

Gjenåpning av bekkelukkinger

Veileder

Atle Hauge, Bjørn Walseng,
Sigrid J. Langsjøvold og Håkon Borch

Jordforskrappport nr. 85/05

Tittel:

Gjenåpning av bekkelukkinger – veileder

Forfatter(e):

Atle Hauge, Bjørn Walseng, Sigrid J. Langsjøvold, Håkon Borch

Dato: 16.03.06	Tilgjengelighet: Åpen	Prosjekt nr.: 3897	Arkiv nr.: 6.03.29
Rapport nr.: 85/05	ISBN-nr.: 82-7467-547-9	Antall sider: 39	Antall vedlegg: 0

Oppdragsgiver:

Statens landbruksforvaltning

Kontaktperson(er):

Johan Kollerud

Stikkord:

Gjenåpning, åpning, lukningsanlegg, biologisk mangfold, flomdemping, vegetasjonssoner, rensetiltak, terskler

Fagområde:Naturbaserte rensesystemer
Hydroteknikk**Sammendrag:**

I mange landbruksområder er en stor andel av småbekkene gjenlagt i rør. Dette har skapt landskaper fattig på biologisk og landskapsmessig mangfold, mindre renseevne for næringsstoffer og mindre flomdemping. Nå begynner mange av anleggene å bli gamle, og det kan være nødvendig å renovere dem. Dette gjør det aktuelt å åpne opp bekkene, i stedet for å investere i ny rørgate.

Åpning av bekkene kan gi mange fordeler: Nye leveområder for vannlevende organismer, planter, fugler og vilt. Større mangfold. Økt renseevne for næringsstoffer og partikler i avrenningen fra landbruket. Økt mulighet for flomdemping. Rikere kulturlandskap og mulighet for friluftsliv

Siden det er få lukningsanlegg som vil bli gjenåpnet, vil det være viktig at de anlegg som åpnes maksimerer de positive effektene. Rapporten gjennomgår hvordan en kan gi best mulig forhold for biologisk mangfold, rensing og flomdemping ved konstruksjon av et nyåpnet vassdrag. Stikkord er variasjon i dybde og fart på vannet, erosjonskontroll, terskler, bruk av vegetasjonssoner og annen beplantning. I tillegg går en gjennom spesielle behov som mange dyre- og plantearter har for å overleve.

Ansvarlig leder

.....

Lillian Øygarden

Prosjektleder

.....

Atle Hauge

Forord

Formålet med dette prosjektet har vært utarbeidelse av en veileder for gjenåpning av bekkelukkinger. Veilederen er kommet i stand med finansiering fra SLF.

Et anlegg i Rakkestad er fulgt i praksis gjennom en slik prosess og er brukt som modell i veilederen. Jordforsk har også utarbeidet et lite hefte med hovedpunktene fra veilederen, også finansiert av SLF.

Prosjektet har vært et samarbeid mellom SLF, Fylkesmannen i Østfold, Rakkestad kommune, NINA, Jordforsk og NVE.

Deltakerne har vært:

Johan Kollerud, SLF

Knut Berg og Monica Kristiansen, Fylkesmannen i Østfold

Arild Støylen og Jan-Erik Tveten, Landbrukskontoret i Rakkestad kommune

Bjørn Walseng og Trond Taugbøl, NINA

Atle Hauge, Bent Braskerud og Håkon Borch, Jordforsk

Sigrid J. Langsjøvold, Arne Hamarsland og Gry Berg, NVE

I tillegg har gardbruker Mads Korsvold på Åstorp Gård i Rakkestad vært sentral i prosjektet, siden et forsøksanlegg ble anlagt på hans eiendom. Anleggsarbeidet var ferdig i mai 2005, men det vil ta et par år før en får ferdig vegetasjonssone og beplantning rundt bekken.

Teksten i veilederen er i hovedsak skrevet av Atle Hauge, Bjørn Walseng, Håkon Borch og Sigrid Langsjøvold. Atle Hauge har vært redaktør og satt sammen bidragene.

Arild Støylen har planlagt gjenåpningsanlegget, i samarbeid med Knut Berg hos Fylkesmannen, med innspill fra Atle Hauge, Arne Hamarsland og Trond Taugbøl.

Innhold

Sammendrag	1
1. Innledning	2
2. Biologisk mangfold.....	4
2.1. Generelt om kolonisering av bekker og dammer	4
2.2. Hvilke arter kan vi forvente?	5
2.3. Hva bør vektlegges ved etablering av stillestående vann?	8
2.3.1. Dyp.....	8
2.3.2. Bunnforhold	9
2.3.3. Beplantning	9
2.3.4. Populasjonsdynamikk	10
2.3.5. Landskapsvariasjon.....	10
2.3.6. Kantvegetasjon.....	10
2.4. Hva bør vi vektlegge ved etablering av strekninger med rennende vann?	11
2.4.1. Vandringshindre.....	12
2.4.2. Dominante arter	12
2.4.3. Spredningsveier	13
2.5. Tips for tilretteleggingstiltak for ulike arter ved gjenåpning av bekker	13
2.6. Huskeliste for planlegging for stort biologisk mangfold i vannforekomster.	14
3. Bekken som rensetiltak.....	15
3.1. Forurensingssituasjonen i norske landbruksområder.....	15
3.2. Hvilken virkning kan gjenåpning få på forurensingssituasjonen?.....	15
3.2.1. Sideskråning i kanaler – valg av helling	17
3.3. Vegetasjonssoner langs vassdraget.....	17
3.3.1. Vegetasjonssoners renseeffekt	18
3.3.2. Utformingen av vegetasjonssoner.....	18
3.4. Fangdammer	20
3.4.1. Fangdamkomponenter	20
3.4.2. Renseeffekt i fangdammer	21
3.4.3. Renseprosesser i fangdammer	21
3.4.4. Utforming av fangdam.....	22
4. Gjenåpningens virkning på flom.....	26
5. Planlegging og gjennomføring av gjenåpningen	27
5.1. Dimensjonering av bekkeløp og stikkrenner	27
5.1.1. Beregning av arealet på nedbørfeltet og vannmengde.....	27
5.1.2. Dimensjonering.....	28
5.2. Økt behov for erosjonssikring ved gjenåpning	29
5.3. Bekkens dybde i terrenget.....	30
5.4. Tidspunkt for anleggsarbeidet	30
5.5. Midlertidig fangdam i anleggsperioden.....	30
5.6. Tips for gravearbeidet.....	31
5.7. Etablering av vegetasjonssoner og fangdammer	31
6. Juridiske forhold og tilskuddsordninger	33
6.1. Vannressursloven.....	33
6.2. Tilskuddsordninger	34
7. Demonstrasjonsanlegg på Åstorp gård	35
7.1. Hensyn som er ivaretatt i demonstrasjonsanlegget.....	37
7.1.1. Reduksjon av næringsstoffavrenning fra landbruksarealene	37
7.1.2. Erosjonskontroll og flomdemping	37
7.1.3. Hensynet til biologisk mangfold.....	38
7.1.4. Kulturlandskapshensyn.....	38
8. Referanser	40

Sammendrag

I mange landbruksområder er en stor andel av småbekkene gjenlagt i rør. Dette har skapt landskaper fattig på biologisk og landskapsmessig mangfold, mindre renseevne for næringsstoffer og mindre flomdemping. Nå begynner mange av anleggene å bli gamle, og det kan være nødvendig å renovere dem. I mange tilfeller vil det være aktuelt å åpne opp bekkene, i stedet for å investere i ny rørgate.

Åpning av bekkene kan gi mange fordeler.

- Nye leveområder for vannlevende organismer, planter, fugler og vilt. Større mangfold
- Økt renseevne for næringsstoffer og partikler i avrenningen fra landbruket
- Økt mulighet for flomdemping
- Rikere kulturlandskap og mulighet for friluftsliv

Siden det er få lukkingsanlegg som vil bli gjenåpnet, vil det være viktig at de anlegg som åpnes maksimerer de positive effektene. Rapporten gjennomgår hvordan en kan gi best mulig forhold for biologisk mangfold, rensing og flomdemping ved konstruksjon av et nyåpnet vassdrag. Stikkord er variasjon i dybde og fart på vannet, erosjonskontroll, terskler, bruk av vegetasjonssoner og annen beplantning. I tillegg går en gjennom spesielle behov som mange dyre- og plantearter har for å overleve.

1. Innledning

Det norske kulturlandskapet har vært i stadig endring siden jordbruket tok til. Rasjonaliseringen i jordbruket de siste 80 årene har blant annet medført et stort behov for store og sammenhengende jordbruksarealer, særlig etter at maskinene gjorde sitt inntog i landbruket. Det mosaikkpregede landskapet bestående av åkerlapper, skogteiger, myrer, våtmarker, dammer osv. har blitt erstattet av et relativt ensartet kulturlandskap med store sammenhengende jorder. De mange småbekkene, små vann og våtmarker er drenert ut og lukket i rør for å få større og mer rasjonelle flater. Dette gir negative virkninger for naturen og omgivelsene dersom det får et stort omfang.

En får flere typer negative effekter når de åpne vannspeilene og vannveiene fjernes eller lukkes:

1. Naturlige bekker, dammer og våtmarker har ofte en spesielt rik flora og fauna. Mange arter får sine leveområder redusert eller fjernet. Mange typer vilt bruker disse områdene for beiting, som skjul og som forflytningskorridorer.
2. Naturlige bekker, dammer og våtmarker har stor betydning for naturens selvrensingsevne når det gjelder forurensing av næringsstoffer og partikler. Fjernes disse kan det gi eutrofiering, algeoppblomstring og tilslamming i hovedvassdragene.
3. Naturlige bekker, dammer og våtmarker har en stor fordrøynings effekt, og virker flomdempende. Når disse fjernes blir det større flomtopper i vassdragene.
4. Fjerning av naturlige bekker, dammer og våtmarker gir et mindre variert kulturlandskap, og en fjerner dermed viktige elementer for opplevelse og friluftsliv.

I mange områder er denne utviklingen kommet for langt. En opplever at vannlevende organismer og dyre- og plantearter som er avhengige av åpent vann er blitt sjeldne, i enkelte tilfeller utrydningstruet. En opplever økt flomfare, økt algevekst og tilslamming med finmateriale på bunnen og på strendene av de større vannene. Mange steder kan det derfor være aktuelt å sette i gang tiltak for å reversere utviklingen, for eksempel ved å åpne opp igjen bekkelukkinger og å demme opp områder for å gjenskape våtmarker og dammer.



Mange lukkingsanlegg begynner å bli gamle og vil etter hvert trenge renovering. (Foto: Atle Hauge)

Særlig aktuelt kan dette være der en har eldre anlegg som fungerer dårlig, og derfor står foran en større kostnad i restaurering av lukkingsanlegget. Mange lukkinger begynner nå å bli flere tiår gamle. De var etablert på et tidspunkt da rørkvaliteten var dårligere enn i dag, og de er

lagt ned på billigste måte uten skikkelige fundamenteringsmasser eller komprimering av gjenfyllingsmassene. Mange ledninger er derfor blitt utette, og en får erosjonsproblemer rundt skjøter og i andre lekkasjepunkter. En kan få frostsprenging, forskyvning av rør, og selve ledningen kan også gå tett av sedimenter.

En gjenåpning av et lukkingsanlegg vil være en økonomisk kostnad for grunneieren, samtidig som en vil få tilbake mange av de driftsulempene som var grunnen til at en lukket bekken i utgangspunktet. Dette kan være vanskeligere driftsforhold med flere snuoperasjoner og lengre transport, flere kanter som ikke kan drives, ugrasproblemer langs bekken, skygge fra vegetasjon og erosjonsfare i bekkesidene. På den annen side kan en også få fordeler av gjenåpningen. Dette kan gi et billigere anlegg, mindre flomfare, enklere avløpsforhold fra dreneringsanlegg med bedre vedlikeholdsmuligheter, og muligheter til å fange opp erodert matjord.

Når en først skal ta arbeidet med å gjenåpne en lukket bekk, ønsker en derfor å få en optimal løsning. En ønsker å optimalisere fordelene og redusere ulempene ved bekkåpningen. Det er ikke aktuelt å åpne alle anlegg for å gjenskape det naturlige mosaikk av vannveier. De anleggene som åpnes bør derfor tilrettelegges for å kunne oppfylle mange av de funksjonene en ønsker. En kan derfor ikke bare gjenskape det opprinnelige bekkeløpet. Med litt bedre tilrettelegging kan en oppnå flere fordeler enn bare å reetablere bekken slik den var. Det kan være forskjellige problemstillinger som er viktige i ulike typer landskaper. Enkelte steder vil forurensningsfaren være viktigst, andre steder flomfaren, mens noen steder er det ønske om økt biologisk mangfold og opplevelseskvalitet som har størst betydning. Det går derfor ikke an å lage en generell standard som gjelder for ethvert anlegg. Hittil er det ikke mange anlegg som er gjenåpnet og erfaringene er derfor heller ikke allment kjent. Derfor kan det være behov for en veileder.

De fleste vil gjøre et slikt arbeid bare en gang, og det kan derfor være stor nytte i en veileder på området, slik at en får det optimale anlegg på første forsøk.

De neste kapitlene tar for seg hvordan anlegget må utformes for å ivareta og optimalisere forskjellige hensyn.



Åpent vann er viktig for både dyr, planter og mennesker. (Ill.R.Skøyen)

2. Biologisk mangfold

Planter og dyr får sine leveområder redusert eller fjernet ved lukking av bekker og gjenfylling av dammer. Dammer og bekker i kulturlandskapet har ofte en rik og spesielt verneverdig fauna. Et eksempel på dette er de mange fangdammene som er etablert de siste årene for å bøte på miljøproblemene med avrenning av næringsstoffer og partikler fra landbruksarealer. Undersøkelser har dokumentert den positive effekten som slike dammer har for biodiversiteten (Walseng et al 1995, Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2000, Hov & Walseng 2003). Selv om de er påvirket av høye belastninger med fosfor og nitrogen, utvasking ved flom samt oppfylling med sediment, er flere truede og sjeldne arter blitt påvist.

Variasjoner i både levestedenes utforming og i vannkvalitet fremmer det biologiske mangfoldet. Arter kan forekomme i forskjellig grad avhengig av vannets temperatur, næringsinnhold, oksygeninnhold og pH. Artens fysiologi, hvilket livsstadium den befinner seg i, samt geografi er også viktig. En art kan ha et smalt toleranseområde for en parameter og et bredt for en annen. På bakgrunn av dette vil dammer og bekker med forskjellig vannkvalitet favorisere forskjellige arter og totalt sett gi større artsrikdom enn et sett med mer "like" dammer. I tillegg vil variasjon i levesteder fremme det biologiske mangfoldet. En kan veksle mellom dype og grunne områder, beplantede partier og åpne vannflater,

Isolerte bekker og dammer innenfor et større område vil alltid være sårbare systemer. Ustabil vannkvalitet kan utelukke mange arter ved at de utryddes når vannkvaliteten er dårlig. Er det flere nærliggende lokaliteter kan de ha hver sin delbestand. Dette betyr at ved å etablere flere åpne bekker og dammer i samme område, vil en få et større artsmangfold enn ved anleggelse av kun en enkelt dam.

Åpent vann er et utsatt og farlig levested for de fleste arter, og de fleste dyrene lever derfor i mer eller mindre komplekse og skjermede områder tilknyttet planter og/eller sedimenter. Nye dammer skal i tillegg til å ivareta et variert mangfold i dyreriket også ivareta et mangfold av vannplanter. Planter er dessuten viktige for egglegging og klekking, de kan være materiale for husbygging og ikke minst er de en matkilde. Generelt kan vi si at vegetasjon øker artsdiversiteten. Innplantning i dammer er samtidig en kilde til kolonisering av dyr. Dette er viktig å ha i tankene når det skal hentes planter til et nytt vannsystem.

Etablering av kantvegetasjon har også flere viktige funksjoner. For livet i ferskvann bidrar det med lys-skygge effekter og med næring gjennom lauvfelling om høsten. Kantvegetasjonen er også viktig som skjul, leveområde og vandringskorridorer for landlevende dyr og fugler.

2.1. Generelt om kolonisering av bekker og dammer

Koloniseringen av nyetablerte bekker og dammer starter umiddelbart. I en tre dager gammel fangdam i Trøgstad ble det funnet 13 arter, og bunndyrtettheten var på 27 300 individer per m². Gjennom hele den første sesongen var bunndyrfaunaen dominert av fåbørstemark. Fjærmygg utgjorde en mindre andel fra juni og utover.

For akvatiske dyr kan verden sees på som et lappeteppes av beboelige og ubeboelige miljøer hvor mulige leveområder oppstår, forsvinner og kommer tilbake ved ulike tider og med ulik forutsigbarhet. Kolonisering må derfor skje med såpass stor hyppighet at den blir en vanlig del av de aller fleste akvatiske organismers livshistorie. Spredningsevnen til mange ferskvannsplanter og dyr ble påpekt allerede av Darwin (1859), som så at et overraskende stort antall ferskvannsarter var enten svært mobile, eller godt tilpasset passiv spredning. Han viste blant annet at plantefrø og små akvatiske dyr ble forflyttet ved å være festet på føttene til ender og andre fugler.

Kolonisering av ferskvannsinvertebrater (virvelløse dyr) kan skje passivt eller aktivt, via land, vann eller luft. Små organismer, som alger og små krepsdyr, kan forflyttes passivt med vind. De kan også, i likhet med større organismer som igler og snegl, være festet til jord eller fugleføtter o.l. og på den måten fraktes over store avstander. Insekter som er vannlevende som larver og nymfer, men landlevende som voksne (bl.a. døgnfluer, vårflyer og øyestikkere), er eksempler på organismer med aktiv spredning. Det samme er tilfelle med vannlevende teger og biller som ved bestemte værforhold kan forlate vannfasen for å spre seg videre. Både passive og aktive spredere kan forflyttes som driv nedover i et vassdrag.

Ut fra disse spredningsmetodene kan man trekke to generelle strategier for rask kolonisering av nylig etablerte vannforekomster. Den første er motstandskraft mot uttørking - en strategi som er best dokumentert for invertebrater uten flygeeivne (protister, hjuldyr, krepsdyr, leddormer og bløtdyr). Den andre er innvandring av voksne individer og etterfølgende egglegging (f. eks. fjærmygg, mygg og øyestikkere).

Det kan være forskjellige årsaker til at en art ikke etablerer seg i en ny lokalitet. For arter som vanligvis lever i stillestående vann kan en stri elvestrekning fungere som et vandringshindrer. Det samme er tilfelle med kulverter som ikke er i kontakt med elvebunnen i nedkant. Andre hindringer, som dårlig vannkvalitet eller mangel på egnet leveområde, kan også hindre arten i å etablere seg. Surt vann er et godt eksempel på dette.

2.2. Hvilke arter kan vi forvente?

En første forutsetning for at en art skal ha mulighet for å kolonisere en nyanlagt ferskvannsforkomst, er at den ligger innenfor artens utbredelsesområde. Dermed må lokaliteten tilfredsstille artens krav. I fortsettelsen vil vi gi noen generelle kommentarer til hvilke dyregrupper og arter innen disse gruppene som kan forventes å kolonisere en nyetablert ferskvannsforkomst.

Planter

I tillegg til at en variert flora av vannplanter gir varierte levesteder for dyr, er vannplanter i seg selv en organsimegruppe som er viktig å ta vare på. De fleste vannplanter har innvandret til Norge fra sørøst, og størst mangfold i Sør-Norge finner man i Østfold, Akershus og søndre del av Hedmark. En god del voksesteder for vannplanter er de siste ca 50 år enten ødelagt via hypertrofiering, gjenfylling av små vann og dammer, eller flomverk som hindrer naturlig vannstandsfluktuasjon, noe som spesielt viktig for visse grupper kortlevde vannplanter (jfr. Ofte 2002).

Noen vannplanter, for eksempel nøstepiggknopp, synes også å ha en noe meteorisk opptreden og flytter seg rundt i terrenget til egnede habitat og spres godt med fugl. For slike arter vil det være viktige at det er et nettverk av dammer, tjern eller stilleflytende elver hvor arten har potensielle voksesteder. Ved å gjenåpne bekker som stilleflytende kanaler med enkelte dammer, vil en øke antall potensielle habitat, og dermed kunne gi et viktig bidrag for å sikre levedyktige populasjoner av slike arter. Slike lokaliteter vil etter forholdsvis kort tid kunne ha en interessant flora av vannplanter. På lang sikt vil de kunne være med på å sikre levedyktige populasjoner for nasjonalt sjeldne vannplanter.

Virvelløse dyr (invertebrater)

Fåbørstemark er tidlige kolonisatorer som allerede få dager etter anleggelse av en dam kan være tallrik med flere arter representert. Kolonisering skjer passivt som driv fra ovenforliggende lokaliteter.

Krepsdyr kan også ventes å etableres raskt, med hoppekreps (Copepoda) først og med vannlopper (Cladocera) noen uker seinere. Krepsdyr danner tørkeresistente hvileegg som kan ligge på vent i jordsmonnet og klekke når forholdene ligger til rette. Dette stadiet muliggjør dermed overlevelse med passiv spredning mellom lokaliteter. Vannloppene *Daphnia pulex* og *Chydorus sphaericus* samt hoppekrepsen *Eucyclops serrulatus* dominerte det første året i de nyetablerte dammene i Trøgstad.

Gråsugge (*Asellus aquaticus*) er på størrelse med ei lita reke og har begrenset spredningsevne. Til tross for dette koloniserte den likevel fangdammene i Trøgstad allerede den første sesongen, sannsynligvis fra vannkilder oppstrøms. Den trives i vann som får tilførsel av betydelige mengder organisk materiale (f. eks løv fra trærne) som den utnytter som mat.

Ferskvannskrepsen (*Astacus astacus*) er en art som trolig alle ville ønsket seg i sin vannlokalitet. Den stiller imidlertid ganske store krav til vannkvalitet og bunnsubstrat og kan være vanskelig å få etablert. Krepsen krever relativt mye oksygen, må ha bunnforhold som gir skjul, og den tåler heller ikke uttørking. Dammer med bare fine sedimenter og/eller periodevis lite oksygen, samt ustabile dammer og bekker som kan bli tørre, er derfor uegnet som levested. Krepsen har også dårlig spredningsevne, og vil i svært liten grad kolonisere nye dammer og gjenåpnede bekker. Dersom det er ønske om å etablere en krepsebestand ved utsetting, må fylkesmannen søkes om tillatelse. Før søknad bør det imidlertid nøye vurderes om lokaliteten egner seg for kreps.

Insektenes kolonisering og suksessjon kan ventes å gå litt tregere enn hos krepsdyrene. Unntak er fjærmygg som etablerer seg i starten sammen med fåbørstemarkene.

Teger, og da spesielt buksvømmere, er kjent for relativt raskt å kolonisere nye lokaliteter. Voksne individer er tilstede i bestanden hele året og kan fly videre til nye lokaliteter når vanntemperatur og værforholdene er gunstig. Teger har evnen til å fly over lange avstander og lokaliserer vann ved hjelp av syn. *Sigara nigrolineata*, *Hesperocorixa sahlbergi* og *Callicorixa praeusta* er vanlige pionerarter og karakteristiske for dammer der som jevnlig tørlegges. Ryggsvømmere er noe tregere med å kolonisere nye lokaliteter selv om *Notonecta glauca* (stor ryggsvømmer) ble funnet allerede det første året etter anleggelse av fangdammer i Trøgstad.

Billearter som er typiske for ustabile dammer, er også vanligvis raske til å kolonisere nye ferskvannsforekomster. *Helophorus grandis* er eksempel på en art som er vanlig i både ustabile dammer og permanente vann og som har kolonisert flere nyetablerte dammer.

Døgnfluer vil kunne være en dominerende gruppe i en nyetablert fangdam. *Cloeon dipterum* kan overleve uten oksygen i dammer om vinteren og var den vanligste døgnfluearten i alle dammene Trøgstad. Den ble registrert like etter at den første dammen var anlagt.

Vårfluene vil normalt etablere seg noe seinere på året enn døgnfluene. Spredningen hos vanlige arter skjer i løpet av sommermånedene. En vanlig art på Østlandet, *Limnephilus rhombicus*, sprer seg ofte over store avstander i mai og juli-september og finnes i både stillestående vann og sakteflytende elver. En annen art, *Holocentropus dubius*, sprer seg i juni-juli og foretrekker innsjøer og dammer. *Plectonemia conspersa*, er en nettspinnende art som trives i sakte rennende vann og som ofte opptrer i høye tettheter på steder med god næringstilgang. Fangdammene er preget av gjennomstrømming og kan av den grunn være egnede leveområder for *P. conspersa*.



Mange øyenstikkere opptrer helst i vann som ikke har fisk. Her en blågrønn øyenstikker (*Aeshna cyanea*). (Foto Ove Bergersen)

Kolonisering av øyenstikkere kan forventes å gå tregere enn for mange av de andre gruppene. Mange arter er dessuten sårbare for fiskepredasjon. Vanlig metallvannnymfe (*Lestes sponsa*) er eksempel på en slik art. Fiskeløse dammer er et naturlig levested for denne arten som har etablert seg i de nye dammene i Trøgstad. Blågrønn øyenstikker (*Aeshna cyanea*) er en annen øyenstikkerart som har etablert seg her.

Steinfluer er mer sjeldne i dammer, og gruppen kan mangle helt. *Nemoura cinerea* er den eneste steinfluearten som har etablert seg i nyetablerte fangdammer på Østlandet. Den er tolerant overfor dårlige miljøforhold, men kommer til kort i konkurranse med andre steinfluearter hvis miljøforholdene er gode.

Snegler beskrives som sene kolonisorer, og det kan ta flere år før de etablerer seg i en dam. Artsrikdommen kan likevel være betydelig etter noen år, og i en syv år gamle fangdam i Trøgstad ble det registrert hele 11 arter.

Fisk

Fisk har dårlig spredningsevne sammenlignet med invertebrater og er avhengig av at det finnes en sammenhengende vannvei. Det må ikke være hindringer som f. eks fossefall eller kulverter som er lagt for høyt. Den mest vellykkede fiske-kolonisatoren i nyopprettede fangdammer på Østlandet har så langt vært trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) som tilhører gruppen stiklingfisker. Dette er en liten, robust fisk som tåler både salt- og ferskvann. Den er utbredt langs hele kysten og i mange lavereliggende vassdrag. Høye belastninger av næringssalter synes ikke å være noe problem for denne arten. Karpefiskene utgjør hele 14 arter og er i hovedsak utbredt på sørøstlandet. Arter i denne gruppen finnes i alt fra stillestående vann, som f. eks brasme (*Abramis brama*), mort (*Rutilus rutilus*), suter (*Tinca tinca*) og flire (*Blicca bjoerkna*), til strie elver og bekker der f. eks ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og gullbust (*Leuciscus leuciscus*) kan ha tilhold. Ørret (*Salmo trutta*) er kanskje den arten som er mest ønsket i et vann. Ørreten er avhengig av relativt oksygenrikt vann i tillegg til egnet gytesubstrat av litt grov grus. Ørreten er også lite tolerant overfor surt vann og for høye konsentrasjoner av næringssalter.

Dersom en ønsker å sette ut fisk må det søkes om tillatelse fra fylkesmannen. Det bør velges en art som er tilpasningsdyktig til og naturlig for den nyopprettede lokaliteten, og individene som skal settes ut bør hentes fra en lokal stamme. Det er viktig å være klar over at fisk sterkt påvirker artssammensetningen i en lokalitet, og resulterer i andre dyrearter enn de som ville vært tilstede i en fisketom dam. Amfibier er eksempel på en dyregruppe som har kan ha problemer med å etablere seg hvis det finnes fisk.

Amfibier

Både liten vannsalamander (*Triturus vulgaris*) og stor vannsalamander (*T. cristatus*) har etablert seg i nyetablerte dammer på Østlandet. Det har lettere for å skje der det ikke finnes fisk i dammen, eller der hvor dammen er så variert med hensyn på dybdeforhold og skjulesteder at salamanderne finner refugier for fiskepredasjonen. Det er også viktig at planten andemat (*Lemna minor*) ikke etablerer for tette bestander. Stor vannsalamander kan betraktes som en nøkkelart, det vil si at trives denne så fins også de fleste andre amfibiene i lokaliteten (Dag Dolmen, pers. medd.). Padda (*Bufo bufo*) kan være et unntak. Denne krever større dammer eller tjern, helst med steile (dype) bredder som er bevokst med bukkeblad hvor den vikler eggstrengene sine inn om våren. Den vanlige butsnutefrosken (*Rana temporaria*) foretrekker grunne gyteområder i de deler av dammen der isen går først. Spissnutefrosken (*R. arvalis*) gyter på litt dypere vann.



Steinfyllinger kan være viktige overvintringsplasser for amfibier. (Foto Ove Bergersen)

2.3. Hva bør vektlegges ved etablering av stillestående vann?

2.3.1. Dyp

Variasjon i dybdeforhold vil gi større artsmangfold. Ved konstruksjon av fangdamssystemer (renseparker) blir det alltid etablert ett sedimentasjonskammer nær innløpet som er dypere enn de nedenforliggende våtmarkene. Et slikt system vil til en viss grad ivareta ønsket om variasjon

i dybdeforhold. Det er imidlertid viktig at sedimentasjonskammeret blir regelmessig tømt da det etter en tid fylles opp.

2.3.2. Bunnforhold

Med tanke på artsmangfoldet er det ønskelig med et mest mulig variert bunnsubstrat. Dette er vanskelig å få til ved lav strømningshastighet, fordi bunnforholdene da bestemmes av sedimentert materialet som blir transportert inn med innløpsbekken. Erfaringsmessig blir det sedimentert relativt grov grus nær innløpet. Med økende avstand fra innløpet vil finere materiale dominere. For om mulig å etablere litt variasjon i bunnsubstrat kan deler av strandsonen steinsettes. Her kan det brukes stein av variabel størrelse. For å skape variasjon kan det også plasseres større stein i dammen, eventuelt trestokker som mest mulig harmonerer med omgivelsene.

2.3.3. Beplantning

I hovedtrekk er det to strategier med hensyn til å beplante et nyetablert våtmarksområde, i tillegg til at dette skjer naturlig uten hjelp fra mennesker. Med tanke på renseeffekt er det nedenfor listet opp de arter som er mest effektive med hensyn til å tilbakeholde nitrogen/fosfor. Disse sammenfaller dermed for en stor del med de som er ønsket ut i fra en renseeffektivitet. Dette er planter som også er lette å få til å vokse.

Brei dunkjevle (*Typha latifolia*) har svært kraftig vekst og danner raskt tette bestander. Tette bestander krever imidlertid hyppig vedlikehold av våtmarksfilteret. Arten egner seg godt der hvor vannrensing er formålet, men hvis biologisk mangfold er en målsetting bør en være forsiktig med å introdusere arten da den kan totalt dominere miljøet. Arten kan danner tette bestander ved dyp fra 20-50 cm. Den enkleste måten å få etablert arten er ved å spre frø fra en kolbe på vannflaten. Arten forekommer på Østlandet og spredt langs kysten til Nordvestlandet. Smal dunkjevle (*Typha angustifolia*) er en sørligere variant som finnes sparsomt på Østlandet.

Kjempepiggeknope (*Sparganium erectum*) vokser også raskt og danner store bestander, men den blir langt fra så høy, og danner langt fra så tette bestand som dunkjevle. Den er generelt godt egnet i dammer, selv om også denne arten kan bli i kraftigste laget. Arten er vanlig på Østlandet og langs kysten til Rogaland. Spredte forekomster finnes langs kysten helt nord til Nordland.

Mannasøtgras (*Glyceria fluitans*) har tueformet vekst med liten vegetativ spredning. Den er lettest å få til på dyp under 20 cm, der den vokser raskt. Den har god frøsetting og sprer seg lett. Den vil ganske sikkert spre seg naturlig inn fra omgivelsene. Arten forekommer nord til Nordland.

Sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*) er høye siv-lignende planter som danner nokså løse bestander. De gir god spredning av vannstrømmen. Den kan være vanskelig å etablere da den ofte vokser på dyp over 50 cm. Den tåler derfor etablering på temmelig dypt vann og er godt egnet i gjenåpnede dammer. Arten er vanlig på Østlandet. Spredte forekomster finnes langs kysten helt nord til Nordland.

Sverdlilje (*Iris pseudacorus*) danner store bestander med vegetativ spredning. Den vokser imidlertid ganske seint. Sverdliljen tåler dyp ned mot 20 cm. Den kan være litt vanskelig å etablere, men er godt egnet i gjenåpnede bekker og dammer. Vanligst i lavereliggende strøk på Østlandet, men spredte forekomster finnes helt opp til Lofoten.

Skogsivaks (*Scirpus sylvaticus*) danner bestander i vannkanten av dammer med forholdsvis småvokste planter (opptil 70 cm) som tåler høy vannstand i perioder. Den trives imidlertid best på grunt vann eller langs bredden og er best egnet på dyp under 10-15 cm. Den er vanlig i

Østfold og vil ganske sikkert komme inn naturlig med frø fra omgivelsene. Vanligst i lavereliggende strøk på Østlandet, men spredte forekomster finnes helt opp til sør i Nordland.

Kvasstarr (*Carex acuta*) og flaskestarr (*Carex rostrata*) danner begge nokså løse bestander. Artene er vanlig i Østfold. De tåler dybder under 20 cm og er godt egnet. Flaskestarr er vanlig over hele landet, mens kvasstarr er mer sparsomt forekommende nord til Nordland.

Bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*) er en langskuddsplante og kan danne relativt tette bestander på dybder ned til 50-80 cm. Bukkeblad kommer tidlig om våren og blomstrer med vakre hvite blomster i mai. Bukkeblad er viktig for padder som fester eggstrenger på stengelene.

Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) er også langskuddsplanter som kan vokse ned til 1-4 meter (avhengig av vannets klarhet og dermed lystilgang på bunnen). Artene er utbredt i lavereliggende strøk nord til Nordland.

Det mest naturlige er ofte å hente planter fra nærliggende våtmarksområder. Det er best å finne lokaliteter som er mest mulig sammenlignbare med den som skal etableres. På den måten vil en sikre stedegne vannplanter og også en stedegen fauna som vil følge med plantene.

Et siste og absolutt aktuelt alternativ er å la naturen selv gå sin gang. Det vil si at vi lar etableringen av vannplanter skje uten hjelp fra oss mennesker. Dette vil ta noe lenger tid enn når man beplanter, men mange arter allikevel innfinne seg etter relativt kort tid.

2.3.4. Populasjonsdynamikk

Artenes årlige utvandring og rekkevidde bestemmer artens totale spredningsevne i landskapet.

Fragmentering av habitater og isolasjon av habitater, slik at organismene ikke lenger kan flytte fra et habitat til et annet kan være et problem. Enkelthabitater kan bli rammet av en "katastrofe", f.eks. de kan tørke ut enkelte år, og det kan være avgjørende at det er muligheter for å overleve i andre dammer eller bekker i nærheten, slik at en kan spre seg tilbake igjen. Det må derfor ikke være for langt mellom leveområdene. Små populasjoner vil også ha en viss utdøingsrate, og slike populasjoner vil oftest ha behov for nyrekruttering fra nærliggende habitater for å ikke utgå. Denne dynamikk av utdøing og rekolonisering kan gjøre at et landskap kan ha artene tilstede permanent hvis ikke avstanden mellom habitatene er større enn spredningsevnen til arten. Men hvis avstanden mellom habitatene økes, og overskrider spredningsevnen ved at habitater fjernes fra landskapet, vil artens tilstedeværelse i landskapet være av tidsbegrenset varighet.

Store habitat har vanligvis høyere artsmangfold enn små, og har ofte mer robuste populasjoner mhp. risiko for utdøing. Det er derfor også viktig at det i et landskap er noen gode større habitater.

2.3.5. Landskapsvariasjon

Dammer og våtmarker er yngleplass for mange arter med en kompleks livssyklus, slik som insekter og amfibier. For slike arter vil livsbetingelsene avhenge av flere elementer i landskapet. Disse artene trenger leveområder for hvert av de forskjellige stadiene de gjennomgår.

2.3.6. Kantvegetasjon

Liksom beplantning av vannplanter vil også en kantsone etablere seg naturlig etter en viss tid. Også her er det mulig å hjelpe til ved å plante trær eller forholdsvis storvokste busker som trives vått. Eksempler på trær som vokser raskt og som er lette å få til er svartor, ask og ulike innførte pilearter, for eksempel skjørpil, hvitpil eller hybridene mellom hvitpil og skjørpil. Av litt

mindre trær til store busker som er aktuelle er gråselje og mandelpil mest aktuelt. For å stimulere biologiske renseprosesser og øke livsmulighetene for mange arter er det en fordel at temperaturen i dammen er høy. Det er derfor gunstig å ha lav kantvegetasjon mot sør og sørvest for å øke varmeinnstrålingen. En alt for tett kantvegetasjon gir lite vindeksponeering noe som kan være uheldig. Vind på vannflaten forhindrer at andemat dekker hele vannflaten med et grønt teppe – noe som kan skje hvis det er høye konsentrasjoner av næringsstoffer i vannet.



Etter hvert vil det etablere seg en naturlig vegetasjon. (Foto Atle Hauge)

2.4. Hva bør vi vektlegge ved etablering av strekninger med rennende vann?

I prinsippet bør det også i rennende partier tilstrebes størst mulig variasjon. Viktig er det å få til variasjon i fall, det vil si at den fallhøyden som er til disposisjon ved gjenåpning av et bekkeløp, bør fordeles på stilleflytende og hurtigrennende partier. I tillegg til at dette vil skape variasjon i strømforhold, vil både bunnssubstrat og oksygenforhold bli forskjellig.

2.4.1. Vandringshindre

Når vei krysser bekk bør kulverter unngås. Disse fungerer ofte som vandringshindre både ved at bunnen i kulvertrøret er uegnet og kan hindre forflytning av bunnlevende organismer, og ved at det ofte blir en høydeforskjell mellom røret og fortsettelsen av elva nedstrøms. Dette siste kan også være sperre for større dyr som fisk. En enkel løsning som blant annet blir brukt i Sverige, er å legge et lokk over elveløpet slik at dette får fortsette uforstyrret under den kryssende veien. Dette kan gjøres ved å legge prefabrikkerte halvsirkelformete lokk over bekken før veien anlegges.

I bekker kan damkroner og terskler være vandringshindre for fisk. En forsenkning i terskelen der vannet strømmer ved lavvannføring kan være en løsning. Ved et vannstandssprang (spranget i vannhøyde over terskelen) på mindre enn 60-70 cm vil mange fiskearter kunne passere dersom terskelen har en forsenkning.

Ved større sprang, opp til 1,5 m, må fiskepassasjen ikke være brattere enn 1:20. Fiskepassasjen kan da legges inne på land utenom selve terskelen. Renna utstyres med friksjonselementer av stor stein for å redusere vannhastigheten. Skal passasjen være i terskelen må vannspranget avtrappes i to eller tre trinn som kulper i renna. Kulper som bygges i avstand på 5 m og med en fordypning på ca 50 cm vil kunne gi tilfredsstillende forhold. Dersom amfibier er ønsket og ikke fisk, kan terskelen utformes slik at den kan benyttes som stengsel mot fisk. Frosk og salamander slipper forbi ved å gå på land.

2.4.2. Dominante arter

På grunn av høye utslipp av fosfor og nitrogen, vil en gjenåpnet bekk lett gro igjen av eutrofile arter. For eksempel vil takrør (*Phragmites australis*) og dunkjevle arter (typha) ofte utkonkurrere andre arter i vann hvor dybden ikke overskrider 50 cm dybde. Introduksjon av nye planter kan ødelegge for artsmangfoldet, da enkelte arter kan ta fullstendig overhånd. Noen ganger plantes disse artene, andre ganger kommer de som følge av uhell eller ved naturlig spredningsveier.

Introduksjon av fisk for sportsfiske kan ødelegge for andre arter, fordi fisken er en predator som lever av andre arter. Fisketomme lokaliteter har i flere undersøkelser vist seg å ha flere arter enn der hvor fisk er introdusert.



Takrør kan lett ta fullstendig overhånd, og utkonkurrere andre arter. (Foto Atle Hauge)

2.4.3. Spredningsveier

Gjenåpning av enkelte bekker i landbruksområder, der svært mange bekker etter hvert er blitt lukket, vil kunne gi en viktig bedring av forholdene for mange arter. Bekkene fungerer som svært viktige spredningskorridorer i landskapet for vannlevende organismer. Når mange bekker forsvinner, går dette ut over det biologiske mangfoldet. En tommelfingerregel sier at med 90% reduksjon i leveområde, minker antallet arter med 50%. Over hele verden er det en nedgang i antall amfibier. Tap av habitater er regnet som en viktig årsak.

2.5. Tips for tilretteleggingstiltak for ulike arter ved gjenåpning av bekker

Ulike arter har ulike behov, og det er vanskelig å tilrettelegge bekken for alle arter. Mange av de sjeldnere artene har helt spesielle krav. Så det er en sammenheng mellom hvordan dammer og bekker utformes, og hvilke arter som slår seg ned der. Nedenfor er listet opp noen slike sammenhenger.

- Store dammer vil oftere inneholde mange arter av øyenstikkere (*Odonata*).
- Når det gjelder amfibier, vil dammer i eller nær skog oftere inneholde flere arter.
- For artsgrupper med passiv spredning som f.eks muslinger (*Mollusca*) og fåbørstemarkere (*Oligochaeta*) er artene tilfeldig fordelt i landskapet. Dette skyldes at de oftest sprer seg i et larvestadie ved hjelp av fugler.
- Høyere liggende våtmark (og lenger nord) har lavere artsmangfold. Lavere temperatur er antatt å være den viktigste årsak.
- Høy arealandel og god fordeling av våtmark i landskapet gir positiv effekt på artsmangfoldet for vannplanter, amfibier og øyenstikkere. Dette antas å gjelde de fleste andre grupper også (se avsnittet om populasjonsdynamikk).
- Menneskelig aktivitet i landskapet rundt vannforekomsten har liten betydning for artsmangfoldet av invertebrater og amfibier, med unntak av fjerning av skog.
- Økende størrelse på vannforekomsten er den viktigste faktor for økt biodiversitet for planter, øyenstikkere og snegler. Størrelse er den mest relevante utformingsvariabel i planarbeidet for å øke biologisk mangfold.
- En utforming med buktende vannkanter er bra for artsmangfoldet (undersøkelse på vannlevende biller). Antakelig fordi buktende vannkant gir mer vannkant og større variasjon.
- Grunnere vann øker antallet akvatiske planter.
- Nitrogen opp til et visst nivå har en positiv effekt på artsmangfoldet, men høye verdier vil minke antallet arter.
- Høy ledningsevne i vannet har en positiv effekt på biller og krepsdyr. Dette skyldes positiv effekt av kalsium og magnesium.
- Vannets siktedyp har betydning for sneglearter, der klarere vann gir bedre levebetingelser.
- Det er negativ korrelasjon mellom fosforinnhold og biodiversitet, både når det gjelder makroinvertebrater og små vannlevende krepsdyr. Fosfor har en indirekte negativ effekt ved å gi redusert siktedyp, og oksygenmangel ved sterk eutrofiering.

- Skygge fra trær på vannarealet opp til 25 % har vist seg å ha positiv effekt på antallet akvatiske planter og øyestikkerarter. Dersom det blir mer skygge enn det, går artsantallet ned, antakelig på grunn av lavere temperatur.
- Økende dekke av arter med flytende blader er positivt med hensyn på antallet sneglearter.
- Undervannsvegetasjon øker artsantallet for vannlevende biller.
- Tilstedeværelse av fisk reduserer artsmangfoldet av biller, og reduserer også populasjonsstørrelsen for mange arter.
- Alderen på vannforekomsten har liten betydning, med unntak av de første årene. Etter bare noen få år er et rikt artsmangfold etablert.

2.6. Huskeliste for planlegging for stort biologisk mangfold i vannforekomster

1. Unngå å ødelegge naturlige områder hvis det er mulig. Der det må gjøres inngrep bør det foretas en kartlegging for å finne mulige sjeldne arter som bør skjermes. Disse kan være viktige for spredning av lokale arter. Spesielt gjelder dette planter, fordi disse kan være godt tilpasset sted og klima.
2. Sjekk om det er fiskearter i vannforekomsten. Unngå vandringshindre.
3. Varier dybdene i vannet.
4. Varier bunnssubstratet. Det er viktig med grovere grus og sand, særlig for reproduksjon av fisk i rennende vann.
5. Legg til rette for reirplasser og gjemmesteder for hekkende fugl.
6. Bruk lokalt plantemateriale.
7. Vær forsiktig med å innføre nye planter. Enkelte plantearter kan bli svært dominerende, og kan utkonkurrere andre plantearter og redusere mulighetene for mange dyr. Vær spesielt forsiktig med takrør og dunkjevle.
8. Uønsket dominerende vegetasjon kan kontrolleres ved luking, slått (under vannflaten for takrør) og manipulering av vannstanden (uttørking og drukning).
9. Variasjon i planter er viktig. Bukkeblad er bra for padden. De kommer tidlig om våren, og stilken gir padden noe å feste eggene til.
10. Beitet vegetasjonssone langs vannet er bra for mange arter. Dette er en landskapstype som er blitt mer og mer sjelden, og som er viktig for enkelte pusleplanter, og noen øyestikkere.
11. 10-25% trær langs vassdraget er gunstig. En bør ha lite trær mot sør, slik at en får inn mye sollys og varme.
12. Legg inn en hvilestein eller stake for fugl ut i vannspeilet.
13. Utfør helst anleggsarbeidet i vinterperioden. Da er færrest organismer aktive, og dermed mindre utsatt, og det er oftest lav grunnvannstand og lav vannføring i bekker.
14. Ta hensyn ved anleggsarbeidet, og ødelegg minst mulig av naturlig vegetasjon.
15. Komposthauger eller steinfyllinger i skråningene nær vannet er viktige overvintringsplasser for mange dyr.

3. Bekken som rensetiltak

3.1. Forurensingssituasjonen i norske landbruksområder

I Norge er arealet med dyrka mark lite og ofte dårlig arrondert. Det er investert mye i bekkelukking og planeringsarbeider for å tilrettelegge for rasjonell jordbruksdrift, men dette har også økt tapet av jord og næringsstoffer til elver og vann. Økt tilførsel fører til økt fare for algeoppblomstring i vassdragene. Bakterier og alger forbruker oksygenet i vannet og dette kan føre til fiskedød. Mikroorganismer og alger kan også produsere giftstoffer som forringer vannets bruksverdi til drikkevann og rekreasjon.

Årlige stofftap fra dyrka mark i Norge

	kg/dekar
Jordpartikler	10-600
Fosfor	0,04-0,6
Nitrogen	2-9

(Braskerud 2001)

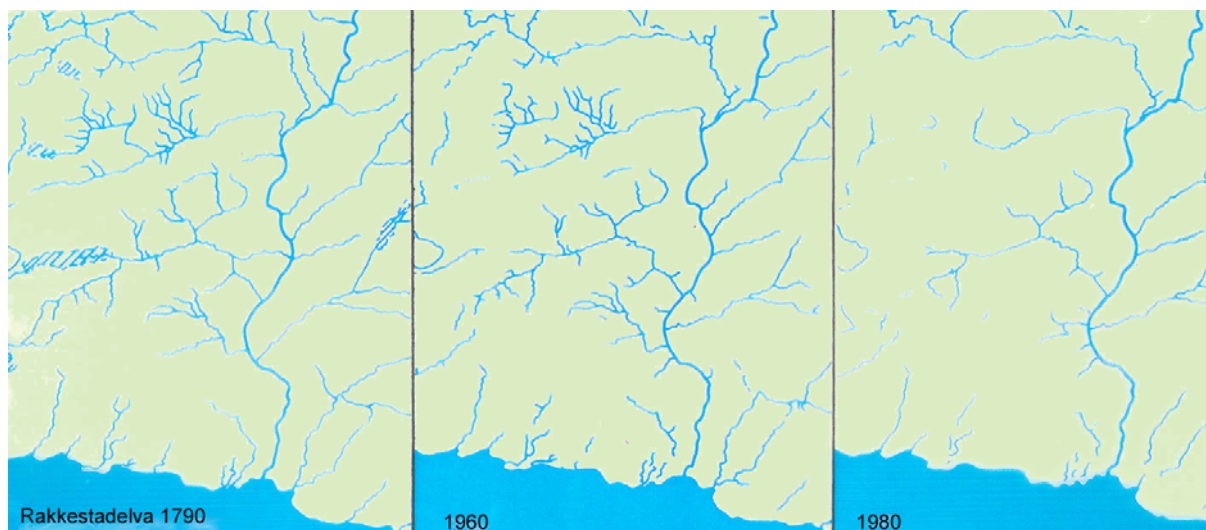
Nitrogen tapes hovedsaklig som nitrat (NO_3^-). I tillegg er nitrogen bundet i organisk materiale og som ammonium (NH_4^+). De største nitrogentapene skjer i nedbørrike områder med intensiv husdyrproduksjon og på areal med intensiv grønnsaksproduksjon på sandjord.

Mye fosfor er bundet til partikler. Høstpløyd, siltholdig jord gir som oftest de største fosfor- og jordtapene.

En finner også ofte rester av plantevernmidler i landbruksbekker. Nedbrytingshastigheten kan være svært lav pga. klimatiske forhold. Naturbaserte rensetiltak kan være effektive filtre for å holde tilbake plantevernmidler.

3.2. Hvilken virkning kan gjenåpning få på forurensingssituasjonen?

Tidligere ble en stor andel av forurensningene holdt tilbake gjennom naturlig selvrensing i vegetasjon, naturlig våtmark, myrer, bekker og små tjern. I dag er bekker og våtmarker som tidligere bidro til selvrensing i stor grad fjernet. I Østfold er det eksempler på at hele 80 % av småbekkene som fantes i 1870 var lagt i rør i 1980.



Figur: Veldig mye av lukkingen skjedde på 60- og 70-tallet. Her er oversikt over åpne bekker i Rakkestad i 1790, 1960 og 1980. (Kilde: Fylkesmannen i Østfold)

Dersom en åpner et lukkingsanlegg, og reetablerer en åpen bekk, har en dermed muligheter til å skape forhold som kan begrense forurensingen fra landbruksarealene. Ved å tilrettelegge bekken som et naturbasert rensetiltak gjeninnføres selvrensingsprosesser som bunnfelling av partikler og opptak og binding av næringsstoffer. Når en gjenåpner en bekk, kan en uten særlig merkostnad utforme bekkeløpet slik at en maksimerer selvrensingsevnen. Kunnskap om naturlige renseprosesser er en forutsetning for å kunne forstå prinsippet for naturbaserte rensetiltak, og hvordan en bekk må utformes for å virke best mulig som et rensetiltak.

Her er noen viktige momenter:

Sedimentasjon er den viktigste renseprosessen. Erosjonsmateriale, samt fosfor og nitrogen i planterester og på partikler bunnfeller pga. tyngdekraften.

Fosfor bindes lett til jordpartikler. Ammonium kan også bindes til jord. Fosfor står i en vekselvirkning mellom vann og partikkel. I oksygenrikt vann blir fosfor bundet, men er det lite oksygen (anaerobt miljø) blir det frigjort. De små anleggene som er aktuelle ved gjenåpning av bekker, vil først og fremst ha god virkning når det gjelder fosfor. Det vil vanligvis være oksygenrikt vann i disse anleggene.

Planter, alger og bakterier trenger nitrogen og fosfor til egen vekst og forbruker en del av næringsstoffene i vannet. Organismene sedimenterer når de dør, og næringsstoffene vil ofte bli liggende tilbake.

Nitrogen kan omdannes til gass gjennom mikrobielle prosesser. Nitrogen bundet i planterester brytes ned til ammonium. Prosessen kalles ammonifisering og krever tilgang på oksygen. Ammonium omdannes videre til nitrat (nitrifikasjon). Dette krever også tilgang på oksygen. Motsatt er tilfellet for denitrifikasjonen, hvor nitrat omdannes til nitrogengass. Her bruker bakteriene oksygenet i nitrat (NO_3^-) under nedbrytingen av planterester og annet organisk materiale. Det meste av nitrogenet i jordbruksbekkene foreligger som nitrat. Det gjør det mulig å fjerne nitrogen.

Det er viktig å sikre at dammene ikke skaper ny erosjon. Når en forstyrrer et etablert bekkeløp eller rørledning, og etablerer noe nytt, kan dette gi grunnlag for erosjon. Hellingen på

rørledningen er ofte litt større enn et bekkeløp kan tåle uten å begynne å erodere. Da må en inn med erosjonssikrede stryk eller terskler, som kan ta ut litt av fallet og bremse farten.

3.2.1. Sideskråning i kanaler – valg av helling

Rørledningene ligger også ofte litt dypt, og det kan bli høye skrenter ned til bekken. Dersom en ikke etablerer en helningsvinkel tilpasset jordarten, kan en få erosjon i sideskråningene. Særlig utsatt er en før det har etablert seg vegetasjon.

For å unngå at sidene i kanalen raser ut, eller eroderes vekk av vannet, er det viktig at en velger sideskråning i forhold til hvilke masser kanalen skal gå gjennom. De enkelte jordtyper vil ha forskjellig evne til å ligge stabilt i en kanalside.

Naturlig rasvinkel for forskjellige jordarter er:

Sand	30°
Moldjord, lettleire	36°
Stiv leire	40-50°
Myrjord	50-60°

En må velge en helling på kanalsiden som er under dette for å få en stabil skråning. Til dypere kanalen er, til lavere vinkel må en ha på sidene, for at disse skal være stabile.

Jordart	Små kanaler	Dype kanaler
Lite formoldet myr	1:0	1:0,5
Noe formoldet myr	1:0,25	1:0,75
Hard morene	1:0,5	1:1
Fast grus og vanlig morene	1:0,75	1:1,25
Stiv leire	1:1	1:1,25
Løs grus og lettleire	1:1,25	1:1,5
Sand- og moldblandet leire	1:1,25	1:1,75
Sand, finsand, silt, kvikksand	1:1,5	1:2,25

Tabell: Helling som anbefales i forskjellige jordarter (E. Myhr):

Ved forskjellige sjikt må en ta hensyn til den jordarten i kanalsiden som har dårligst stabilitet.

Ofte vil det være uhensiktsmessig å anlegge sideskråninger med så lav vinkel som det som kreves, fordi bekkedalen vil bli alt for bred. Det er da mulighet til å øke hellingsgraden ved å plastre eller dekke massene i sideskråningene med stein, pukk, torv, veiduk, kokosmatter og lignende. Tilsåing og tilplanting vil også kunne bedre stabiliteten i en skråning. Særlig viktig vil dette være på steder der overflatevann naturlig samler seg og renner over kanten og ut i bekken.

3.3. Vegetasjonssoner langs vassdraget

Når en gjenåpner en bekk gjennom et jordbrukslandskap, vil det være viktig å tilrettelegge for et vegetasjonsbelte langs det nye vassdraget, også ut fra hensynet til forurensing.

Vegetasjonssonen etableres som en ugjødsel kantsone med gras, urter, busker og trær langs vassdraget. Utover renseeffekten bidrar tiltaket til økt biologisk mangfold.

Vegetasjonssoner renser overflatevann fra dyrka mark ved å bremse hastigheten på vannet, noe som fører til at jord med tilhørende næringsstoffer sedimenterer i vegetasjonssonen. I tillegg bidrar rotsystemet til fangplantene til å øke jordas dreneringsevne og redusere overflateavrenningen. Opptak og binding av næringsstoffer til jord og i planter vil også være viktig.

3.3.1. Vegetasjonssoners renseeffekt

Renseeffekten i overflatevannet pr. år gjennom en 5-10 m bred vegetasjonssone var i forsøk:

- 55-95 % for partikler
- 40-95 % for fosfor
- 30-80 % for nitrogen

Norske undersøkelser viser at størstedelen av stofftapet skjer fra om høsten til og med snøsmeltingen. Det er derfor et mål å utforme tiltak som fungerer godt i denne perioden utenom vekstsesongen. (Braskerud 2001)

Store vannmengder, hellende terreng og høy vannhastighet fører til erosjon av grovere partikler på landbruksarealene i Norge, og disse sedimenterer lett i vegetasjonssonen. Det er ikke registrert noen stor forskjell i renseeffekt mellom vegetasjonssoner bestående av gras og trevegetasjon. En vegetasjonssone trenger altså ikke bestå av trær. (Syversen, 2002)

3.3.2. Utformingen av vegetasjonssoner

Utformingen vil variere avhengig av hvilket nivå for renseeffekt en ønsker å oppnå i vegetasjonssonen. Dette må vurderes i forhold til kostnadene ved å forbedre renseeffekten dvs. vurdering av kostnadseffektivitet.

Klima

Vegetasjonssoner i Norge bør anlegges slik at effektiviteten er størst mulig i nedbørrike perioder om høsten og under snøsmelting. I kornområdene kan det ofte være stor overflateavrenning og erosjon, og den viktigste renseprosessen vil være sedimentasjon. Det er derfor nødvendig å etablere tett markvegetasjon med gras. Tett skog med skyggende trær kan være negativt for renseevnen.

I områder med intensiv grønnsaksproduksjon er sedimentasjon en mindre viktig renseprosess. Disse områdene er ofte lokalisert til kystområder med mindre snøsmelting, og sandholdige jordarter med mulighet for infiltrasjon av overflatevannet. Mer våtmarkspregede vegetasjonssoner vil trolig ha bedre effekt her. Opptak, binding og omdanning av næringsstoffer i rotsonen vil være viktigere prosesser i disse områdene.

Nedbørfelt

Størrelse, topografi, jordart og driftsforhold i et nedbørfelt vil påvirke avrenningsmengden og vannhastigheten i nedbørfeltet.

I forsenkninger på jordet vil vannstrømmen konsentreres og vannhastigheten øke. Bratt terreng og lange hellingslengder på jordet overfor vegetasjonssonen fører også til større vannhastighet og økt erosjon. Dette vil redusere renseeffekten i vegetasjonssonen, og sonen bør være bredere her. Det anbefales å anlegge grasdekte vannveier i forsenkninger på produksjonsarealet, som går over i en vegetasjonssone nederst i nedbørfeltet mot vassdrag.

Bredde på vegetasjonssonen

Bredden av vegetasjonssonen tilpasses lokale forhold. Det anbefales 5-10 m brede vegetasjonssoner avhengig av fall og hellingslengden på avrenningsområdet. Erfaringer hittil tyder på at en oppnår liten ekstra renseeffekt ved å øke bredden utover 5-10 m i områder med moderate hellingslengder.

Ved lange hellingslengder (>70 m), eller erosjonsutsatt jord bør det anlegges en vegetasjonssone med 10 m bredde. I slake områder med kort hellingslengde, kan aktuell bredde være 3-5 m. Hellingslengder over 100 m bør ha vegetasjonssoner med mer enn 10 m bredde. (Grue, 1998)



Vegetasjonssone langs bekk i Morsa. (Foto N. Syversen)

Plantevalg og vegetasjonstype

Trær og busker øker infiltrasjonsevnen og bidrar til armering av ustabil jord, samt fører til et større potensielt næringsopptak over lengre tid. Tett markvegetasjon med gras bidrar til økt bunnfelling av partikler og næringsstoffer. Det anbefales derfor å etablere spredt planting av trær og busker i kombinasjon med tett markvegetasjon av gras og urter. I områder hvor det er behov for armering av jorda for å hindre utrasning, bør det plantes noe tettere med trær, samtidig som sideskråningene gjøres slakere (1:2). Vanlig planteavstand kan være 3-4 m (70-110 planter pr. dekar).

Det anbefales å plante lysåpne løvtrær og busker, slik at de ikke skygger for graset, og en kan få et tett marksjikt i tillegg til trærne. Bartrær skygger, og anbefales ikke. Løvtrær med stort vann- og næringsopptak som vier, selje og osp anbefales. Rogn, bjørk, ask og hassel kan også være aktuelle. Rogn, hegg og hyll er verdifulle pga. blomstring og bæransetning. Or er ikke optimalt for renseeffekt. Or har egenproduksjon av nitrogen og feller grønne, næringsrike blad om høsten. Or kan imidlertid vokse på områder som er for fuktige for andre treslag, og kan derfor være aktuelt å bruke på områder med permanent høy grunnvannstand.

I områder med grasdyrking, er det aktuelt å anlegge en ugjødsel sone mot vassdraget i stedet for, eller i tillegg til vegetasjonssonen. Bredden av grassonen bør muliggjøre maskinell høsting.

Etablering ved naturlig tilgroing kan ta lang tid. Dette er aktuelt i områder med liten fare for utvasking og erosjon.

Grasarter med stive strå, tett vekst, og som er næringskrevende er å foretrekke.

Grasblandinger som inneholder følgende arter kan anbefales: Engrapp, rødsvingel, timotei, engsvingel og kveinarter.

Grøfteutløp

Mye av avrenningen fra et areal vil komme i drengroftene. Grøftevannet kan ha høyt innhold av næringsstoffer, men det er ofte lite grovere partikler som kan sedimentere i en dypere dam. Det kan derfor være aktuelt å la grøftevannet gå gjennom en vegetasjonssone før det renner ut i bekken.

Grøfteutløp vil også være utsatte steder når det gjelder erosjon. Vegetasjon kan hindre at vannet fra røret begynner å erodere i sideskråningen. Dersom det er fare for graving, må en sikre utløpet med steinsetting.

3.4. Fangdammer

Fangdammer er konstruerte våtmarker, der naturens selvrensingsprosesser er forsøkt optimalisert. Når en åpner et lukkingsanlegg, er det mulig å forme bekken og landskapet rundt, slik at det fungerer som en fangdam. Dette kan få stor betydning for forurensingssituasjonen i vassdraget.

Fangdammer har flersidig nytteverdi. De begrenser omfanget av forurensning, og er estetiske elementer i kulturlandskapet. Etter kort tid kan insekter, amfibier, fisk og fugl innvandre. Dyra vil beite på materiale produsert i fangdammen.



I deler av bekkeåpningen kan en anlegge fangdammer. (Foto Atle Hauge)

3.4.1. Fangdamkomponenter

Fangdammene kan anlegges ved å utvide bekkeløpet, og demme opp utløpet slik figuren under viser. En fangdam kan bestå av flere komponenter:

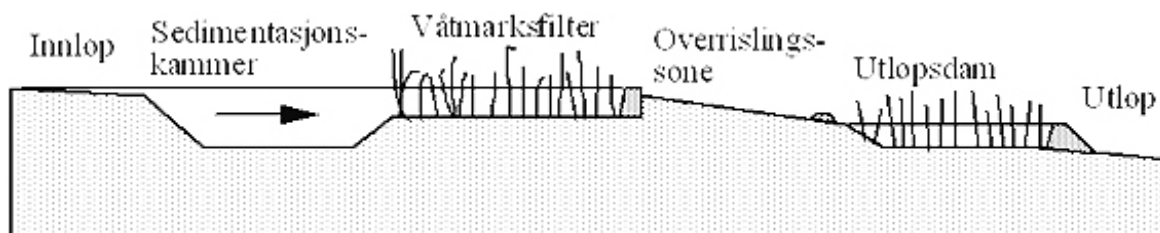
Sedimentasjonskammer (1-2 m dyp)

Våtmarksfilter (0,2-0,8 m dyp)

Våt vegetasjonssone eller overrislingsone (0-0,1 m dyp)

Utløpsdam (0,5-3 m dyp), ofte et grunt våtmarksfilter

De ulike damdeler skilles ofte med lave terskler eller permeable (gjennomtrengelige) demninger.



En fangdam kan bestå av flere komponenter. Grovt materiale holdes tilbake i sedimentasjonskammeret, mens leire og næringsstoffer holdes tilbake i det de "filtreres" gjennom biologisk aktive filtre.

3.4.2. Renseeffekt i fangdammer

Store variasjoner i tilførsler og type næringsstoffer, samt raske endringer i vannføring, fører til stor variasjon i renseevne. Det er vanlig at konsentrasjonen av erosjonsmateriale kan variere med flere hundre prosent i løpet av få timer. Partiklene kommer i pulser i bekkene.

Undersøkelsene viser at våtmarker er effektive til å tilbakeholde av jord og næringsstoffer, og at tilbakeholdelsen øker med tiltakets størrelse. Renseevnen øker imidlertid ikke lineært med størrelsen.

I små fangdammer blir partikler og partikkelbundne næringsstoffer holdt tilbake. Fosfor bindes til jordpartikler og biomasse som sedimenterer. Nitrogen kan bare fjernes gjennom mikrobiologiske prosesser som nitrifikasjon og denitrifikasjon, og små dammer er som oftest lite egnet til dette fordi fjerning gjennom mikrobiell aktivitet krever lengre oppholdstid for vannet. Men ved lav vannføring om sommeren er det likevel målt nitrogenfjerningen på 60 % over en tre måneders periode.

Årlig tilbakeholdelse av jord og næringsstoffer pr. m² (kg pr dekar) fangdam i fire norske fangdammer. (Braskerud 2001)

Næringsstoff	Tilbakeholdelse
Jord	16 - 83 kg
Fosfor	35 - 75 g
Nitrogen	50 - 285 g

3.4.3. Renseprosesser i fangdammer

Det er tre viktige årsaker til at små fangdammer er effektive for å redusere innholdet av jord og næringsstoffer i bekkevann. Dette er nærheten til forurensningskilden, liten dybde og godt vegetasjonsdekke.

1. Erosjonsmateriale tapes ofte som aggregater, dvs. i små klumper. Aggregatene vil brytes opp etter hvert. Enkeltpartikler av leire bruker svært lang tid på å sedimentere, og kan vanskelig samles opp i en fangdam. Kort transportvei fra åker til fangdam muliggjør sedimentasjon også av leirpartikler i form av aggregater. Oppsamling av leire er viktig pga. det høye fosforinnholdet.

Muligheten for å unngå fortynning med reinere vann fra utmark er også lettere om fangdammene legges i nærheten av forurensningskilden. Vann fra utmark trenger sjelden rensing, og reduserer kun oppholdstiden og dermed renseevnen om det kommer inn i anlegget.

2. Partikler i vannmassene må nå bunnen i fangdammen for at tilbakeholdelse skal være mulig. Grunne fangdammer gir kort sedimentasjonsvei for partiklene. Stort, effektivt overflateareal er viktigere for renseprosessene av de finere partiklene enn etablering av dype

dammer med lengre oppholdstid for vannet. Grunne fangdammer tilbyr også gunstige forhold for vegetasjonen.

3. Vegetasjonen bremser vannstrømmen gjennom fangdammene ved høy vannføring, når stofftransporten er størst. Plantene beskytter også allerede sedimenterte partikler når det er stor vannføring og hindrer at partiklene dras med av vannet igjen. Det er viktig å hindre at det lager seg kanaler gjennom vegetasjonen som kortslutter vegetasjonssonen.

Vegetasjonen er også voksested for alger og bakterier som danner en biofilm rundt bladverk og stengler under vann. Biofilmens virkning på næringsstoffene har større betydning for rensingen enn direkte opptak av plantene. Fra planterøttene tapes det oksygen til sedimentet. Dette er gunstig for nedbrytingen av organisk materiale og omdanningen av nitrogen.

3.4.4. Utforming av fangdam

Ønsket om høy renseeffekt preger anbefalingene om utforming av fangdammer, og dette kan gi dammer som passer dårlig inn i landskapet. Tiltakene har flerbruksverdi og planleggeren må derfor også forsøke å oppfylle krav til opplevelser av artsmangfold, grønnsstruktur og landskapsbilde.

Solinnfall i fangdammen sikrer høy renseeffekt og gode levevilkår for flora og fauna.

Sidekanter bør holdes fri for trær som skygger. På nordsiden derimot, vil trær virke som "solfangere" og gi ly mot vind.

Anleggets størrelse

Renseeffekten øker med fangdammenes størrelse. Når et bekkeløp åpnes, har en gode muligheter til å lage en forholdsvis stor dam, ofte med en langsmal form langs bekkeløpet.

- Der jordpartikler er hovedproblemet, er det liten grunn til å lage fangdammene større enn 0,4 % av nedslagsfeltet.

- For fosfor kan anleggsareal opp imot 1 % av nedbørfeltets areal være aktuelt.

- Ønskes en betydelig nitrogenrensing, må fangdamstørrelsen økes ytterligere.

Forventet flomstørrelse må beregnes slik at anlegget ikke bryter sammen og forvolder skade nedstrøms. Demninger og terskler må bygges så solide at de tåler de største flomtoppene.

Sidekanter

Sidekantene må ha fall i forholdet 1:2 eller slakere for å unngå utrasing og fallulykker med barn. Sidekanter tilsås med gras, samt minst 1-2 meter vegetasjonssone langs dyrka mark.

Kjøring med tung redskap på skråningskanten bør unngås pga. fare for utglidninger i skråningsfoten.

Sedimentasjonskammer

Det må alltid bygges et sedimentasjonskammer i fangdammenes innløp. Størrelsen og dybden avhenger av tilførselsmengder av grove partikler, og ønsket frekvens for tømming. Siltholdig jord er mest utsatt for erosjon. Silt og sand sedimenterer lett og kan fylle fangdammen raskt, og ved store tilførsler må størrelsen på sedimentasjonskammeret økes.

En støtte i vurderingen finnes i erosjonsrisikokart utarbeidet av NIJOS. Kvartærgeologiske kart eller egne undersøkelser er gode alternativ. I tillegg til jordtype har driftform, nedbør og helling stor betydning for tilførselen av erosjonsmateriale.

En årlig oppfylling på 20-50 cm har ikke vært uvanlig i sedimentasjonskammeret. Som en tommelfingerregel anbefales det at 20-30 % av fangdammens totalareal anlegges som sedimentasjonskammer. Dybden kan være på 1-2 meter. Adkomst for traktorgraver/gravemaskin må sikres ved planleggingen. Regelmessig tømming av sedimentasjonskammeret forlenger levetida til våtmarksfiltrene.

Våtmarksfilter

Et våtmarksfilter anlegges slik at vannet kan "filtreres" gjennom et vegetasjonsdekke av våtmarksplanter. Dybden kan variere mellom 20 og 80 cm, men må alltid være den samme på

tvers av vannretningen, for å unngå faren for kortslutningsstrømmer som reduserer det effektive arealet av filteret.

På grunne arealer vokser ofte arter som sjøsivaks og dunkjevle, med stor tørrstoffproduksjon og stive, opprette stengler. Disse artene bremser vannstrømmen effektivt, men har liten overflate for biofilm. På dypere arealer vil undervannsarter og flytebladsplanter som tjønnaks- og vasshårarter trives. Disse artene har en betydelig overflate for biofilm, en viktig egenskap for nitratfjerning.

Vellykket etablering av fangplantinger i våtmarksfilteret er avhengig av at dybden ikke er for stor. Det bør derfor kun unntaksvis graves dypere enn 50 cm. Entreprenører har lett for å grave våtmarksfilteret for dypt.



Fangdam med sedimentasjonskammer og vegetasjonssone. (Foto Bent Braskerud)

Overrislingssone/våt vegetasjonssone

Ønskes mer oksygen inn i vannet kan det anlegges overrislingssoner. Dybden kan variere mellom 0 og 10 cm. Når vannhastigheten blir høy vil det kunne erodere i sonen. Av den grunn skal det alltid være et eller flere våtmarksfiltre eller andre fangdamkomponenter etter sonen. Overrislingssonen tilplanter med næringskrevende grasarter som f.eks. strandrør. I store nedbørfelt (større enn 1 km²) kan steinsatte overrislingssoner være nødvendig for å unngå erosjon.

Fugledam

Næringsrike jordbruksbekker kan bli gode matfat for vade- og andefugler når vannet ledes inn i fangdammer. Hekking kan stimuleres ved bygging av holmer. I fangdammer med vanskelig arrondering, kan holmene gis en utforming slik at vannstrømmen styres og arealet utnyttes bedre. Øyer bør ligge i åpent vannspeil (vanndybde på over en meter). La holmen og våtmarksfilteret gro til med vegetasjon for skjul og til rede.

Det er uvisst om tilrettelegging for fugl påvirker fangdammenes renseevne. Opptak av næringsstoffer gjennom beiting på planter og dyr vil være positivt. Forstyrning av sediment og produksjon av ekskrementer er negativt. Fugledammer bør plasseres sentralt eller øverst i anlegget, slik at eventuelle næringstap kan fanges inn igjen.

Terskler

Fangdammer anlegges ofte med flere terskler. Tersklene kan ha flere funksjoner: (1) Redusere utgravingen av masse ved anlegging, (2) skape vannspeil og redusere farten på vannet, (3) bidra til å spre vannstrømmen, (4) være gode passeringssteder over bekken samt (5) hindre erosjon i bekkeleiet.

Tersklens viktigste funksjon er å redusere behovet for utgraving av masse ved anlegging. Dette gir rimeligere anlegg. Terskler kan også benyttes til å styre vannstrømmen slik at mest mulig av fangdamarealet utnyttes.

Tersklene er fangdammenes sårbare punkt. Rett utformet er de nesten vedlikeholdsfrie. Det er sjelden problem med terskler der vannets fallhøyde er mindre enn 50 cm og nedbørfeltet mindre enn 1 km² (=1000 daa). Det skyldes lav fallenergi og liten vannføring. Det er ved store høydeforskjeller mellom vannspeil oppstrøms terskelen og vannspeil/bekkebunnen nedstrøms de største konstruksjonsmessige utfordringene ligger. En bør unngå høydeforskjeller på mer enn 1,5 meter pga. vedlikeholdsbehovet.

Jordterskelen

er den vanligste typen. Den består av en kjerne med jord, helst leire, dekket med fiberduk og plastret med grus (2 mm-6 cm), stein (6-20 cm) eller blokk (større enn 20 cm). Hvis jordkjernen ikke inneholder leire som kan tette for vanngjennomstrømning, kan landbruksplast legges på terskelens oppstrømside og over topp-punktet (terskelkronen). Fiberduken legges direkte over. Den tette kjernen sørger for oppdemming. Fiberduken hindrer erosjon i jordkjernen og overdekningen beskytter fiberduken mot skade og sollys. Fiberduk og plast festes oppstrøms terskelen ved å grave en grøft på tvers av vannretningen, parallelt med jordkjernen. Grøfta må graves dypere enn den gamle bekkebunnen for å hindre vannstrømning gjennom det gamle bekkeleiet. Overløpet fra terskelkronen og ned til neste fangdamkomponent, bør ha et fall på 1:5 eller slakere (0,5 meter fallhøyde gir minimum 2,5 meter langt overløp).



Permeabel terskel

består av en kjerne med grov grus (2-6 cm) og stein, overdekket med større stein og blokk. Terskelen hviler på en fiberduk som hindrer at steinen synker ned i undergrunnen, og at vannet graver i jorda under. Ved lavvannføring vil vannet renne gjennom terskelen, og komme i kontakt med biofilmen som utvikler seg på grusen i kjernen. Hvis grusen er jevnt fordelt, vil vannet fordele seg i hele terskelens bredde. Gruskjernen kan legges i nett hvis konstruktøren mener stabiliteten må bedres.

I bekker med stor partikkeltransport, vil den permeable terskelen tette seg etter hvert. Denne terskeltypen bør ikke legges rett etter sedimentasjonskammeret. Ved høy vannføring vil vannet renne over terskelen. Fisk vil kunne ha problem med å passere denne terskelen.

Skjeformet terskel

kan anvendes der fallhøyden mellom to fangdamkomponenter blir 0,5 - 1,5 meter. Vannet strømmer over terskelkrona før det samles i en fordypning i "skjebladet", for deretter å renne videre i et smalere løp ("skjeskaftet"). Terskelen ligner 2 jordterskler, men fallet nedstrøms bør være 1:10 eller slakere (1,5 meter fallhøyde gir 15 meter langt overløp). Overdekningen må dessuten være nøyere formet, pga. større fallhøyde og vannhastighet.

Spredeterskelen

demmer bare vann ved flomavrenning. Store steinblokker settes på tvers av vannretningen med 10 til 30 cm mellomrom, avhengig av ønsket oppstuvning. Stofftransporten er størst ved flommens startfase, og en kortvarig oppdemning vil fremme sedimentasjonen. Spredeterskelen kan f.eks. settes etter innsnevring i fangdammen. Steinene kan rettes slik at vannstrømmen styres som en vifte ut i neste fangdamkomponent. Steinene tjener dessuten som "klopp" for passering av fangdammen og sittestein for fugl. Blokkene settes på en fiberduk dekket med grus/småstein.

V-overløp

muliggjør vannføringsmålinger. Hvis vinkelen på overløpet er kjent (vanligvis 120 grader), og kanten skarp, vil en kunne måle vannføringen ved å måle vannhøyden. Nedbørfeltet kan imidlertid ikke være større enn ca 2 km² for å gi rett måling ved flomvannføring. V-formede terskler vil heve vannstanden ved flom, og kan på samme måte som de permeable tersklene dempe flomvannføringen hvis volumet i fangdammen er stort. Det er mulig å kombinere terskeltypene. Spredeterskel kan f. eks kombineres med lave jordterskler. Steinblokker settes da på jordterskelens krone. En får da en oppdemning, samt en oppstuvningseffekt ved flom.

Bredden på damkronen

Bredden på damkronen beregnes på følgende måte:

$b = 2 \times Q$ hvor Q er dimensjonerende flomvannføring.

Eksempel: $Q = 6 \text{ l/s/ha}$ gir en avrenning på 0,6 m³/s i et nedbørfelt på 1 km². Dette gir en bredde på minst 1,2 m.

Smale overløp på terskler gir stor, midlertidig oppdemning av fangdammen oppstrøms. Dette kan være gunstig for tilbakeholdelsen av partikler ved flom. Der liten vannstandsøkning ønskes ved flomvannføring kan bredden økes.

Plastring med stein

gir en stabil konstruksjon dersom steinsettingen starter nedenfra og legges mot terskelkrona fra begge sider. En blanding av grus, stein og blokk (2 mm til 60 cm) er ofte ideell. Små partikler havner nederst mot fiberduken, og gir denne beskyttelse. Store steiner beskytter mindre steiner mot utvasking. Grus og små stein mellom større steiner tvinger vannet til å renne på overflata av terskelen. Erfaring tilsier at stein større enn 20 cm bør benyttes som overdekning, selv om nedbørfeltet er lite.

Fiberduk

letter konstruksjonsarbeidet, og må alltid benyttes i overgangen mellom jord og stein. Fiberduken slipper igjennom vann, men ikke jordpartikler. På den måten forebygges erosjon. Fiberduken tåler imidlertid ikke sollys over lengre tid og må dekkes med grus, stein eller blokker. Sprengingsstein ligger mer stabilt enn naturlig avrundet stein, men er ikke like vakker. Med tiden vil ofte vegetasjon etablere seg på sprengsteinen. Tersklens svakeste punkter er foten nedstrøms og overgangen mellom sidekant og terskel.

4. Gjenåpningens virkning på flom

Åpne vannflater og våtmarker er svært viktige når det gjelder å dempe flommene i et vassdrag. Fjerningen av dammer og våtmarker, og lukking av bekker og kanaler kan gi et helt annet flombilde. Dette gjelder spesielt i små nedbørfelt.

Mindre bekker og dreneringssystemer i landbruket har oftest slike små nedbørfelt. Små nedbørfelt vil alltid ha større flomtopper enn store nedbørfelt, både fordi en sterk regnbygge kan dekke hele nedbørfeltet samtidig, og fordi regnvannet har kort vei ned til bekken. Dersom jorda er vassmettet av tidligere regn, kan flomtoppene bli svært høye i forhold til normalvassføringen i vassdraget.

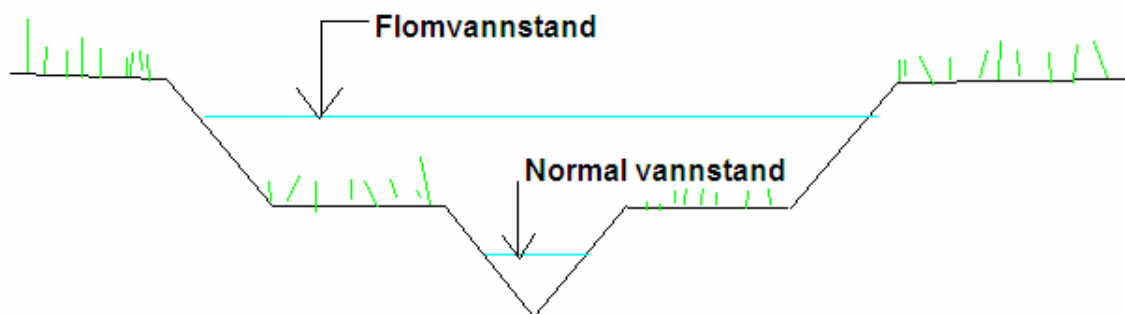
Dersom en lukket bekk åpnes opp igjen, vil dette virke flomdempende. Særlig stor effekt vil det ha dersom en også lager terskler med kulper og dammer nedover vassdraget. Da øker magasineringssevnen ved flom, og flommen dempes.

I en SINTEF-rapport (Wathne 1993) angis det at dersom et mindre nedbørfelt har 14% åpne vannflater, vil flomtoppen reduseres med 80%. Andelen åpne vannflater i nedbørfeltet er i følge denne rapporten den eneste betydelige faktor for flomberegning i små nedbørfelt.

Det er mulig å utforme tersklene som lager dammene slik at en oppnår bedre flomdemping enn de vanlige brede jord- og steintersklene. En slik terskel må ha en smal sluse, slik at vannstanden stiger raskt når vannføringen i bekken øker. Dette kalles et fordrøyningskammer. Terskelen må da være høyere, og med et markert overløp. Et V-overløp vil virke som en slik sluse. Det er også mulig å ha helt rette kanter. Helt rette kanter vil gi maksimal flomdemping.

Våtmark med mye vegetasjon vil også ha flomdempende effekt. Plantene bremser vannstrømmen, og vannstanden vil stige mer enn med et åpent vann av tilsvarende størrelse.

I små vassdrag kan flommene bli svært mye større enn normalvassføringen. Dersom flommer er et problem, for eksempel for underdimensjonerte rørledninger nedstrøms, kan en utforme terrenget slik at enkelte områder overflømmes ved ekstremflom. En kan bruke lavereliggende områder der overflømming gjør liten skade, der vannet bare ledes inn når vannstanden i bekken når et høyt nivå. Et annet alternativ er å ha en markert bekk, der vannet renner i lavvannsperioder, mens en har et bredere bekkeløp øverst, der vannet bare renner inn ved flom. Da økes magasineringssevnen til bekkeløpet mye. Lav helling på sidekantene av bekken vil ha samme virkning.



Figur: Tverrsnitt av bekkeløp utformet for flomdemping

5. Planlegging og gjennomføring av gjenåpningen

5.1. Dimensjonering av bekkeløp og stikkrenner

5.1.1. Beregning av arealet på nedbørfeltet og vannmengde

Nedbørfeltet

Når en gjenåpner en bekk er det viktig å vite hvilke vannmengder en kan vente seg under flom, for å dimensjonere bekkeløpet og for å unngå erosjon. Særlig viktig vil dette være i eventuelle stikkrenner, og på steder der bekken har lite tverrsnitt eller stort fall. For å kunne finne ut dette må en vite hvor stort nedbørfelt bekken har, og hvilke nedbørforhold en har på stedet.

Nedbørfeltet kan vanligvis tas ut fra kartet. Økonomisk kartverk i målestokk 1:5000 er vanligvis et godt grunnlag for å ta ut nedbørfeltet. For store tiltak kan en gå opp i målestokk.

Nedbørfeltet tas ut ved at en tegner en yttergrense for det området som vil bli drenert av tiltaket. Yttergrensen tegnes slik at en alltid er vinkelrett på kotene. Etterpå måler en opp arealet på kartet.

En må være oppmerksom på uregelmessigheter i nedbørfeltet, som veigrøfter og andre dreneringstiltak som kan ha forandret de naturlige strømningsveier. Det kan også være spesielle naturlige forhold i undergrunnen, som vannførende gruslag, trykkvann eller oppkommer, som endrer det faktiske nedbørfeltet. I områder med mye kalkfjell må en være spesielt oppmerksom.

Beregning av vannmengde

Ved beregning av vannmengde i bekk eller stikkrenner fra et nedbørfelt vil det være denne formelen som gjelder:

$$Q = A \times q$$

Q = Beregnet dimensjonerende vannmengde

A = Areal for nedbørfeltet

q = Avrenningskoeffisienten

Avrenningskoeffisienten er avgjørende når en skal dimensjonere bekker og eventuelle stikkrenner eller sekvenser der bekken skal være lukket. Avrenningskoeffisienten velges ut fra erfaringstall og risikovurdering.

De forholdene som påvirker q er:

- Nedbør og nedbørtopper
- Nedbørfeltets størrelse, topografi og form
- Jordart, vegetasjon og bebyggelse i nedbørfeltet
- Bart fjell, vann og myrer

Hvilken avrenningskoeffisient en skal regne med er også svært avhengig av hvor stor sikkerhet en skal ha ved flommer og lignende. Det er dyrt og uhensiktsmessig å dimensjonere et anlegg til å tåle alle flommer. Oppdemming i perioder kan ofte aksepteres i stedet for oppdimensjonering for de største flommer.

Vanlige verdier for avrenningskoeffisient som brukes ved planlegging:

Ved erosjonssikring på utsatte steder:	10 l/s x ha
For avløp i bekken og i stikkrenner:	5 l/s x ha
For lukkede dreneringsanlegg:	1 l/s x ha

Dette er tilrådning for steder med ca.1000 millimeter nedbør pr år, noe som er ganske vanlig i Norge. Avrenningskoeffisienten må tilpasses de lokale nedbørforholdene i forhold til disse normtallene. Avrenningskoeffisienten må også justeres dersom nedbørfeltet avviker mye når det gjelder topografi m.m. Dersom nedbørfeltet inneholder mye bart fjell, bebyggelse, kanaler, eller har bratt topografi, kan avrenningstallene bli mye høyere enn dette. I nedbørfelt som har mye bratte områder eller med mye fjell vil en måtte doble eller tredoble avrenningskoeffisienten. Dersom det er mye vann, myrer eller skog i nedslagsfeltet vil flomtoppene dempes, og avrenningen blir lavere.

5.1.2. Dimensjonering

Det er uhensiktsmessig og dyrt å dimensjonere for de største flomtoppene. Vanligvis vil en kunne redusere dimensjonene mye i forhold til de ekstreme værforholdene, uten at dette ødelegger anleggets funksjonalitet. Det er likevel noen faktorer som må vurderes før en "underdimensjonerer" anlegget.

En vurdering av faren for erosjon er viktig når en skal dimensjonere åpne løp. Det er farten på vannet som bestemmer faren for erosjon. Dersom en har erosjonsfarlige masser må en derfor først og fremst ta hensyn til flommene ved dimensjonering, da er farten på vannet størst. Dersom farten er større enn jordarten tåler kan en enten øke tverrsnittet av kanalen, eller minske fallet. Dersom det ikke er mulig kan sikring med stein være aktuelt dersom farten blir for høy. Bygging av stryk som demper farten vil redusere behovet for å oppdimensjonere anlegget eller steinsetting. En kan kostnadmessig veie erosjonsdempende tiltak som steinsetting og bygging av stryk opp mot det å øke dimensjonene på kanalen.

Ved en risikovurdering kan det også være stor forskjell på hvilket skadeomfang en flom fører med seg. Ofte er det bare snakk om at noe løsmasser føres bort med vannet. Kostnadene kan få et helt andre dimensjoner dersom tekniske anlegg som veier, hus og kjellere blir ødelagt. En flom kan føre til at vannet finner annet løp. Nærhet til bebyggelse eller andre tekniske anlegg som kan påvirkes av en flom må dermed vurderes. På større anlegg må NVE kontaktes. NVE er høringsinstans for hydrotekniske tiltak innenfor sitt ansvarsområde.

Isforholdene kan også få betydning ved dimensjonering, særlig ved planlegging av detaljer som innløpsåpninger og stikkrenner. Mange steder vil barfrost kunne bygge opp is i stikkrenner og kanaler, slik at disse ikke har full vannføringskapasitet når vårflommene kommer. Det kan derfor være aktuelt med overdimensjonering i forhold til naturlig vannføring og kapasitetsvurderinger. Gjentetting av innløpet av kvist eller andre fremmedelemerter før lukningsanlegg unngås best ved å lage en skråstilt rist foran innløpskum eller innløpet.

I stikkrenner og lukningsanlegg vil en finne nomogrammer for den rørtypen en bruker hos forhandlere eller på internett, og en kan beregne størrelsen på rørene ut fra fall og ønsket vannføring. En kan også bruke de gamle typetegningene for betongrør eller plastrør utarbeidet av Landbruksdepartementet.

Når det gjelder åpne bekkeløp er det litt vanskeligere å beregne farten på vannet, fordi det vil være en sammenheng mellom fallet og dybden. Utformingen av kanalen med dybde, bredde og sideskråning vil også variere. Ruheten har også betydning, og blir særlig påvirket av vegetasjon. Det finnes nomogrammer kalt "trapezoidale strømprofiler" som beregner

sammenhengen mellom bunnbredde, dybde, helling og fart. Det finnes også beregningsprogrammer, blant annet på internett, som beregner farten i kanaler.

Faren for erosjon i åpne bekkeløp er avhengig av de sedimentene kanalen er gravd i. De forskjellige jordarter har forskjellig evne til å tåle fart på vannet i kanaler. Tabellen under viser hvilken fart en bør holde seg under i forskjellige jordarter.

Jordart	max fart på vannet
Slam	0,1 m/s
Løs leire, fin sand	0,2 - 0,3 m/s
Fast leire, fast sand	0,4 - 0,6 m/s
Fast myrjord	0,5 - 0,8 m/s
Grus	0,6 - 0,8 m/s
Fast morene	0,7 - 1,0 m/s
Steinbundet jord	1,0 - 1,5 m/s
Stein på 2kg	1,8 m/s

Tabell: Kritisk vannfart for forskjellige jordarter

5.2. Økt behov for erosjonssikring ved gjenåpning

Da bekken ble lagt i rør, ble traseen ofte rettet ut i forhold til det opprinnelige bekkeløpet. Lengden på anlegget er derfor blitt kortere enn før. Dersom en slik ledning åpnes får bekken dermed større fall enn den gamle bekken hadde. Dette gir grunnlag for erosjon, fordi farten på vannet kan bli høyere enn jordarten tåler. En kan velge flere måter å løse dette problemet på. Den ene er å erosjonssikre bekkeløpet, slik at vannet ikke graver. En må da regne på fallforhold, bredde og vannføring, og finne hvilke steder det er fare for erosjon, og hvilken steinstørrelse en må bruke ved erosjonssikring.

En annen løsning er å anlegge terskler eller enkelte korte strekninger med større fall, slik at det jevne fallet i bekken reduseres så mye at erosjon unngås. Disse tersklene eller strekningene må sikres skikkelig, for her vil det være stor fare for erosjon på grunn av økt fart på vannet. Dersom fallet varierer mye, kan en jevne ut fallet ved å dempe det på bratte strekninger og grave større fall på flate strekninger.

Vær også oppmerksom i tilfeller der bekken løftes høyere i landskapet enn den gamle ledningen. Det er viktig å unngå at dette skaper potensial for erosjon, f. eks ved at vannet finner nye løp i flom eller at det lager seg vannveier nede i jorda som kortslutter terskler eller erosjonssikrede vannløp.

Det er også mulig å gjenskape den gamle bekken slik den en gang var, med sin buktende gange av meandere. Da økes lengden av bekkeløpet, og fallet vil være mindre. Men en slik bekk vil ofte erodere i yttersvingen, og legge igjen masse i innersvingen, og kan dermed forandre seg etter hvert. Dette var den naturlige situasjonen for mange bekker i områder med finkornete masser, og vil være den som best fører landskapet tilbake slik det en gang var. Det er til og med mulig å framprovosere slik meandrering ved å plassere ut steiner eller stokker i kanten av bekkeløpet, slik at bekken begynner å svinge.

Dersom bekken grenser til dyrka jord, kan en ikke alltid godta en bekk som stadig endrer løp. Bekken kan grave vekk dyrka jord, og den kan øke partikkelerosjonen til vassdraget. En mulighet til å stoppe endringen er å erosjonssikre en korridor, der bekken kan meandrere innen viss grenser. En annen løsning er å grave kunstige meandere, der en erosjonssikrer ytterkanten, slik at bekken ikke graver videre.

En må også være oppmerksom på drengrofter som munner ut i bekkeløpet. Disse var tidligere koblet på lukningsanlegget, men kommer nå ut i sideskråningene, ofte med en betydelig vannmengde i perioder, og farten på vannet kan være høy i utløpet. Sideskråningene

er bratte, og dette kan gi fare for graving. Sikring under grøfteutløpet med stein kan ofte bli nødvendig.

5.3. Bekkens dybde i terrenget

Det er ikke uvanlig at rørledningen i lukkingsanlegg ligger dypt nede i jorda. Dette fordi en ofte har kombinert lukkingen med en del planering ned i bekkedalen, for å få slakere helling og bedre kjøreforhold for maskiner. Det er derfor mulig at ledningen ligger 2-5 meter under bakken, og i enkelte planeringsfelt kan den ligge enda dypere.

Det vil da være uaktuelt å legge bekkebunnen på samme nivå som eksisterende rørledning. Fordi en må ha slak sideskråning på elvekantene, blir det svært mye masse som må fjernes dersom en skal ha bunnen på den nye bekken så dypt. Dette gjør at arbeidet blir unødvendig kostbart, særlig dersom en skal lage dammer. Dammer bør legges så nær jordoverflaten som en kan, for å begrense behovet for fjerning av masse.

Kantene på bekken vil bli ustabile dersom bekken ligger dypt, og det kan bli nødvendig med omfattende steinsikring. Det er lett for at overflatevann fra jordene rundt begynner å grave i den bratte elveskrenten, selv om en bruker anbefalt helling på skråningen. Denne hellingen vil likevel være langt høyere enn jordene rundt.

I tillegg vil det ikke bli særlig pent med et så dyptliggende bekkeløp. Bekken blir nesten utilgjengelig, og vil ikke vise i landskapet.

Det kan derfor bli nødvendig å heve bekken opp fra nivået i rørledningen og opp til overflaten. Dette er også billigst, fordi en får mye mindre graving. Ved å bruk terskler og vannspeil kan en bringe bekken opp i terrenget. Enkelte steder kan det være nødvendig å grave en ny innløpsrørledning med mindre fall for å bringe vannet opp i dagen. En må være oppmerksom på at en rørledning med mindre fall har mindre vannføringskapasitet. Dersom en skal opp i samme vannføringskapasitet som den gamle ledningen, må en da øke dimensjonen på ledningen.

En kan velge om en skal fjerne den gamle ledningen, eller la den bli liggende. Dersom en lar den gamle ledningen bli liggende igjen under bekken, er det viktig at den blokkeres skikkelig i enden, slik at den ikke fører vann. Dersom det er en lang ledning med mye fall, bør den overgraves flere steder, slik at det ikke blir stående trykk i ledningen. Vanligvis skulle dette ikke være et stort problem, fordi den ligger under det nyetablerte grunnvannsspeilet.

5.4. Tidspunkt for anleggsarbeidet

For at vegetasjonssonen skal stabilisere seg og få etablert seg best mulig før høst- og vintersesong med mye nedbør, bør plante- og såtid være så tidlig som mulig om våren. Fangdammer anlegges enklest ved lavvannføring sommer eller om vinteren. Såing av gras og planting kan gjøres umiddelbart, for å hindre erosjon i sideskråninger og stimulere renseeffekten. I myrlendt terreng med dårlig bæreevne, kan anlegging på frossen mark være det beste alternativet.

5.5. Midlertidig fangdam i anleggsperioden

Når en skal gjenåpne en bekk som har vært lukket, vil det bli mye gravearbeid i forbindelse med fjerning av rør. Jordmassene vil være ustabile under gravingen, og en kan oppleve mye erosjon. Selv om en velger en tørr periode, vil det vanligvis være vannføring i bekken, og vannet kan føre med seg mye løsmasser.

For å unngå å belaste vassdraget med mye partikler, kan det være aktuelt å anlegge en midlertidig fangdam i utløpet av lukkingsanlegget før en begynner arbeidet.

Siden det er partikkelforurensing en ønsker å fange opp, vil et dypere sedimentasjonsbasseng være en god løsning. Siden det er en midlertidig dam, trenger en ikke legge så mye arbeid i utforming og plassering. En graver dammen der det ligger til rette for det terrengmessig. Når det gjelder utforming, er det viktigste at en får bremsset farten på vannet, slik at partiklene får tid å sedimentere. Det vil ofte være høy belastning av partikler, og størrelsen må tilpasses de mengdene en forventer vil komme. Den midlertidige dammen kan en lage ved å grave et basseng ved utløpet av lukningsanlegget, og sikre enden med et steinsikret overløp eller terskel.

En vid og grunn dam kan også være en god og enkel løsning som krever mindre graving. Da kan en lede vannet ut på et flatt område, og legge opp en jordvoll i enden. En får da et stort, grunt basseng uten store gravekostnader. En må huske å sikre utløpet, slik at vannet ikke begynner å grave i terskelen eller nedenfor dammen. De sedimentene som måtte samle seg i den midlertidige fangdammen kan en vanligvis bare planere når en fjerner dammen.

5.6. Tips for gravearbeidet

I bekker med vannføring i anleggsperioden bør entreprenøren utsette terrengarbeidet i selve bekkeløpet lengst mulig. Dersom en har et fungerende lukningsanlegg, kan en unngå å grave opp dette, men la det føre vannet mens arbeidet pågår. Dersom en har en vannstrøm og et bekkeløp på overflaten, bør en la dette ligge mest mulig urørt under arbeidet.

Når alle dammer og nye bekkeløp er gravd ut lages jordkjernene i tersklene. De må holdes åpne i bekkeløpet til alt arbeidet er ferdig, så de ikke fylles opp. Fiberduk og plast skjæres i passende størrelse og stein til plastring av tersklene legges lett tilgjengelig. Øverste terskel gjøres ferdig først, så kan en arbeide på den neste nedstrøms i den tiden det tar å fylle opp øverste dam. Dersom vannføringen skaper problemer, kan lensepumpe brukes for å tømme vannet over terskelen. Etter at plast og fiberduk er lagt over jordkjernen, fylles stein på som overdekning. Steinsettingen starter nedstrøms. Når den første terskelen er ferdig, anlegges den neste. Oppfyllingen av den første damkomponenten tar ofte så lang tid at neste terskel kan slutføres uten behov for pumping.

Overskuddstein kan samles på et egnet sted for fremtidig vedlikehold.

5.7. Etablering av vegetasjonssoner og fangdammer

Erfaringsmessig er det to feil som gjentas under anlegging av fangdammer. Det er at våtmarksfilterene blir gravd for dype og sideskråningene for bratte. (Braskerud 2001)

I våtmarkspregede vegetasjonssoner og fangdammer anbefales våtmarksplanter som trives i grunt vann. Følgende arter kan være aktuelle: Dunkjevle, takrør, strandrør, sverdlilje, kalmusrot, elvesnelle og piggknopp.

Ved tilplanting av vegetasjonssoner og våtmarker er det viktig å bruke norske plantearter og stedegent plantemateriale. Dette vil forbygge spredning av konkurransesterke plantearter som kan få en uønsket stor utbredelse (f.eks. vasspest), stimulere til å beholde lokalt genetisk mangfold, samt forebygge spredning av sykdommer og skadedyr.

Planter til våtmarksfilteret i fangdammer bør hentes fra våtmarksområder i nærheten. Grunneier må alltid spørres om tillatelse på forhånd. Plantemateriale fra vernede områder kan ikke hentes uten tillatelse fra miljøvernmyndighetene.

Det kan plantes spredt, for plantene har stor spredningsevne. Planting med rot og blad har gitt best tilslag. Plant enten enkeltplanter, eller flytt deler av topplaget med gravemaskin. I begge

tilfeller må det graves ekstra plass til plantene i fangdambunnen, slik at rotklumpen ikke leder vannet unna plantene fordi det blir for grunt. Arbeidet bør helst gjøres under lavvannføring om sommeren slik at plantene får tid til å rote seg før høst og vinter. Skråningene sås til med en grasfrøblanding tilpasset omgivelsene. Korte arter, som tåler tidvis oversvømmelser foretrekkes. Trær og busker kan i noen grad benyttes, men skal ikke skygge for vannflata.



Vegetasjonsfilter i fangdam like etter utplantning. (Foto Bent Braskerud)

6. Juridiske forhold og tilskuddsordninger

6.1. Vannressursloven

Fra 01.01.2001 er vannressursloven den generelle loven om vassdragene. Den som skal iverksette tiltak som berører vassdrag eller grunnvann, må forholde seg til bestemmelser i loven og forskrifter gitt i medhold av loven.

Vannressursloven gjelder ferskvannsressursene, dvs. både overflatevann og grunnvann, jf. lovens § 2. Loven inneholder blant annet regler om eiendomsrettslige forhold, forvalteransvar, konsesjonsplikt og tilsyn med tiltak i vassdrag.

Konsesjonspliktige tiltak

Hovedregelen om konsesjonsplikt for tiltak som kan ha virkninger for vassdrag finnes i vannressurslovens § 8:

"Ingen må iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen, uten at det skjer i medhold av reglene i § 12 eller § 15, eller med konsesjon fra vassdragsmyndigheten."

Et kriterium for at tiltak både i og utenfor vassdrag er konsesjonspliktig, er at tiltaket kan påvirke allmenne interesser i selve vassdraget. Konsesjonsplikten inntreffer for tiltak i vassdrag så snart tiltaket kan være til "nevneverdig skade eller ulempe". For tiltak i vassdraget følger konsesjonsplikten av loven direkte og er ikke avhengig av at vassdragsmyndigheten har gjort vedtak om det.

Ideelle eller ikke-økonomiske interesser faller inn under begrepet "allmenne interesser". Som eksempler på allmenne interesser kan nevnes fiskens frie gang, allmenn ferdsel, naturvern, biologisk mangfold, friluftsliv, vitenskapelig interesse, kultur og landskapshensyn, jordvern, hensyn til flom og skred m.v.

Konsesjon til et tiltak kan bare gis dersom fordelene med tiltaket overstiger skader for allmenne og private interesser som blir berørt i vassdraget eller nedbørfeltet.

Saksbehandling ved vurdering av konsesjonsplikt

Det er tiltakshaver som har ansvar for å informere vassdragsmyndigheten om tiltak som er eller kan være konsesjonspliktige. Det er ulovlig og straffbart å iverksette konsesjonspliktige tiltak uten konsesjon (§ 63). Etter § 18 første ledd kan vassdragsmyndigheten i forskrift eller enkeltvedtak avgjøre om et tiltak i vassdrag er konsesjonspliktig eller ikke. Tiltakshaver, berørt fagmyndighet eller andre med rettslig interesse kan kreve at vassdragsmyndigheten treffer avgjørelse om dette. For at NVE skal kunne vurdere konsesjonsplikten for et tiltak, må tiltakshaver sende inn en beskrivelse av tiltaket. Beskrivelsen må inneholde de samme punktene som en konsesjonssøknad, men i forenklet omfang.

Bekkelukking, åpning av vassdrag og bygging av fangdammer

Dersom det skal gjøres større fysiske inngrep i bekkeløp slik som konstruksjon av fangdammer, dammer eller oppdemming, bør en så tidlig som mulig ta kontakt med NVE for nærmere avklaring. NVE kan gi nødvendig veiledning i denne type saker, og de har en egen anleggsavdeling som kan påta seg oppdrag.

NVE er en viktig samarbeidspartner for større tiltak og anlegg i vassdrag. Er du i tvil om tiltak krever konsesjon, ta kontakt med NVEs regionkontor.

Bekkelukking vil normalt være konsesjonspliktig. Dette må imidlertid vurderes i det enkelte tilfelle. Bekkelukkinger av noe omfang bør derfor meldes til NVE både for vurdering av konsesjonsplikt og vurdering av hydrauliske forhold for vassdraget for øvrig.

Åpning av tidligere lukkede vassdrag vil normalt være positivt for de allmenne interessene og vil derfor sjelden utløse konsesjonsplikt. Viktige hensyn som skal ivaretas ved åpning av vassdrag er hensynet til flom, erosjon og skred, geotekniske forhold, fiskens frie gang, landskapshensyn og påvirkning av minstevannføring,

Kantvegetasjon

Vannressurslovens § 11 omhandler kantvegetasjon. Ifølge loven skal det langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring opprettholdes et begrenset naturlig vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levested for planter og dyr. Regelen gjelder ikke for byggverk som står i nødvendig sammenheng med vassdraget, eller hvor det trengs åpning for å sikre tilgang til vassdraget. Grunneier, tiltakshaver og berørte fagmyndigheter kan kreve at kommunen fastsetter bredden på beltet. Bredden kan også fastsettes i rettslig bindende planer etter plan- og bygningsloven.

6.2. Tilskuddsordninger

Det er mulig å søke tilskudd til miljøtiltak i jordbruket, f.eks til gjenåpning av lukka bekker, fangdammer, vegetasjonssoner, tiltak for biologisk mangfold, tilrettelegging for ferdsel med mer. Det er i dag kommunen som disponerer disse tilskuddsordningene.

Tiltak i landbruksområder kan også ha betydning for produksjonstilskuddsordningene, når dette har betydning for miljø og landskap. Vanligvis vil en bekkeåpning ikke få noen problemer med dette regelverket. En bør likevel ta kontakt med kommunen for å avklare om tiltaket er av betydning for de miljøkrav som gjelder for utbetaling av produksjonstilskudd.

7. Demonstrasjonsanlegg på Åstorp gård

I forbindelse med veilederen ble det etablert et demonstrasjonsanlegg på Åstorp gård i Rakkestad. Her var et system av bekker lukket på 60/70-tallet. Det var i dag store mangler ved anlegget. Deler av rørgata var tett, andre steder hadde det begynt å grave langs rørgata, slik at disse hadde kommet opp i dagen. Jorda nede i den tidligere bekkedalen var så våt at gardbrukeren ikke kunne drive langs lukkingsanlegget, og han mistet mer jord enn en tilsvarende bekk ville beslaglegge.



Foto: På grunn av at lukkingsanlegget var tett var bekken begynt å grave i overflata. (Foto: Arne Hamarsland)

Opprinnelig var det et ønske om å åpne hele ledningen. Men etter nivellering så en at på grunn av den bakkeplanering som var gjort, ville det bli en svært dyp dal i nedre enden av lukkingsanlegget. Dybden ville bli ca 4 meter. Med en erosjonssikker skråning ville den nye dalen bli over 10 meter bred, selv med nokså bratte sider. Helst burde en hatt enda slakere sideskråning ut fra erosjonsrisikoen i skråningene.

Det ville bli svært vanskelig å drive jordene langs bekken, fordi en ikke ville fått flatt terreng å snu redskapen på. En valgte derfor å begrense anlegget til øvre del av bekken, også fordi den nedre delen av lukkingsanlegget så ut til å fungere tilfredsstillende. Her var det gamle lukkingsanlegget i dårligst stand, og det var blitt mange erosjonssår.



Åstorp før gjenåpning. Store deler av dalen var vassjuk og kunne ikke drives i våte perioder. (Foto Arne Hamarsland)



Åstorp like etter gjenåpning av bekken. Det gjenstår å plante vegetasjon langs bekken. (Foto Atle Hauge)

7.1. Hensyn som er ivaretatt i demonstrasjonsanlegget

7.1.1. Reduksjon av næringsstoffavrenning fra landbruksarealene

Bekken ligger i bunnen av en dal med bratte leirjordsarealer. En kan forvente mye overflateavrenning ved kraftige regnskyll på slike arealer, selv om de kan være tilfredsstillende drenert. Langs bekken er det derfor anlagt en vegetasjonssone som kan fange opp en del av partiklene og næringsstoffene i dette overflatevannet.

Bekken er også utformet med dypere kammer, bredere områder med lav fart på vannet og terskler. Enkelte steder vil det være vegetasjonsbelter. Dette er tilrettelegging for å fange opp partikkel- og næringsstoffavrenning fra den dyrka jorda, som en fangdam. De dypere bassengene i starten av bekken må en regne med å tømme etter noen år. Sedimentene kan kjøres tilbake på jorda, f.eks på grunne områder eller i erosjonssår.



Fangdammene etablert i selve bekkeløpet hindrer forurensing, og virker flomdempende før vannet går inn i det videre lukkingsanlegget nederst til høyre.

7.1.2. Erosjonskontroll og flomdemping

I leirjord vil en alltid ha en viss erosjon i sidekantene. Dermed har en valgt mellom å anlegge en naturlig meanderende bekk, eller å steinsette sidene og få et fast elveløp. En meanderende bekk vil i større grad etterligne en natursituasjon, men er uheldig med hensyn på erosjon og stabilitet. En kan framprovosere meandering ved å legge ut stokker eller steiner som svinger elveløpet. I demonstrasjonsanlegget har en valgt steinsatte, erosjonssikrede sider, og et fast elveløp. Dermed får en både mindre erosjon i bekketraseen og i de bratte sidekantene.

Den åpne bekken vil ha betraktelig bedre evne til å dempe de største flommene. Alle vannflater vil ha en viss magasineringsevne, og det er her bygget terskler som demmer opp

flere små vann. Tersklene er imidlertid ikke konstruert for maksimal flomdemping. Da skulle de hatt en smal sluse, slik at vannstanden i dammen steg mer dersom vannføringen ble stor.

Det er spesielt de korte, intense flommene et slikt anlegg vil påvirke. Her har en et lukkingsanlegg nedstrøms, og en vil være mindre utsatt for flom på grunn av at dette går fullt, enn en hadde før bekken ble åpnet.

7.1.3. Hensynet til biologisk mangfold

Dybden og farten på vannet er variert, fra bratte fjellbekker til rolige små tjern. Bekken bukter seg nedover, og dette er gunstig med hensyn på arts mangfoldet. Vannet vil være oksygenrikt i dette anlegget på grunn av vannfall og terskler.

Den åpne bekken er trukket helt inn til skogkanten, slik at arter enkelt kan spre seg fra skogsbekkene i skogen ovenfor til den nyåpnede bekken.

På grunn av erosjonsrisikoen i leirjorda har en valgt å erosjonssikre sidene av bekken med stein. Dette forhindrer graving, men vil også ha litt negativ effekt på enkelte dyre- og plantearter. Steinfyllingen på kantene kan imidlertid være gode overvintringssteder for enkelte arter.

Det skal beplantes på bredden, men ikke så tett at vannet blir liggende i skygge.

7.1.4. Kulturlandskapshensyn

Bekken ligger godt synlig fra tunet og veien, og slynger seg nedover dalen. Åpningen av den bratteste bekken, der berget er blottlagt skaper et fint fossefall, noe som er sjeldent i dette landskapet med leirjord. Her går bekkene vanligvis i raviner der det blir erosjon dersom farten blir for høy, og det er sjelden vannfall.

Bekken blir en grønn lunge midt i en kornåker. Det vil bli en kontrast mellom bekken og åkeren, der jordarbeiding og ugraskamp i hovedsak gir en monokultur som skifter mellom fargene brunt/grått etter jordarbeiding, grønt etter såing, og gult når kornet er modent eller står i stubb.



Når det blir etablert vegetasjon langs den gjenåpnete bekken, vil den fremtre mer tydelig i landskapet. (Foto Atle Hauge)

8. Referanser

- Braskerud, B.C., 2001. Sedimentation in Small Constructed Wetlands. Dr. Scient. Theses 2001:10, UMB
- Darwin, C. 1859. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. J. Murray, London, 502 s.
- Ekeberg, A. K. & B. Walseng 2000. Kolonisering av tre nyetablerte fangdammer i Trøgstad kommune. NINA - Fagrapport 043: 1-49.
- Myhr E., 1980 Kanalisering og senkingsanlegg. Stensiltrykk nr.8/1980 NLH
- Grue, U.D. (red) et.al., 1998. Økologiske rensetiltak og miljøplantninger. Planter skaper bedre miljø. Forskningsparken i Ås.
- Hov, A. M. & B. Walseng, 2003. Suksesjon av ferskvannsinvertebrater i et nyetablert damsystem i Trøgstad kommune. NINA-Fagrapport 74: 1-50.
- Syversen, N., 2002. Cold-climate vegetative buffer zones as filters for surface agricultural runoff. Dr Scient theses 2002:12 UMB.
- Stokker, R., Walseng, B., Braskerud, B., Brittain, J., Dolmen, D. & Sloreid, S.E. 1999. Artsmangfold i to syv år gamle fangdammer i Haldenvassdraget med forskjeller i vannkvalitet. - NINA Fagrapport 034: 1-48.