ved at de munner ut i våtmarken og ved at vannet renner med selvføll mot denne. Våtmarken kommer dermed til å fungere som sediment- og næringsstoffelle for mindre tilstrømninger i ulike grøftesystemer og en betydelig del av vannet i Svenskebekken.

## Nivåregulering og utløp

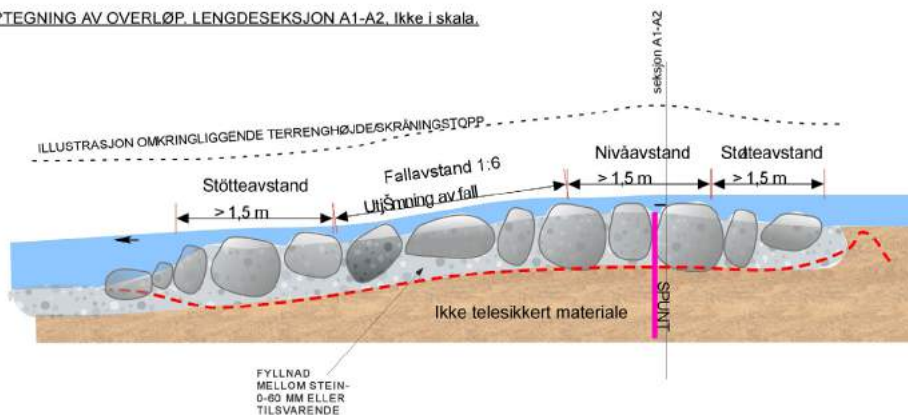
Våtmarkens utløp anlegges lengst i sør. Utløpet utformes med et nivå- og vannføringsregulerende overløp som anlegges slik at vannoverflaten tillates å variere naturlig med innkommende vann (figur 11 og 13). Gjennom å komplettere den med regulerbar terskel kan den også reguleres til en viss grad.

Vannivået i våtmarken kommer på sommeren til å kunne senkes ned til 124,00 m over havet ved lengre perioder med lav vannføring. Ved normal-middels vannføring kommer vannoverflaten til å ligge på 124,5-124,6 m over havet.

Lierelva kommer fortsatt til å få gå over siden bredder og inn i våtmarken over den lave volltoppen. Utløpet utformes med en bred erosjonsbeskyttet forsenkning på ca. 124,80 som siden slakt forbindes med volltoppen på nivå 124,9-125,0. Ved nivå 124,8 bør kapasiteten i utløpet være betydelig større enn 2 m<sup>3</sup>/s for ikke å risikere erosjon ved utløpet i de tilfellene hvor Lierelva går over sine bredder inn i våtmarksområdet. Fallhøyden langs Lierelva er veldig liten noe som gjør at elven går over sine bredder og inn i våtmarken også fra denne kanten.



PRINSIPTEGNING AV OVERLØP. LENGDESEKSJON A1-A2. Ikke i skala.

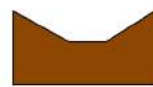


11 Våtmarkens utløp sett forfra og fra siden.



Gjennom å plassere våtmarkens utløp helt i sør blir vannets vei fra innløp til utløp lengst mulige og på en slik måte optimeres våtmarkens funksjon for næringsretensjonen.

For å muliggjøre manuell senkning av våtmarken anlegges tre brønner langs våtmarkens vestre kant. Med hjelp av brønnene kan vannivået senkes ned til ca. 123,8 noe som innebærer at den aller største delen tørrlegges. De nye vannoverflatene som er igjen ved dette nivået er i to mindre fordypninger. Det kan være aktuelt å åpne brønnene innenfor slåttemark eller begrenset beiting en gang i året, eller eventuelt med lengre intervaller. Senkning gjennom brønnene kommer bare til å være mulig i perioder med lav vannføring ettersom tilførselen ellers er for stor og nivået i Lierelva for høyt.



Alternativ demning for plassering i lavvannsrenne, eventuelt med hull for ytterligere senkning/vannføringsutjevningsskapasitet



**12** En renne midt i utløpet muliggjør ytterligere senkning.



**13** Eksempel på et utløp utformet som i beskrivelsen ovenfor.



## Tilgjengelighet

Der hvor Svenskebekken blir ledet om i en ny kanal vil det bli bygget en bro (figur 6) slik at man kan nå de landområdene som ligger mellom den nye og den gamle bekken med skogsmaskiner. Kanalen og broen vil bli konstruert ved at det legges ned et betongrør, dette vil gi en viss begrensning i flytmengden og gjøre at kanalen lettere kan krysses både med lettere maskiner og av besøkende samt av vilt. Røret bør være 800-1000 mm i diameter og ha en lengde på 8-12 m. Særlig tilpasning til grunnforholdene ved grunnlegging med grus anses som nødvendig for at tunge maskiner skal kunne passere.

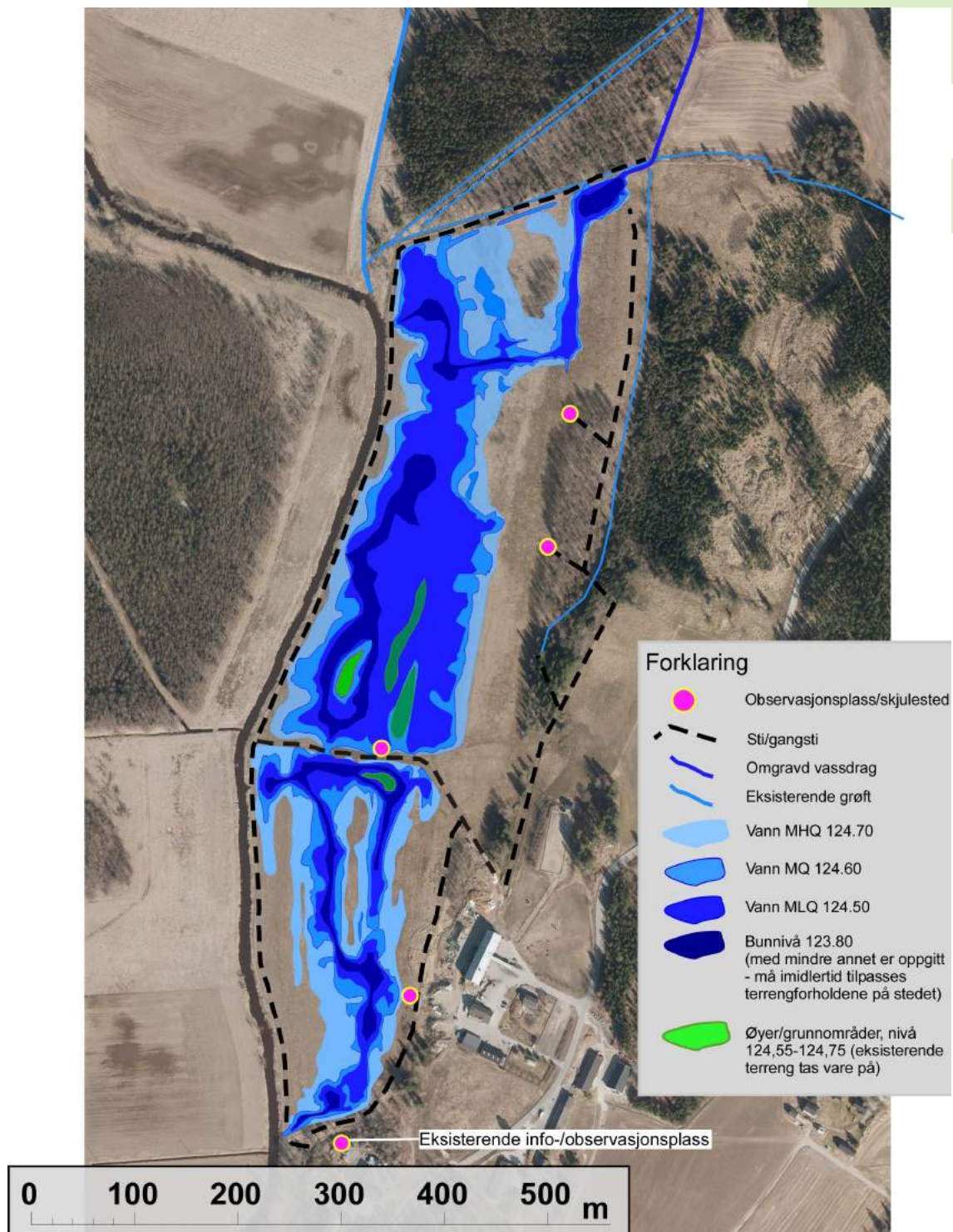
En kjørbær vei for jordbruksmaskiner etableres helst tvers over området og langs Lierelva der den eksisterende lave fyllingen forsterkes og gis en betraktelig lengre og slakere skråning.

Våtmarken vil være tilgjengelig for besøkende fra det sørøstre hjørnet og via Kjelle skole. Langs de forhøyede vollene kan en gangsti anlegges (se kart i figur 14). Gangstien bør generelt sett planlegges over høyvannsnivå (124,80).

Utsiktsplasser kan oppføres i ly av omkringliggende trær på den østre siden av våtmarken. Derifra tilbys et bra overblikk for f.eks. fuglekikking. Eventuelt kan en del masser transporteres hit og anvendes for å lage utsiktshøyder. Det er også lett å ta seg hit fra vei. Ettersom fuglekikking blir lettere i medlys bør observasjonsstedene plasseres slik at kikkingen er rettet nordover. Å ha et gjemmested nære vannet gir nærkontakt med fuglene også for besøkende uten kikkert. Forslag på egnede plasseringer for observasjonsplasser gis i kartet i figur 14.

For å gjøre tilgjengelig naturopplevelsene ytterligere kan informasjonstavler settes opp med informasjon om våtmarkens vekst- og dyreliv samt dets betydning i landskapet. Her kan det også informeres om hvordan man forårsaker minst mulig forstyrrelse på fuglelivet (i perioder med mye fugl bør kanskje ikke alle gangstier være tilgjengelige).





14 Her vises nye gangstier og besøkssteder

2015-10-21



## 3 Resultat

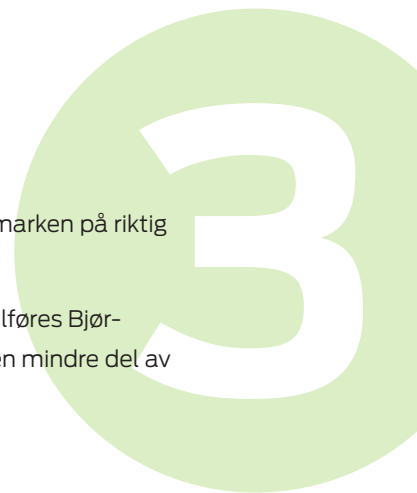
I dette kapitlet beskrives hvilke effekter anleggelsen av våtmarken kommer til å medføre. Våtmarken kommer ved lav til normal vannstand til å ha et vannspeil på ca. 5,4-10,8 ha (vannivå 124,5-124,7 m over havet) avhengig av tilførsel og anpasninger i reguleringen. Dypet kommer også til å variere. Ved lavvann (124,5 m over havet) vil det største dypet være ca. 1 m ved innløpsdelen og omkring 70 cm i øvrige dypområder. Ved høy vannføring kommer den overveidende delen av dypområdene til å være en knapp meter dype. Våtmarken vil, akkurat som i dag ved oversvømmelsessituasjoner, for det meste være veldig slakk og grunn.

### Næringsretensjon

Retensjon av nitrogen skjer i første omgang gjennom nitrifikasjon-denitrifikasjon. I denne prosessen omvandles nitrogenet i vannet til nitrogengass som går opp i luften. Våtmarkens effekt bruker generelt å estimeres til minst 500 kg nitrogen/ha våtmarksoverflate og år, gitt at belastningen er høy (ut ifra empiriske studier). Det finnes imidlertid eksempel på våtmarker som tar hånd om betydelig mer enn 1 tonn nitrogen/ha våtmarksoverflate, først og fremst i spesielt høyt belastede våtmarker. Våtmarken ved Kjelle skole kommer til å ha en utforming som er veldig veltilpasset næringsretensjon med lang oppholdstid, store vegetasjonsrike områder og relativt god spredning av vannet over flaten. Våtmarken ved Kjelle skole beregnes å kunne redusere 3-6 tonn nitrogen/år.

For fosfor er erfaringen fra andre våtmarker at separasjonen er sterkt avhengig av sedimenteringen av sedimenter. Sedimentasjon drar nytte av lang oppholdstid, men også av rikelig med vegetasjon som kan fungere som filter og stimulere sedimentasjon. Opptak av næringsstoffer skjer også av vegetasjon så slåtter og fjerning av avlingen øker separasjonen ytterligere. Ut ifra erfaring fra andre høybelastede våtmarker kan man vurdere at våtmarken ved Kjelle skole kommer til å kunne separere 30-50 % av fosformengden i innkommende vann. Mengden fosfor i Svenskebekken er ikke kjent, men det er rimelig å anta at konsentrasjonen er betydelig høyere enn i Lierelva der middelkonsentrasjonen av totalfosfor var 70 og 63 ug/l under målinger utført i perioden 2013-2014. Om man antar en middelvannføring på ca. 100 l/s og en fosforkonsentrasjon på ca. 100 ug/l i innkommende vann til våtmarken skulle den årlige fosforbelastningen være 315 kg. Med tanke på at sedimenttransporten i Svenskebekken er så åpenbar er dette sannsynligvis en lav estimering. Den totale immobiliseringen av fosfor vurderes til å være 100-150 kg/år og dette er en ganske forsiktig vurdering. For å kunne gjøre en sikrere beregning kreves detaljert vannprøvetaking i Svenskebekken.

Våtmarken planlegges med ekstremt god utforming for både immobilisering av fosforrikt sediment i dypområdene, men spesielt gjennom omfattende vegetasjon og høyproduktive grunne solbelyste flater



som sterkt stimulerer både sedimentering og denitrifikasjon. Gjennom å behandle våtmarken på riktig måte kommer næringsreduksjonen til å holdes på høye nivåer.

Til tross for gode forutsetninger er det fortsatt en mindre del av de 6 tonn fosfor som tilføres Bjørkelangen vært år som kommer til å kunne immobiliseres. Dette er fordi det fortsatt er en mindre del av nedbørsfeltet som berøres.

## Utjevning av vannføring

Våtmarken vil fungere som et utjevningsmagasin ved kraftig vannføring i Svenskebekken og ved mindre tilførsler fra nordøst. Disse vassdragene er rettet ut og har raske vannføringstopper som med den nye våtmarken kommer til å kunne utjevnes og fordrøyes betraktelig. Hvis det kommer et kraftig tordenvær med mye nedbør ved lavvann vil den vannføringsutjevnende kapasiteten være ca. 20 000 m<sup>3</sup>. Hvis regnet kommer ved middelvannstand vil kapasiteten være ca. 15 000 m<sup>3</sup>. Ved allerede høye vannivåer i våtmarken vil den vannføringsreducerende kapasiteten være mindre.

Denne effekten kommer imidlertid ikke til å merkes i Lierelva eller i Bjørkelangen.

## Tørrere grunn

At Svenskebekken ledes om i et nytt løp kommer til å føre til en bedre avvanning i det oversvømte området langs nedre del av bekken. Det gamle bekkefaret kommer etter bortledningen til å belastes mindre og derfor kunne lede bort mer av vannet fra de jordområdene som ligger nærmest.

## Biologisk mangfold

Våtmarken kommer til å bidra sterkt til et økt biologisk mangfold. Plassen kommer enda mer enn i dag til å tiltrekke ikke bare hekkende våtmarksfugler som ender, gjess, svaner og vadere, men også mindre arter som linerle og svaler. Dypere deler kommer til å gagne gressender og lappedykkere. Først og fremst i løpet av de første årene vil sjakteoverflatene være attraktive for de rastende vaderne.

Mangfoldet kommer også til å gagne andre artsgrupper slik som f.eks. planter, frosker, enkelte fisker og andre vannlevende smådyr. Eksisterende vegetasjon tas i stor grad vares på noe som gjør at området umiddelbart kommer til å være velfungerende for biologisk mangfold og næringsrensing.

## Rekreasjon og pedagogisk verdi

Våtmarken kommer til å utgjøre et vakkert innslag i landskapet. Forandringer i landskapsbildet kommer til å bestå i at den forbedring vannet har i dag ved høyvann, først og fremst på sen høst, vinter og tidlig vår, kommer til å opprettholdes i en mye større del av året.

Våtmarkens permanente store vannspeil vil utgjøre et populært reisemål for lokale innbyggere, men sannsynligvis også for langveis reisende gjester som fuglekikkere og spesielt naturinteresserte.



Det store biologiske mangfoldet, gangstier og informasjonsskilt om våtmarkens funksjon vil også gjøre den til et attraktivt utfluktsmål for skolene i nærområdet.

Verdien av å gjennomføre tiltak som kan tjene som inspirasjon og gode eksempel skal heller ikke under- vurderes.

## Beitemark og forverdi

Våtmarken kommer til å være så grunn at hele arealet kan og bør beites, i det minste innimellom. Det vil si at beitearealet kommer til å være det samme som det er i dag.

En mindre del (ca. 1 hektar) vil bli sjaktet ned til en omtrentlig dybde på 0,7 m ved normal vannstand (bunnivå 123,80 figur 6) og denne bedømmes til etter tiltak å ikke ville produsere noen forverdi av betydning. Her kommer en ren vannvegetasjon til å etablere seg og marken vil bare være tilgjengelig for beitende dyr under tørkeperioder eller ved aktiv senkning av vannstanden. Den delen som påvirkes av sjaktingen (ytterligere 1,8 ha) kommer innledningsvis ikke til å ha noen forverdi, men de grunnere partiene vil hente seg inn etterhvert.

På en del av våtmarken kommer vannstanden til å være slik at sammensetningen av vegetasjon vil endre seg og kanskje få en lavere forverdi. Den høye vannstanden vil også gjøre vegetasjonen vanskeligere tilgjengelig. Dette gjelder særlig det området som dekkes av vann ved normal lavvanns- stand (124,5 moh). Her kommer vegetasjonen til å være dominert helt av våtmarksarter med innslag av eksempelvis starr- og fuktelskende gressarter. Dette vil berøre 5,2 h (hvorav 2,8 ha sammenfaller med overnevnte sjakter)

Den resterende delen av våtmarken (normal vannstand 124,60 moh, ytterligere 2,1 ha) kommer for det meste til å ha en frodig vegetasjon bestående av starr- og fuktengsarter. Denne vegetasjonen kan tidvis være mer usmakelig eller være mindre tilgjengelig for beitedyrene. Men under tørrere perioder vil disse områdene sannsynligvis til å produsere mer beite enn tidligere ved at tilgangen på vann øker og gjennom regelmessig tilførsel av næringsstoffer. Ytterkanter som bare dekkes av vann ved høyvann (214,7 moh) ansees å ville få høyere forverdi på grunn av økt tilførsel av næring gjennom oversiling og, under tørrere perioder, bedre vanntilgang i rotsonen.

Muligheten for å regulere vannstanden gjør at det kan gjøres tilpasninger for en bedre grassproduksjon. Dette kan gjøres i perioder med lav vannføring. I perioder med høy vannføring er det viktig for det ernæringsmessige rensningspotensialet at våtmarken har en stor vannoverflate.





## 4 Vedlikehold

**I dette kapitlet redegjøres det for hva det nye våtmarksanlegget kommer til å kreve for å fungere optimalt.**

For å opprettholde en åpen våtmark med bra næringsavskillende funksjon og stort biologisk mangfold må våtmarken vedlikeholdes. Vedlikehold av våtmarker kan skje på ulike måter avhengig av formålet, f.eks. gjennom slått, beiter, vannstandsregulering eller tørrlegging. Vanligvis går vedlikeholdet ut på å regulere vegetasjonen, men målet kan f.eks. være å slå ut eller begrense en fiskepopulasjon. En del vedlikeholdstiltak gjøres årlig, mens andre kan gjøres med flere års mellomrom.

Våtmarken ved Kjelle skole bør vedlikeholdes gjennom beiting av storfe på samme måte som i dag. Gjennom aktivt å senke vannet ved hjelp av reguleringsbrønnene i perioden ca. 15. juli til ca. 31. august så tilgjengeliggjøres vegetasjonen for beitedyrene og uønsket vegetasjon vil dermed ikke få feste. Dette tiltaket gjør også at en eventuell fiskebestand i våtmarken reduseres, noe som gagnar mangfoldet av vannlevende smådyr og fugler. Etter denne tørrperioden bør reguleringen tilbakestilles slik at våtmarkens rensefunksjon optimeres i løpet av høst, vinter og vår. Kompletterende maskinell slått eller begrenset beiting bør vurderes omtrent hvert femte år. Dette er aktuelt hvis det kommer opp uønsket vegetasjon i form av høyt gress, kavedun, siv, starr, tistler, mjødurt eller spredning av or, selje eller bjørk. Avkappet kvist, annen død vegetasjon og avling bør fjernes fra området, både for å bidra til næringsreduksjon og fordi at om de blir liggende så vil de ødelegge torven.

Omtrent hvert femte år vil den første avgrunnen ved innløpet til våtmarken behøves å tømmes for sedimenter. Det gjøres med gravemaskin. Brønner og utløp vil ha et langt livsløp og være vedlikeholdsfrie, men de må ha regelmessig tilsyn der man renser bort eventuelle greiner og kvister som fester seg og reduserer kapasiteten.



## 5 Risikoer

**I dette kapitlet presenteres en samlet oversikt over de risikoer som finnes i prosjektet. Gjennom å ha et bevist fokus på dem kan de elimineres.**

Sjaktning innebærer en del risikoer og påvirkning på landskapsbildet. I anleggsfasen er det risiko for erosjon. Det er derfor viktig at arbeidene planlegges godt, utføres i en relativt tørr periode og at arbeidet avbrytes ved kraftig regn. Et forsiktighetsiltak kan være å la den ferdig etablerte våtmarken, det samme gjelder det nye bekkefare, stå tom eller kun ha en begrenset belastning det første året slik at vegetasjonen rekker å etablere seg før vannet ledes inn.

Det foreligger også en risiko for at den blottlagte jorden på de sjaktede overflatene medfører en høyere fosforbelastning i begynnelsen. Også denne risikoen minimeres gjennom rask etablering av vegetasjon på den blottlagte jorden.

I den omladede Svenskebekken er det risiko for erosjon og ved anleggelse er det spesielt viktig med erosjonsforebyggende tiltak her.

Det finnes også en risiko for at man ved sjaktearbeidet kommer ned til et grusigere eller sandigere lag som gir raskere infiltrasjon til Lierelva og dermed faktisk gir en lavere vannstand i området enn hva det er i dag i perioder med lavere vannføring. Dette kan delvis forebygges gjennom og, før arbeidet starter, ta jordprøver, men først og fremst ved at man under arbeidets gang er oppmerksom på jordens egenskaper. Hvis slik lag nås kan leirigere sjaktemasser anvendes som tetting, eller enda bedre er det å planlegge om og tilpasse sjakten til andre plasseringer. Risikoen minimeres gjennom at sjaktinger på dypet er begrenset. All drenering som oppdages i sjakten skal graves opp og forsegles hvis de kan ha en forbindelse med Lierelva.

I den østre delen av området er grunnens bæreevne begrenset. Her ligger kun et tynt lag leire over finsediment og organisk jord. Derfor har sjakteflatene blitt planlagt til andre områder lengre vest med bedre bæreevne. I løpet av arbeidets gang kommer sannsynligvis ytterligere tilpasninger til å gjøres for å unngå områder med dårlig bæreevne. Gjennom å anvende lettere maskiner og beltegående dumper vil risikoen for å kjøre seg fast og forårsake skader på grunnen reduseres.

Ved sjaktning i grunnen gjør man også et inngrep i landskapsbildet, både gjennom at terrengnivået senkes i våtmarksoverflaten og gjennom at slake høyder bygges opp av sjaktemassene. Denne påvirkningen kommer imidlertid til å minimeres gjennom at sjakt og opplag utformes og modelleres på en naturlig måte med slake helninger og myke kanter. Den i dag kunstige vollen mot Lierelva vil forsvinne for øyet ved at den jevnes ut og forbindes slakt med våtmarken.

Ved alle arbeider med maskiner i forbindelse til vann er det en risiko for at olje og andre kjemikalier lekker ut og havner i vannmiljøet. Det er derfor viktig å følge normale sikkerhetsrutiner for å unngå at dette skjer.



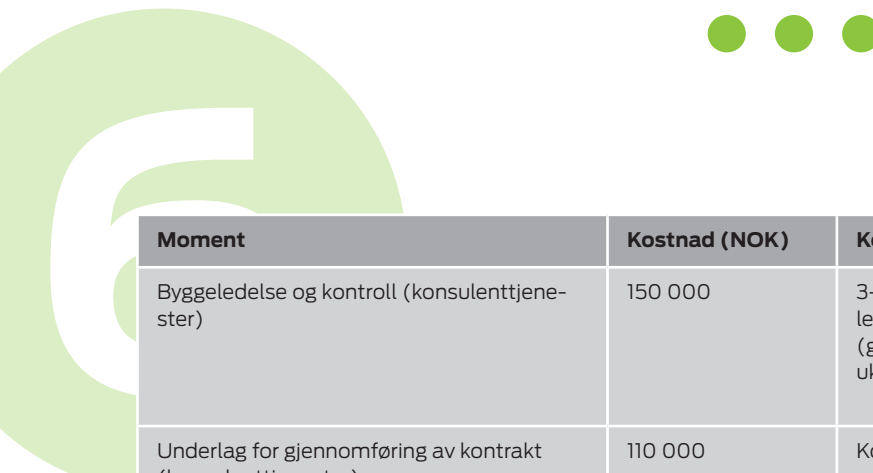
## 6 Kostnad

I dette kapitlet presenteres en kostnadsberegning for anleggsarbeidet.

Den totale kostnaden for å anlegge en våtmark ved Kjelle skole beregnes til ca. 3 50 000 NOK. Kostnadsberegningen er gjort ut ifra kjente forutsetninger og erfaringer fra lignende prosjekt i Sverige med erfarne entreprenører som er direkte anskaffet av ansvarlig konsulent/prosjektleder. Ettersom lokal kompetanse på både entreprenør- og byggeledersiden er begrenset for denne typen anlegg anbefales det at byggeledelsen og en plassansvarlig entreprenør ansettes fra Sverige. For øvrig er det viktig at lokale entreprenører ansettes så langt som mulig for erfaringsutveksling og kunnskapsoppbygging innenfor kommende prosjekt. Kostnadsvurderingen vises i tabell 1.

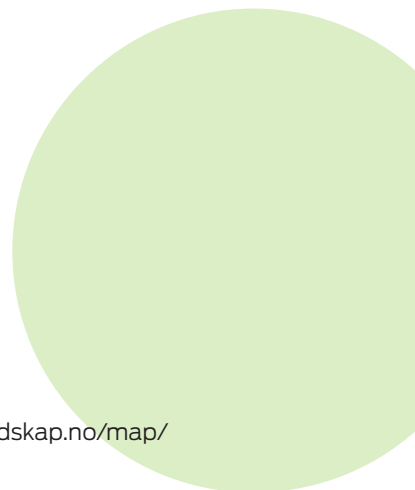
Tabell 1. Vurdering av kostnader.

| Moment                                                                                                                                                                | Kostnad (NOK) | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opprydningsarbeid                                                                                                                                                     | 100 000       | En del inntekter fra trevirke bør kunne trekkes fra dette.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sjakting og massehåndtering i våtmarksområde ca. 15 000 m <sup>3</sup>                                                                                                | 1 400 000     | Delvis kostbar massetransport, pga. dårlig bæreevne. Beltegående dumpere kan være nødvendig enkelte steder og masser kan måtte flyttes flere ganger. Snittpris på 70 kr/m <sup>3</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Innløpsgrøft med erosjonsbeskyttelse, utjevning av masser og enkelte utvidelser. Etablering og materiale.                                                             | 460 000       | Snittkostnad på ca. 400 kr/løpemeter inkl. materiale. Stedvis erosjonsbeskyttelse med stein, men for det meste enklere beskyttelse med f.eks. kokosmatte. Se også figur 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Demning i Svenskebekken og bortledning av vann samt en bro. Etablering og materiale (betong/stålpunt, større steiner, stein for fylling, geotekstil, 800-1000 mm rør) | 150 000       | Kostnad kan eventuelt reduseres om grunnforholdene er bedre enn forventet. Se også figur 7-9.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Overløp fra våtmark samt tre regulerbare brønner. Etablering og materiale.                                                                                            | 90 000        | Mindre brønner (600-800 mm) med ca. 200 mm rør. Overløp i henhold til figur 11f.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Nytt gjerde, 2 250 løpemeter, oppføring og materiale.                                                                                                                 | 200 000       | Sannsynligvis trengs det ikke nytt gjerde for hele strekningen, men enkelte gjerdepartier flyttes midlertidig ved masseutlegging og det kan være hensiktsmessig å tilføre en form for permanent inndeling. Robinia eller eikestolper kan av miljøhensyn være verdt å vurdere isteden for trykimpregnerert materiale. Omtrentlig kostnad på 60-70 kr/m montert og ferdig med robiniastolper. Enkelte overganger eller grunder bør planlegges med for tilgjengelighet. |



| Moment                                                                                                   | Kostnad (NOK)          | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Byggeledelse og kontroll (konsulentttjenester)                                                           | 150 000                | 3-4 byggemøter og kontroll på plassen med konsulentstøtte fra Sverige. Forutsetter erfaren arbeidsleder (gravemaskinfører) på plass daglig. Gjennomføringstid 4-6 uker for hoveddelen av kontrakten.                                                                                                              |
| Underlag for gjennomføring av kontrakt (konsulentttjenester)                                             | 110 000                | Konkurransegrunnlag med detaljert beskrivelse av oppdrag og forutsetninger for gjennomføring. Oppdaterte tegninger og seksjonstegninger. Dialog med entreprenører.                                                                                                                                                |
| Uforutsette kostnader                                                                                    | 270 000                | Eventuelle tilpasninger til dårlige grunnforhold, komplette-rende drenering for å redusere påvirkningen på dyrkemark ved f.eks. Svenskebekken.                                                                                                                                                                    |
| Tilgjengelighetstilpasning (planlegging, gjennomføring og materiale)                                     | 330 000                | Kan tilpasses etter ambisjonsnivå og ønske. F.eks. et skjulested inklusiv planlegging og tegning, enklere observasjonsplasser, markering av gangstier og noen kompletterende informasjonsskilt. Mye kan kanskje ordnes av skolen? Flere observasjonsplasser finnes allerede, og det samme gjør informasjonsskilt. |
| Prøving, underlag for eventuell finansiering, eventuelle kompletterende utredninger for gjennomføringen. | Ikke kostnadsbe-regnet | Uklart hvor mye prøving og utredning som kreves før bygging. Kreves ytterligere konsulentstøtte?                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Sum</b>                                                                                               | <b>3 120 000</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |





## Kilder

### Websider

I kartstudiet har materiale fra Skog og Landskap blitt anvendt: <http://kilden.skogoglandskap.no/map/kilden/index.jsp?theme=http://kilden.skogoglandskap.no>

[www.haldenvassdraget.com](http://www.haldenvassdraget.com)

### Litteratur

Naturcentrum AB 2011: Planeringsunderlag för vattenvårdande åtgärder i Skuttrons avrinningsområde.

Viskans vattenråd. Ahlén, I., Andrén, C. & Nilson, G. 1995: Sveriges grodor, ödlor och ormar – Fältguide och faktasamling. ArtDatabanken och Svenska Naturskyddsföreningen.

Vannområdet Haldenvassdraget 2008: Tiltaksanalyse for Vannområdet Haldenvassdraget

Spikkeland, I. : Haldenvassdraget – et vassdrag med et enestående biologisk mangfold. Østfoldmuseet.

Bjørkelangensjøen – tilstand og utfordringer – en kort oversikt

Greipsland, I. 2013: Lierelva. Bioforsk Jord og miljø.

Greipsland, I. 2014: Lierelva. Bioforsk Jord og miljø.

# Vedlegg 1 – Om vassdraget

## Haldenvassdraget

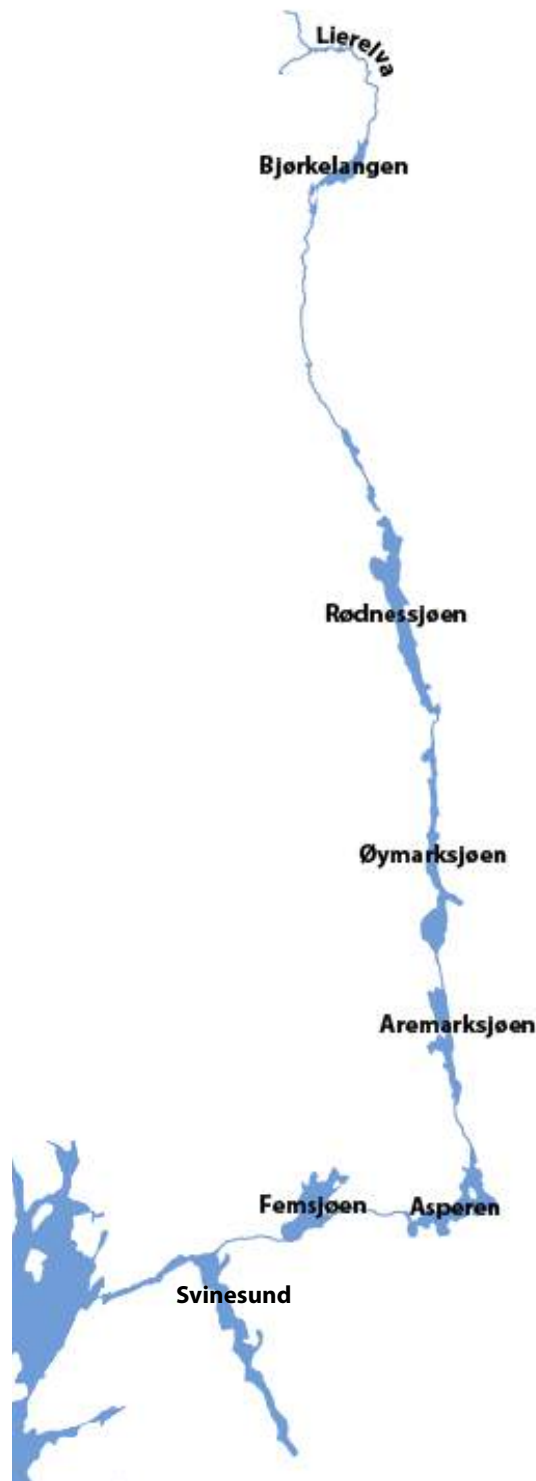
Haldenvassdraget er et ca. 15 mil langt vassdrag som munner ut i Svinesund ved Fredriksten festning i Halden. Nedbørsfeltet er ca. 1590 km<sup>2</sup> stort og utgjøres i stor grad av jordbruksjord. Hele elva renner under marin grense (den høyeste kystlinjen) og er ett av få vassdrag i Norge som har store arealer med leirjord i sitt nedbørsfelt. Dette bidrar til at vassdraget på naturlig vis er relativt næringsrikt. Sammen med den sydlige plasseringen gjør dette at Haldenvassdraget utgjør livsmiljø for mange arter som ellers er sjeldne i Norge. Elva kan karakteriseres som et lavlandsvassdrag med små fallhøyder. Vassdraget ligner mer et mellomeuropeisk vassdrag enn et norsk.

I Haldenvassdraget finnes det 24 ulike fiskearter, for det meste hvit fisk, med ulike karpefisker, abbor og gjedde som dominerende arter. I den nedre delen har laks igjen blitt introdusert. Det finnes også en bestand av krepssom imidlertid er truet av sykdommen krepsepest som ferskvannskrepssom, som også finnes i systemet, er bærer av.

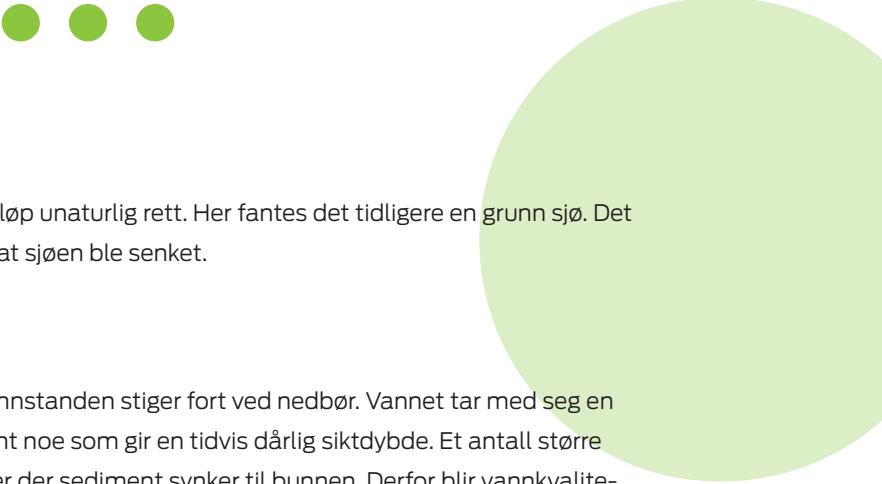
## Lierelva

Den største tilførselen til den øvre sjøen i systemet, Bjørkelangen, er Lierelva. Lierelva har et nedbørsområde som er 132 km<sup>2</sup> stort. Mer eller mindre alle tilførsler til Lierelva er grøfter, kulverter og utrettede bekker som renner gjennom dyrket jord. 15 % av nedbørsfeltet består av intensivt dyrket jord, spesielt nært vassdraget, med generelt høy leirkonsentrasjon. Jorden har dermed lav gjennomtrengelighet og ved nedbør er det stor sedimenttransport gjennom overflateavrenning. Da jorden er veldig fruktbar er det mest korn som dyrkes.

Lierelva er for det meste en sterkt meanderende elv med et løp som stabiliseres av trær og busker. Fra flyfoto å dømme flytter ikke løpet lenger på seg, men har over lengre tid beholdt nåværende løp. Kun ved Kjelle skole og



15 Haldenvassdraget från Lierelva i norr till Svinesund i söder.



oppstrøms for sjøen Bjørkelangen er elvens løp unaturlig rett. Her fantes det tidligere en grunn sjø. Det nye rette løpet ble anlagt i forbindelse med at sjøen ble senket.

## Dårlig vannkvalitet

Vannføringen i Lierelva varierer kraftig og vannstanden stiger fort ved nedbør. Vannet tar med seg en stor mengde leirpartikler, humus og sediment noe som gir en tidvis dårlig siktdybde. Et antall større sjøer i vassdraget fungerer som fangdammer der sediment synker til bunnen. Derfor blir vannkvaliteten gradvis bedre lengre nedstrøms. I Femsjøen, lengst nede i systemet, er vannet av så god kvalitet at sjøen anvendes som kommunal drikkevannskilde.

I dag er Haldenvassdraget å betrakte som overgjødslet. Situasjonen er dårligst i vassdragets øvre del som påvirkes av store arealer jordbruksjord. I Lierelva, som renner ut i sjøen Bjørkelangen, inneholder vannet høye konsentrasjoner av så vel fosfor som nitrogen og mye sedimenter. Bjørkelangen klassifiseres som hypereutrof. Her er det årlig store mengder alger og periodevis også giftige cyanobakterier noe som gjør at vannet ikke egner seg for bading. Noen ganger påvirker cyanobakteriene også sjøene som ligger nedstrøms.

Fosfortilgang er en av de viktigste faktorene som styrer forekomsten av spesielt cyanobakterie. Denne danner spesielle celler i koloniene sine som kan nyttiggjøre seg av nitrogenet i luften, slik at mengden oppløst nitrogen i vannet ikke lenger er begrensende for deres vekst. Dette gir dem en fordel i konkurransen med andre grupper av planteplankton da de kan nyttiggjøre seg mer av det fosforet som finnes i vannet.

Gjennom analyser har man vist at fosforet ikke kommer fra bunnsedimenter, men tilføres sjøen med tilstrømmende vann. Prøvetakinger av vannet har vist at status når det gjelder fosfor i vannet (målt som Tot-P) var dårlig både 2012/2013 og 2013/2014. Statusen for nitrogen (målt som Tot-N) var dårlig 2012/2013 og moderat i 2013/2014. Beregninger tyder på at anslagsvis 3840 tonn sedimenter og 6 tonn fosfor transporteres i Lierelva og til sjøen Bjørkelangen hvert år.

## Årsaker til den dårlige vannkvaliteten

Vannkvaliteten kan for det meste forklares av næringslekkasje og sedimenttransport fra inntilliggende jordbruksområder. De fleste dyrkemarkene i nedbørsfeltet har blitt grøftet eller har nedgravd drenering. Grøftene er rette og mangler i stor grad vegetasjonsdekte beskyttelsessoner. Det er først og fremst denne tilførselen som skaper problemer, delvis gjennom at det tilførte vannet tar med seg fine leirpartikler og næringsstoffer fra dyrket mark og ut i elver, og delvis gjennom at vannet ledes så fort fram i landskapet slik at vannføringen blir unaturlig ujevn. Grundige studier av ulike flyfoto viser tydelig at åpenbart grumset vann for det meste forekommer i noen av de mindre tilførselene som har et mer dyrkemark-dominert nedbørsfelt enn selve Lierelva.

Det intensive jordbruket, grøftingen og en sjøsenkning har gjort at vannet istedenfor og i stor grad sive gjennom vegetasjonen og siden stoppe opp i små våtmarker og grunne sjøer, renner direkte ut i hoved-



løpet og sjøen. Ved alle typer inngrep på dyrkemark, f.eks. pløying og harving, blir partikler med ut i vannet ved regn eller snøsmelting. Omløpstiden er betydelig kortere enn i naturlig tilstand og vannføringen i elva er mer ujevn. Ved nedbør stiger vannet i elva veldig raskt. Ved kraftig nedbør kan vannføringen i Lierfossen måles til over 20 m<sup>3</sup>/sek. Dermed er risikoen for oversvømmelser stor både langs elva og sjøen. Nærmest-liggende jorder oversvømmes årlig. Oversvømmelsene og den kraftige strømmen øker igjen risikoen for erosjon i elvefaret og langs strandsonene.

Sedimentasjon skjer når vannets fart bremses. Da kan de partiklene som vannet fører med seg synke til bunnen. Resultatet er synlig ved at det vannet som renner ut fra våtmarken og sjøer ofte er mindre grumsete enn det vannet som renner inn. Hvor effektiv denne funksjonen er bestemmes av hvor lenge vannet blir i våtmarken eller sjøen. Hvis vannet tvinges til å passere gjennom vegetasjonen stimuleres sedimentasjonen ytterligere. Små partikler trenger lenger tid på å sedimentere enn større partikler.



## Vedlegg 2 – Næringsretensjon

For fosfor er det særlig sedimentasjon som har stor betydning for separasjonen, til en viss grad sammen med opptak gjennom planter. For nitrogen er det isteden denitrifikasjon som har størst betydning for våtmarkens separerende funksjon, også her til en viss grad sammen med opptak gjennom planter.

### Fosforretensjon

En stor del av næringsstoffet fosfor er bundet til partikler. Derfor er sedimentasjon en viktig prosess ved rensing av vann med mye fosfor. Hvor mye sedimentasjon bidrar til å minske næringskonsentrasjonen i vannet avhenger av hvor lenge vannet blir i våtmarken, hvor effektivt vegetasjonen kan stimulere sedimentering, hvor mye av næringsstoffene som faktisk er bundet til partikler, hvor store partiklene er og om det finnes faktorer som motvirker sedimentasjon. Bunnlevende fisker som virvler opp sedimenter, krabber som spiser vannplanter, tilbakevennende høy vannføring med kort omsetningstid eller sterk vind er eksempel på faktorer som motvirker sedimentasjon. Fosfor binder seg i større utstrekning til mineralpartikler og derfor frigjøres de ikke like lett til vannet igjen. Det trengs oksygen for at fosforet skal binde seg til partiklene. Derfor frigjøres fosfor når oksygennivået i bunnvannet og/eller bunnsedimentet blir lavt. Sedimentasjon har derfor en betraktelig større betydning for binding av fosfor enn for binding av nitrogen.

### Nitrogenretensjon

Også nitrogen havner i bunnsedimentet, men siden det hovedsakelig er bundet til organiske partikler frigjøres nitrogenet lett når det organiske bunnmaterialet brytes ned. Derfor er denitrifikasjonen viktigere for å minke mengden nitrogen i vannet. Det er en prosess der bakterier omvandler nitrogen fra former som er tilgjengelige for planter og til nitrogengass, noe som de fleste planter ikke kan ta opp. Nitrogen føres på denne måten ut av næringssyklusen og opp i atmosfæren. Denitrifikasjon krever oksygenfrie forhold, men for prosessen er det nok om disse forholdene oppstår i en veldig liten skala, dvs. gunstige betingelser for denitrifisering kan oppstå selv i relativt oksygenrike miljøer, f.eks. i grunne vegetasjonsrike våtmarker. Denitrifikasjonsbakterier lever av å bryte ned organisk materiale, f.eks. døde plantedeler, og får fra disse både energi og materiale til å vokse. Bakteriene har evnen til å «puste» både oksygen, nitrat, nitritt og lystgass, men de foretrekker oksygen. Om nedbrytningsaktiviteten er høy kan oksygenet ta slutt i deres umiddelbare nærhet, f.eks. inne i biofilmen eller rett under overflaten på sedimentet. Da benytter bakteriene i stedet nitrogenforbindelser for å puste og i denne prosessen «puster de ut» nitrogengass som kan diffundere opp i luften.

Flere faktorer påvirker hvor effektiv denitrifikasjonen er i en våtmark. Den viktigste forutsetningen for effektiv denitrifikasjon er at tilgangen på nitrat er høy. Utover det er det viktig med tilgang på organisk materiale som bakteriene kan bryte ned. Det er også viktig at det finnes rikelig med vegetasjon som kan





fungere som overflate for biofilm, at vannet har lang oppholdstid slik at bakterier og nitrat rekker å mot-  
tas og at temperaturen er forholdsvis høy.



## Vedlegg 3 – Generelt om våtmarksanlegg

Etablering av våtmarker på humusholdig jord, som ved bruk avgir drivhusgasser, kan bidra til å minske den globale oppvarmingen. Våtmarkene kan også utformes til å fungere som vannføringsutjevner noe som kan minke problemet med oversvømmelser og erosjon. Våtmarker bidrar også i høy grad positivt til det biologiske mangfoldet gjennom at de utgjør viktige livsmiljøer for mange ulike arter, blant annet rasteplasser for trekkfugler, oppvekstplasser for fisk, amfibier og mange småkryp. Våtmarker i jordbrukslandskapet har i stor grad blitt grøftet opp for å gi plass til jordbruk og annen virksomhet. Det er derfor et stort underskudd på våtmarksmiljøer og mange av de artene som er avhengige av disse våtmarkene er i dag sjeldne og en del til og med truede. Våtmarker i dyrkemark gir også andre merverdier slik som mulighet til jakt og andre fritidsaktiviteter samt rent estetisk tiltalende miljøer.

### Overflatestørrelse og dybde

Flere av faktorene som har betydning for sedimentasjon går ut på å påvirke gjennom utformingen av våtmarken. Generelt er det bra hvis våtmarken er grunn, delvis fordi det da går fort for partiklene å nå bunnen og delvis fordi det minsker risikoen for oksygenmangel på bunnen noe som kan føre til at sedimentert fosfor løses ut i vannet igjen. Det gagnar også tilgangen på vannplanter som både stimulerer sedimentering mekanisk og aktivt tar opp næringsstoffer. Det er også bra om våtmarken har en relativt stor overflate der sedimentasjonen kan skje og at størrelsen gir en så lang oppholdstid for vannet som mulig. Hvis det er store mengder partikler som sedimenterer kan det være nødvendig å grave ut våtmarken i blant. Det gjøres vanligvis gjennom å anlegge en avgrunn ved innløpet der vannet bremses og der mesteparten av sedimentasjonen av grovere partikler skjer. Avgrunnen bør plasseres slik at den lett kan nås med maskiner for å grave ut med noen års mellomrom. Generelt vil man strebe mot å få vannet til å renne gjennom hele våtmarken, det vil si at vannet skal få en så lang vei som mulig mellom innløp og utløp. Gjennom å skape filtreringsflater, planere grunnområdene eller ha vegetasjon i tverrgående partier i forhold til strømningsretningen så gagnes avsetning av sedimenter, men også denitrifikasjon på kontaktflater.

### Vegetasjon

En del av de næringsstoffene som skilles ut i en våtmark tas opp og bygges inn i planter, alger og i en viss grad også i bakterier. Når organismene senere dør og brytes ned frigjøres næringsstoffene igjen. Gjennom å høste plantene og føre de bort fra våtmarken før den brytes ned kan næringsstoffene fjernes fra vannsystemet. Uten høsting og bortføring av planter fra våtmarken bidrar opptaket av næringsstoffer i planter relativt lite til våtmarkenes funksjon som næringsfelle.

Planter har også andre viktige funksjoner i en våtmark. Når vannet siler gjennom vegetasjonen bremses det opp, noe som er positivt for sedimentasjonen. Vegetasjonen fungerer dessuten som et filter der partikler kan sette seg fast. Vegetasjonen reduserer også risikoen for at det som allerede har sedimentert



virvles opp igjen ved at det bindes til bunnsubstratet. Hvor effektivt vegetasjonen bremser vannet og minsker oppvirvlingsrisikoen avhenger blant annet av plantenes form, voksemåte og hvor tett de vokser. Enkelt sagt kan man si at vannet renner fortere gjennom sparsom vegetasjon enn gjennom tettere vegetasjon. Veldig tett vegetasjon kan imidlertid på sikt gjøre at vannet kanaliseres, noe som gjør at det til tross for den tette vegetasjonen kan strømme relativt raskt gjennom våtmarken. Tett, lavtvoksende vegetasjon kan også gjøre at vannet helt enkelt renner over vegetasjonen og derfor ikke bremses opp. Gjennom regelmessig vegetasjonsfjerning (beite eller slåtter) av vegetasjonen i våtmarken kan kanalisering motvirkes og gane strukturvariasjon. En variert vannstand gjennom året gir også en forstyrrelse av vegetasjonen som hindrer at arter tilpasset et visst vannivå blir dominerende. Dette gir, i tillegg til et større biologisk mangfold, bedre forutsetninger for en variert struktur på vannvegetasjonen og mindre risiko for ensformige tette bestander.

## Biologisk mangfold

Våtmarker er viktige livsmiljøer for mange arter. I våtmarker trives både fugler, amfibier, vannlevende insekter og andre smådyr. En del fisker, f.eks. gjedde, går opp i grunne våtmarker for å leke. Det grunne, varme vannet er derfor en viktig oppvekstplass for fiskeyngelen. Det grunne vannet varmes raskt og i det varme vannet er produksjonen høy.

Mange fugler, f.eks. gjess, svaner, vadere, ender, svaler og piplerker hekker gjerne i tilslutning til våtmarker der de finner mat. De bruker også våtmarkene som rasteplasser under trekkperioden. Vann og våtmarker er viktige miljøer også for større vilt som lever på land, men som tar seg ned til våtmarken for å drikke vann, beite saftig våtmarksvegetasjon eller jakte. Mange flaggermus jakter fortrinnsvis i tilslutning til våtmarker.

## Varierte miljøer

I takt med at andelen våtmarker har minsket i jordbrukslandskapet har også de livsmiljøer som våtmarker tilbyr minsket, noe som har ført til at et stort antall dyr og planter som er avhengige av eller tiltrekkes av disse miljøene har minsket. For en del arter er deres overlevelse i landet truet av nettopp dette.

Ulike arter foretrekker ulike typer våtmarker. Grunne variasjonsrike våtmarker tiltrekker mange arter og bidrar derfor vesentlig til biologisk mangfold. Variasjonen medfører at det finnes ulike livsmiljøer som passer ulike arter og ulike livsstadier. Variasjonen innebærer også at det finnes beskyttelse og gjemmesteder noe som kan være en forutsetning for visse arters mulighet til å eksistere i våtmarken, spesielt om det er rovfisk i vannet.

Variasjonen kan skapes gjennom å variere dybden og skape en flukturerende strandlinje, skape en bred strandsone og skape gode forutsetninger for vedlikehold gjennom slåtter og beite. Ved å variere dybden skapes variasjon i oksygeninnvå, lysmengde og temperatur i vannet. Ulike planter foretrekker forskjellige dybder noe som ytterligere bidrar til variasjonen. En bred strandsone kan lages ved å sørge for at skråningene rundt våtmarken er slakke. En bred strandsone gir en tydeligere fuktighetsgradient og gir



forutsetninger for en variert vegetasjon. Mange våtmarksfugler tiltrekkes av brede strandsoner og det øker tilgjengeligheten for beitedyr.

Slakt hellende strender rundt en våtmark gjør at variasjonen i vannstand påvirker utbredelsen av våtmarken mye. Ved høy vannstand kan store deler av våtmarken være dekket av vann, mens de store flatene i strandsonen kan være helt tørrlagte i løpet av tørrere deler av året.

## Strandsonen

Generelt sett bør våtmarker være grunne og ha slakt hellende strender. Det er ofte optimalt både for næringsrensing og for biologisk mangfold. Grunne våtmarker med slakke strender smelter også bedre inn i landskapsbildet. Disse generelle retningslinjene gjelder imidlertid ikke alltid og overalt. I blant kan det være nødvendig med avgrunner for mer effektiv sedimentasjon og en del arter foretrekker også dypere vann.

Markerte voller og bratte skråninger bør generelt unngås, både for å forenkle vedlikehold, gagne mangfold og som et sikkerhetstiltak. Våtmarkens skråninger bør ha en skråningshelning på minst 1:7 og gjerne være så slak som 1:20. Så langt som mulig bør den lokale topografien styre slik at anlegget ser naturlig ut.



## Vedlegg 4 – Generelt om vedlikehold av våtmarker

### Maskinelt vedlikehold

Slåtter minsker dominansen av klonedannende eller konkurransedyktige arter til fordel for en mer artsrik flora. Vegetasjonen har også en tendens til å bli lavere noe som skaper et større innslipp av lys og en høyere temperatur nærmere bunnen. Slåtter gagnar derfor både biologisk mangfold og er positivt for våtmarkens funksjon som næringsfelle både gjennom forhindring av gjenvoksing og at næringsstoffer som er tatt opp aktivt føres bort. Gjennom å tilpasse tidspunktet for slåtter til etter plantene har visnet og ved å samle sammen og føre bort det beskært plantematerialet så føres næringsstoffet bort fra våtmarken. Slåtter motvirker også kanaldannelse noe som har betydning for våtmarkens funksjon som sedimentasjonsfelle. Hvis våtmarken også har som formål å ganne biologisk mangfold bør skjærende eller klippende redskaper benyttes siden mange plantearter mistrives om stilker og blader slites av i stedet for å skjæres av med et skarpt snitt. Det er også en stor risiko for at rotsystemet tar skade hvis vegetasjonen slites av i stedet for å klippes noe som gjør at gjenopprettingen tar lengre tid. Forsinket gjenoppretting av vegetasjonen og at sediment virvles opp ved innhøsting fører til en midlertidig forringelse av immobiliseringen av næringsstoffene.

Slåtter bør som regel skje på slutten av sommeren slik at hekkende fugler rekker å få ut ungene sine. I tørrere partier er det lønnsomt å la høyet ligge igjen noen dager for å tørke før det føres bort slik at det rekker å avgi frøene sine. For å føre bort så mye næringsstoffer som mulig er det imidlertid viktig ikke å slå så sent at plantene har rukket å begynne å visne og ikke å la høyet ligge igjen og råtne i våtmarken.

### Beite

Beite skaper større småskala variasjon enn hva slåtter gjør. Beite er til forskjell fra slåtter selektiv gjennom at dyrene ikke beiter like hardt på alle typer planter. Dette fører til ujevnheter i vegetasjonen med kortbeitede og mindre velbeitede partier. Beitedyrenes flekkvise gjødsling og deres nedtramping fører til ytterligere variasjon av livsmiljøer i en liten skala. Beitedyrene bør imidlertid ikke tillates å beite så hardt at det medfører en risiko for erosjon. Føring bør unngås altfor nære vannområdet, definitivt ikke skje innenfor høyeste forutsigbare vannstand. Risiko for skader grunnet nedtramping f.eks. i trange passasjer bør så langt som mulig reduseres. Storfe er normalt det dyret som fungerer best i fuktige jordområder, men det er forskjeller mellom ulike raser og individer og sambeite eller vekselvis beite med f.eks. sau og hest kan også fungere utmerket.

### Begrense fiskepopulasjon

Også fiskesamholdet i våtmarken kan i noen tilfeller behøves å reguleres for å få en så effektiv reduksjon av nitrogen og fosfor som mulig. Noen arter skader plantene når de leter etter mat i bunnsedimentet noe som påvirker blant annet sedimenteringsgraden og denitrifikasjonen. Hvis det finnes mye store





rovfiskarter i systemet så minsker mengden mindre fisk som har dyreplankton som føde. Det fører til lavt beitetrykk på planteplankton noe som bidrar til algeoppblomstring.

## **Periodevis vedlikehold**

Vedlikeholdet kan forenkles ved å etablere mulighet for vannregulering slik at vannivået i perioder kan senkes. Vedlikeholdet utføres hovedsakelig i tørre perioder. Hvis grunnen har god bæreevne kan vedlikeholdet utføres med vanlige jordbruksmaskiner. Med jevne mellomrom (kanskje minimum hvert femte år) bør våtmarken aktivt senkes og vegetasjonen felles og fjernes. Det vil sannsynligvis også være behov for å sjakte bort sediment ved innløpet ved 5-10 års mellomrom.



**På oppdrag for Vannområdet Haldenvassdraget**