

Miljøundersøkelse i Vågelva, Bergen kommune

Christoph Postler og Espen Olsen Espedal



Bakgrunn og målsetting

Vågeelva er en gytebekk for sjøaure i Bergen kommune. Dessuten finnes stingsild og ål naturlig i vassdraget som finner sitt habitat hovedsakelig i Mildevatnet. Det er innført en rekke fiskearter i Mildevatnet, deriblant hork og karuss. (UIB, 2015). Ved Vågelva kan det oppstå oversvømmelser i den Botaniske Hagen etter store nedbørmengder.

Målsetting med denne studien er å utrede muligheter og løsninger som ivaretar både miljøtilstand for fisk etter vannforskriften og ønsket vannføringskapasitet, slik at oversvømmelsesfare på botanisk hage reduseres.

Metode

Basert på en oppmåling av vassdraget og kartlegging av habitatforhold kan fallgradient, hydraulisk kapasitet, habitater for fisk og passerbarhet for fisk vurderes.

Oppmåling

For å lage lengdeprofilen og identifisere hydrauliske flaskehalsar, ble Vågelva oppmålt med differensiell GPS landmålingsutstyr (Trimble R6). Høyder av vannoverflate og dypeste punkter av tverrprofilene ble oppmålt langs hele elven.

Habitatkartlegging

Substrat

Substrat ble klassifisert for hvert mesohabitat ved estimat av dekningsgrad av ulike substratkategorier: Mudder (organisk finsediment), sand (<1 mm kornstørrelse), grus (1-64 mm), rullestein (64-384 mm), blokk (>384 mm) og fjell. Klassifisering baseres på visuell skjønsmessig vurdering av elvebunnen.

Skjulforhold

Antall og størrelse på skjul i substratet ble kvantifisert etter metode beskrevet av Finstad et al. (2007), ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene bestemmes ut i fra hvor langt inn slangen kan stikkes, og deles inn i tre skjulkategorier: S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: >10 cm. Skjulmålinger foretas deretter i transekt ved at metallrammen kastes ut på tre eller flere «tilfeldig» punkt fordelt over hele elvens bredde innenfor et område med forholdsvis likt substratforhold. Vektet skjul blir deretter beregnet ved å regne gjennomsnittet av skjulmålinger for hver av de tre målingene ut i fra følgende sammenheng:

$$S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$$

Ut i fra verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (> 10) og svært mye (>=16) skjul. Skjulmålingene gjøres så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område. Ettersom det ikke er mulig å utføre skjulmålinger på områder dypere enn ca. 1 m, vil det være noe usikkerhet knyttet til hvor representative skjulmålingene vil være for hele elven.

Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange (substrat-o-meter) innenfor en rute på 0,25 m². Slangen er markert med røde markører som brukes til å måle størrelsen (dybde) av hulrommene. Eksempel på skjulmålinger i substrat med mye fin grus og sand hvor det ikke finnes hulrom, og dermed svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

Registrering av gyteplasser

Gytehabitat defineres som det arealet hvor kombinasjonen av substratsammensetning og vanddyb/vannhastighet samlet gir egnede forhold for gyting av sjøaure. Gyteplasser identifiseres på bakgrunn av hydrologi og substrat, og ble registrert ved observasjoner fra land.

Kontroll av eggoverlevelse

På gyteplassene ble gjennomført prøvetaking for å sjekke eggoverlevelse. Det ble gravd forsiktig i substratet og egg og evt. plommesekkkyngel ble samlet inn med håv. Antall, stadium og tilstand (levende/død) av egg ble notert. Ikke alle eggene ble tatt ut om man traff midt i en gytegrøp, men et representativt antall ble tilstrebet. Egg ble forsiktig lagt tilbake i substratet etter telling, og plommesekkkyngel ble forsiktig sluppet tilbake så disse kunne returnere til substratet.

Databehandling

Resultatene fra kartleggingen og oppmålingen ble digitalisert ved bruk av ArcGIS 10.5.

Habitatkartene og gyteområder er tegnet ut i fra kart og notater fra feltarbeidet, samt ved hjelp av flyfoto fra norgeskart (www.norgeskart.no). Kartene er basert på digitaliserte flyfoto, slik at arealene ikke nødvendigvis er representative for elvearealet ved den rådende vannføringen under kartleggingen. Hvert mesohabitatpolygon får en klassifiseringsverdi for skjul som beskrevet ovenfor (svært lite, lite, middels, mye eller svært mye) basert på skjulmålinger innenfor området, eller ut i fra nærmeste måling som har tilsvarende substratforhold.

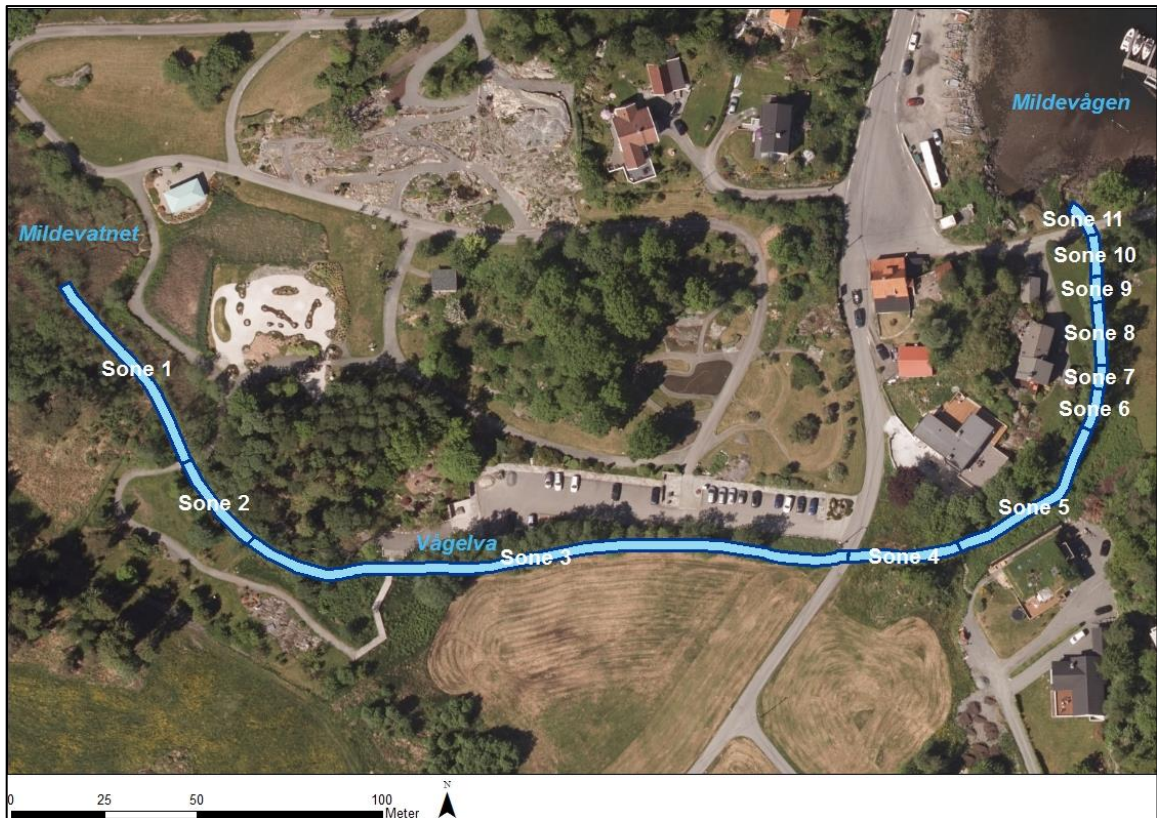
Beskrivelse av Vågelva

Vågelva er en liten elv med beliggenhet i Milde i Bergen kommune. Elven har utspring fra Mildevatnet og renner ut i sjøen ved Mildevågen. Nedbørsfeltet er 0,81 km² og elven er 390 meter lang. Middelvannføringen er estimert til ca. 47 l/s (beregnet ut ifra verdier av nedbørsfeltet til en bekk i Ervika like i nærheten) (NVE, 2018)

Resultater og vurdering

Habitat

Elven ble skilt i 11 ulike soner (figur 2). Grensene mellom soner ble valgt etter endringer i habitatet, dvs. hver gang det var en endring i mesohabitat (f.eks fra stryk til kulp) ble det opprettet en ny sone på kartet.

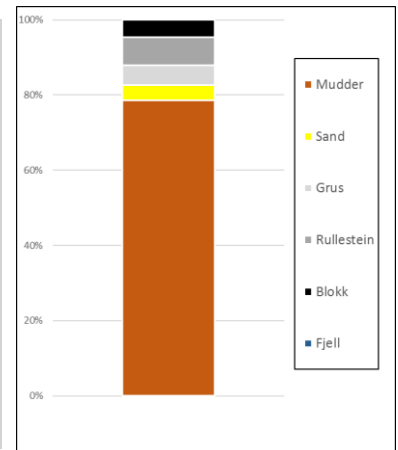


Figur 1: Oversikt soner

Tabell 1 viser en oversikt over habitat-, substrat- og skjulforhold i de ulike soner. Elven er dominert av soner med svært lite skjul. Det var ingen strekninger med verken moderat, mye eller svært mye skjul. Grunnen er at substratsammensetning er dominert av finsedimenter som mudder (Figur 3).

Tabell 1: Habitat, substrat og skjul

Sone	Habitat	Substrat [%]						Skjul		Areal [m ²]
		Mudder	Sand	Grus	Stein	Blokk	Fjell	Vektet	Kategori	
1	Sump	100	0	0	0	0	0	0	Svært lite	175
2	Grøft	100	0	0	0	0	0	0	Svært lite	83
3	Grunt grøft	90	0	0	10	0	0	0	Svært lite	493
4	Grunnområde	90	5	0	5	0	0	0	Svært lite	91
5	Glattstrøm	60	0	5	15	20	0	4	Lite	150
6	Kulp	20	20	50	0	10	0	0	Svært lite	34
7	Kulp	15	25	20	0	40	0	2	Lite	19
8	Glattstrøm	20	40	30	0	10	0	0	Svært lite	51
9	Kulp	40	10	20	10	20	0	1	Lite	21
10	Glattstrøm	10	20	40	20	10	0	2	Lite	34
11	Brakkvannssone	0	0	0	0	0	0	0	Svært lite	29



Figur 2: Substratsammensetning

I sonene 1-3 er det mye akvatisk vegetasjon (siv) og nesten ingen strømhastighet. Substratet består hovedsakelig av mudder. Laget av finsedimenter i elvebunnen er opptil 50 cm dyp. Nedenforsone 3 endret elvens karakter seg. Forekomst av akvatisk vegetasjon ble mindre og substratsammensetning grovere. Avhengig av vanddybde og strømhastighet var det fortsatt mye finsedimenter. I sone 7 og 8 ble det også funnet mellom 5 og 10 prosent leire. Sone 11 kan allerede defineres som sjø basert på tidevannstabeller.



Figur 4: Sone 3



Figur 3: Sone 1



Figur 6: Sone 5



Figur 5: Sone 4



Figur 7: Sone 11

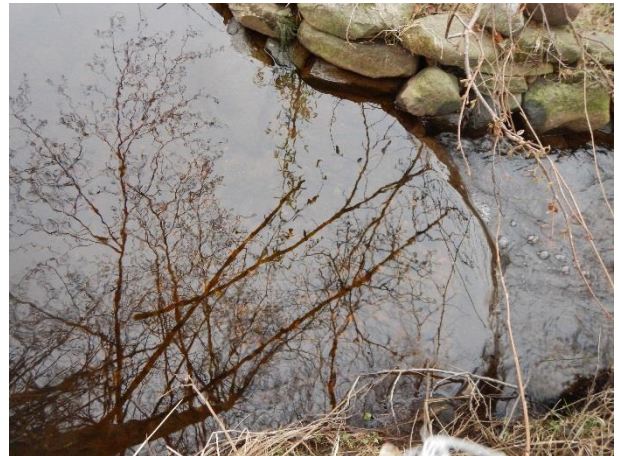
I nedre deler av elven (soner 5, 6, 8, 9) ble det funnet seks potensielle gyteplasser. Størrelse av gyteplassene var mellom 2 og 12 m². Fire av disse gyteplassene ligger på brekkantene like oppstrøms for tersklene som er bygget i disse delene av elven. Totalt gyteareal i Vågelva er rundt 34 m².



Figur 8: Terskler og gyteplasser



Figur 10: Terskel



Figur 9: Gyteplass

Den 13.03.2017 ble disse gyteplassene sjekket for ørretegg. Bortsett fra den potensielle gyteplassen nærmest havet ble det funnet egg i alle de potensielle gyteplassene. Resultatene fra Tabell 2 viser at det er gyting av ørret i Vågelva, men eggoverlevelsen er veldig lav. Årsaken til dette kan være saltvannsinstrømming og at gytegrusen er tettet av finsedimenter, da mye mudder ble registrert i substratet ved sjekking av gytegroper (Figur 12).

Tabell 2: Eggoverlevelse

Gyteplass	Sone	Død øyerogn	Levende øyerogn	Levende Plommeseekkyngel	Total	Overlevelse [%]
1	9	0	0	0	0	-
2	8	0	0	1	1	100
3	8	17	1	2	20	15
4	8	30	1	1	32	6,25
5	6	0	0	1	1	100
6	5	0	1	0	1	100



Figur 12: Sjekking av gytegroper



Figur 11: Død øyerogn



Figur 14: Levende plommeseekyngel



Figur 13: Levende øyerogn

Vurdering av flomsituasjon

Figur 13 viser langsgående høydeprofilen av elven. Datagrunnlaget er oppmåling med differensiell GPS. Den blå linjen viser vannoverflaten, den grå linjen elvebunnen (målinger på dypeste punkter av tverrprofiler). De horisontale linjene (MSL, MHW, HAT, H1) viser forskjellige tidevannshøyder for Mildevågen beregnet av Kartverket (definisjoner tabell 3). Verdiene kan også sees i figur 16.

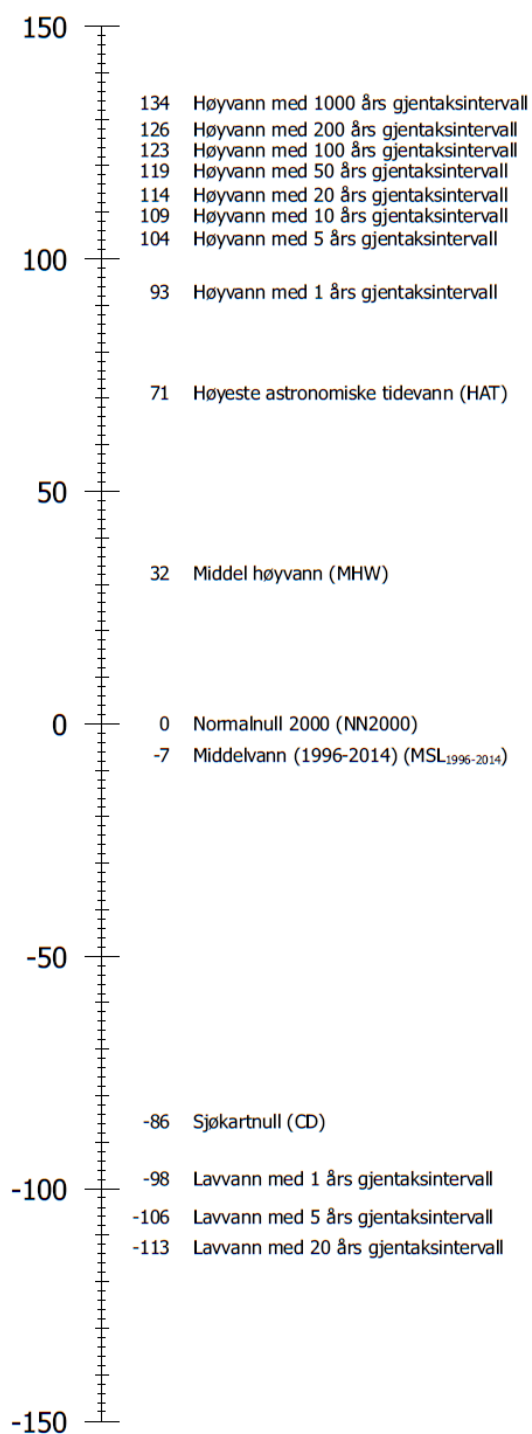
Tabell 3: Forskjellige tidevannshøyder som er inntegnet i figur 16 (Kartverket, 2018)

<p>MSL: Middelvann (1996-2014) Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.</p>
<p>MHW: Middelløyvann Gjennomsnittet av alle observerte høyyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.</p>
<p>HAT: Høyeste astronomiske tidevann Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.</p>
<p>H1: Høyyvann med 1 års gjentaksintervall</p>

Mildevågen

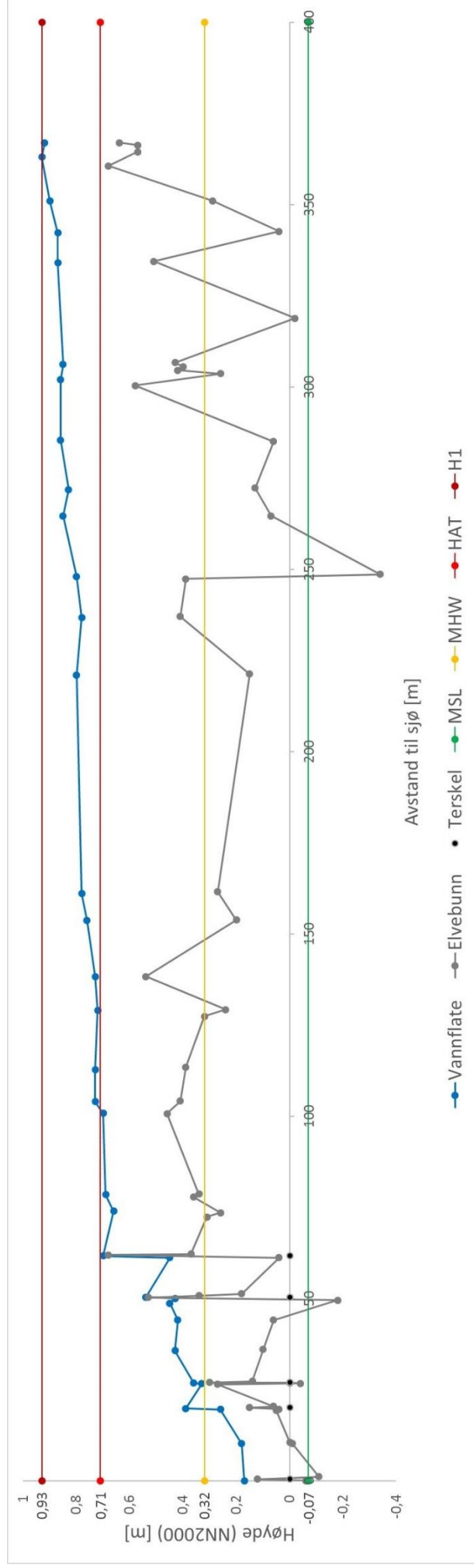
Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier

Nivå er hentet fra BERGEN og justert med faktor 0,87.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000.

Figur 15: Vannstands nivåene Mildevågen (Kartverket, 2018)



Figur 16: Lengdeprofil fra sjøen til utløp Mildevatnet

Resultatene som vises i figur 17 tilsier at ved middel høyvann er havnivået 32 cm over normalnull og saltvannet stoppes fra å komme inn i elva ved den fjerde terskelen 50 m oppstrøms Mildevågen. Ved høyeste astronomiske tidevann (HAT; 71 cm over normalnull) påvirker tidevannet allerede hele elven opp til Mildevatnet. Denne beregningen er kun teoretisk fordi finsedimentlaget i øvre del av elven øker høyden av elvebunnen og vil trolig redusere saltvannsinnsig. Det innkommende tidevannet fremkaller oppstuvning og de mest kritiske tidspunkter for oversvømmelse er når HAT og høy vannføring i elven forårsaket av regn skjer samtidig. Gradienten (vannspeil) i bekken varierer fra ca. 0 ved høyeste tidevann til 0.002 ved middelvannstand i sjøen. Gradienten er brattere på de siste 60 m her er den 0.01 ved lav tidevannstand (MSL).

Lav fallgradient i elven og avhengighet av tidevannstand betraktes som hovedårsak for oversvømminger ved høy vannføring. Effekten kan forsterkes av de 3 kulvertene som finnes i Vågelva ved høye vannføringer.

Tiltaksanbefalinger

Graving av finsedimenter

I øvre delen av elven (sone 2 og 3) er det relativt stor mudderakkumulering. Fjerning av dette slammet (ca. 50 cm) vil føre til større avløpstverrsnitt og øke den hydrauliske kapasiteten til elveleiet. Effekten er liten siden fallgradient ikke endres, men det vil bidra til økt hydr. kapasitet ved lav tidevannstand. Dersom finsedimenter fjernes bør eventuelle grovere masser tilbakeføres til elven for å sikre elvebunnen mot erosjon. Å legge ut substrat for fisk i form av steiner/grus (2-50 cm) vil etter all sannsynlighet ikke være hensiktsmessig da den naturlig lave gradienten vil føre til ny sedimentering. Av samme årsak vil fjerning av finsedimenter kreve periodisk vedlikehold/gjentakelse. Gravingen vil medføre suspensjon av finsedimenter som kan transporteres videre nedstrøms i vassdraget, og tette til substrat som er viktig for fisk og insekter. Dette arbeidet bør skje i månedene august og september da ingen aureyngel og få insekter befinner seg i substratet (årsyngel har forlatt elvegrusen og de fleste insektslarver/nymfer har klekket) og eventuelle negative effekter er så små som mulig.

Fjerning av akvatisk vegetasjon

Siv og andre vannplanter i bekken reduserer dens hydrauliske kapasitet. Akkumuleringsgraden av finsedimenter er også større i områder med mye akvatisk vegetasjon. Fjerning og skjøtsel av vannplanter i utløpskanalen kan derfor bidra til å redusere risikoen for flom. Likevel vil oversvømmelser kunne forekomme siden det er en lav fallgradient og oppstuvning fra sjøen fortsatt vil forekomme i perioder. Skjøtsel av vannvegetasjon skal skje samtidig som fjerning av sediment. Hekkende fugl vil ha forlatt sivet i august. Vegetasjon bør kartlegges før tiltak for å unngå fjerning av vernetede og ønskete arter.

Planting av kantvegetasjon

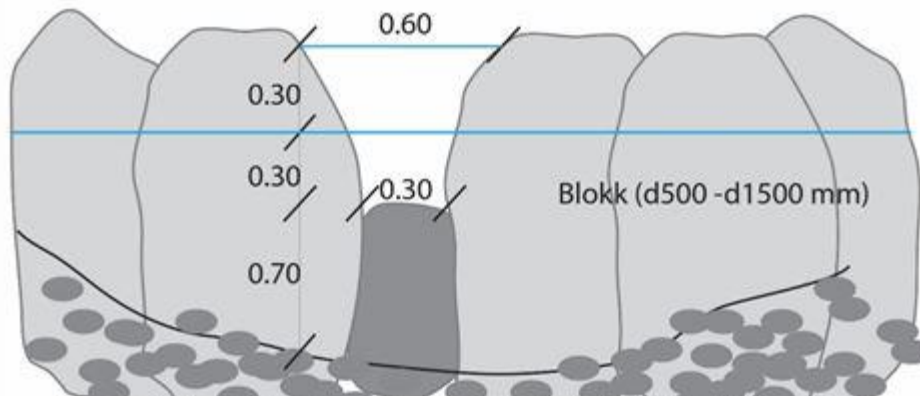
Planting av trær langs elvebredden reduserer lysintensiteten i elva og vil bidra til redusert vekst av vannplanter. Med dette vil naturtypisk kantvegetasjon av busker og trær bidra til redusert vedlikeholdsbehov (skjøtsel av vannplanter). Kantvegetasjon er viktig for plante- og dyreliv og er et verdifullt landskapselement. I tillegg kan kantvegetasjon motvirke erosjon langs elvebredden.

Sedimenter og overflødig næringsmatter kan filtreres ut gjennom kantvegetasjonen (Martin, 1999), hvilket også kan redusere forurensning fra jorder og åpen mark. For fisken i vassdraget er kantvegetasjon viktig da den gir skjul og skygge langs elvebredden, og næring i form av evertebrater som er assosiert med vegetasjonstypen i området (Pulg m.fl., 2018).

Fjerning av terskler

Tersklene som er laget for å bedre gyteforhold for sjøaure og å redusere saltvannsstrømming i vassdraget (Arne Mathiesen, pers. kom.) har trolig begrenset funksjon. Ut ifra egne målinger og tidevannstabeller (Kartverket, 2018) stanser først den fjerde terskelen (telt fra utløpet) saltvann i å påvirke elven ved middelhøyvann. Ved HAT vil også tidevannsnivået gå høyere enn den øverste terskelen. Da vil selve tidevannet medføre oppstuvningseffekt opp til Mildevatnet. Å fjerne tersklene i nedre deler av Vågelva vil da sannsynligvis kun være hensiktsmessig med hensyn på flomfare dersom flommer forekommer flere ganger i året eller om flommene ikke korrelerer med HAT, ettersom tidevannsstanden står for oppstuvningen ved HAT.

De beste gyteplassene for sjøørret i vassdraget finnes i assosiasjon med disse tersklene. Det anbefales derfor ikke å fjerne tersklene. Det som bør gjøres er å modifisere tersklene med lavvannsrenner (Figur 17). Lavvannsrenner kan medføre en minimal reduksjon i oppstuvningsevnen til hver enkelt terskel, men vil gi gunstigere strømhastighet på gyteområdene. Det er noe usikkert hvorfor det var så lav eggoverlevelse på gyteplassene i Vågelva. Som nevnt tidligere kan dette skyldes enten saltvannsstrømming eller den store andelen finsedimenter i gytesubstratet. Mye tyder på at sjøørret kan tolerere en viss salinitet gjennom hele sin livssyklus (Limburg m.fl., 2001). Vi vet ikke hvilke saliniteter som forekommer i de nederste delene av Vågelva, men vi fant imidlertid levende plommeseekyngel i noen av de nedre gyteplassene. Dersom saltholdigheten førte til dødelighet skulle man kanskje forvente at samtlige egg ville vært døde, ettersom saltvannet etter all sannsynlighet ville penetrert hele substratet. Det er derfor mer sannsynlig at den store andelen finsedimenter fører til at substratet blir så pakket at man får økt eggdødelighet som følge av redusert oksygenutskiftning. Å øke strømhastigheten i disse områdene kan forbedre forholdene ved at finsedimenter ikke lenger avsettes her og oksygenforholdene på gyteplassen bedres. I tillegg gjør lavvannsrenner oppvandringen for fisk over terskler ved lav vannstand enklere (selv om denne ikke er særlig komplisert i Vågelva).



Figur 17: Eksempelskisse for en lavvannsrenne (her fra Otra i Agder). Merk at målene selvsagt vil være helt annerledes for Vågelva.

Teknisk flomsikring

Oppmålingen viser at det er vannstanden i sjøen som avgjør vannstand opp til Mildevatnet ved høy tidevannstand. Økning av avløpstverrsnitt ved hjelp av muddring og skjøtsel av vegetasjon vil kunne redusere øversvømmelsesfare ved mindre vannstand i sjøen men vil ikke kunne fjerne den helt.

Derfor anbefales å bruke oversvømmelsesområdet slik at den tåler periodiske oversvømmelser. Dersom dette ikke er mulig, kan det være aktuelt å initiere teknisk flomsikring i området med en flomvegg. Dette kan ha effekter på fordrøyningsvolum ved flom og må i så fall vurderes helhetlig for vassdraget inkludert involvering av ansvarlige myndigheter.

Sammendrag:

Hovedårsak til oversvømmelser og stor andel av mudderbunn i Vågelva er lav fallgradient og tidevannsoppstuvninger som kan rekke helt opp til Mildevatnet i perioder.

Dersom skadepotensialet ved flom skal reduseres og habitat for sjøaure sikres, anbefales det følgende:

- Moderat muddring og skjøtsel av vannplanter i øvre Vågeelva og utløp av Mildevatnet med hensyn til vernete og ønskete arter.
- Reetablering av naturlig kantvegetasjon med busker og trær langs Vågeelva så vidt som mulig.
- Etablering av enkle lavvannsrenner i tersklene.
- Arealbruk på oversvømmingsarealet som tåler flom i perioder

Skal arealet sikres mot oversvømmelse kreves mer omfattende tekniske løsninger som flomvegger.

Referanser

- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth T. & Ugedal, O. 2007: Shelter availability affects behaviour, sizedependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater biology* 52, 1710-1718.
- Hanfland, S., Schnell, J. Ekart, C., Pulg, U. 2010: Lebensraum Fließgewässer entwickeln und restaurieren. 2. Auflage, Landesfischereiverband Bayern e.V. Muenchen. 76 s. <http://www.lfvbayern.de/arten-und-gewaesserschutz/veroeffentlichungen/>
- Kail, J., Hering, D., Muhar, S., Gerhard, M. and Preis, S. (2007), The use of large wood in stream restoration: experiences from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology*, 44: 1145–1155. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.01401.x
- Kartverket 2018: Mildevågen – Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier, tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=334380&city=Mildev%C3%A5gen#>
- Limburg, K. E., Landergren, P., Westin, L., Elfman, M. and Kristiansson, P. (2001), Flexible modes of anadromy in Baltic sea trout: making the most of marginal spawning streams. *Journal of Fish Biology*, 59: 682–695.
- MacInnis, C, Trevor A. Floyd & Barry R. Taylor (2008) Large Woody Debris Structures and Their Influence on Atlantic Salmon Spawning in a Stream in Nova Scotia, Canada, *North American Journal of Fisheries Management*, 28:3, 781-791, DOI: 10.1577/M07-077.1
- Martin, T. L., N. K. Kaushik, J. T. Trevors, and H. R. Whiteley (1999). Review: denitrification in temperate climate riparian zones. *Water, Air, and Soil Pollution*, 111, 171–186.
- NVE. 2018: NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-Indeks_Analyse, tilgjengelig fra: <http://nevina.nve.no/>
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, B., G., Wiers, T., Skår, B. Nordmann E., Fjeldstad H-P., Kroglund, F. 2018: Tiltakshandbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889
- UIB (2015), Fisk i Mildevatnet, tilgjengelig fra: <http://www.uib.no/arboretet/90324/fisk-i-mildevatnet>