

RAPPORT LNR 4056-99

Oppgrunning og forurensning av Væla fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. II.



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Serlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grinstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Oppgrunning og forurensning av Væla fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. II.	Løpenr. (for bestilling) 4056-99	Dato 1999-06-03
	Prosjektnr. Undemr. O-97120 2	Sider Pris 20
Forfatter(e) Lien, Leif Bækken, Torleif Mjelde, Marit	Fagområde Gen. vassdrags- undersøkelser	Distribusjon Fri
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norske Skog	Oppdragsreferanse
--	--------------------------

Sammendrag

Sammendrag: Mesteparten av det organiske materialet i fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering er lite biologisk tilgjengelig, og representerer ikke noen fare for eutrofiering eller saprobiering av Væla. Tungmetaller i varierende konsentrasjoner er påvist i grunnen. Det er trolig forbundet med større fare å fjerne massene enn å la de ligge i ro med en båndlegging av området med bl.a. graveforbud. Væla har bra bufferkapasitet mot forurensning. Endringer i vannkvaliteten nederst i Væla er bestemt hovedsakelig av vannføringen og vannkvaliteten i Begna, og er lite styrt av utsig fra fyllingsområdet. Sedimentene, både oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet, besto av et lag (1-6 cm) med organisk materiale av nedbrutte vannplanter over et sjukt med lys grå leire. Én av sedimentprøvene nedstrøms fyllingsområdet hadde et 6 cm lag med grov flis som trolig stammer fra aktiviteter ved Hen Treimpregnering. Oppgrunningen i Væla nær samløpet mellom Væla og Begna må hovedsakelig tilskrives materialtransport i Begna. Det synes å være forskjeller mellom bunndyrsamfunnene, med både flere arter og flere individer oppstrøms enn nedstrøms fyllingsområdet. Dette kan skyldes forskjellig vannkvalitet eller ulik bunns substrat, men det kan heller ikke utelukkes at bunndyrsamfunnet er påvirket av lekkasje av stoffer fra fyllingsområdet. Dybdeforholdene i Væla utenfor fyllingsområdet er ikke til hinder for gytevandringer av ørret fra Begna og opp i Væla.

Fire norske emneord 1. Vannkjemi 2. Vannbiologi 3. Tungmetaller 4. Sagbruksfylling	Fire engelske emneord 1. Water chemistry 2. Freshwater biology 3. Heavy metals 4. Riverbank fill area
---	--



Prosjektleder


Leif Lien



Forskningsleder

Dag Berge

ISBN 82-577-3660-0



Forskningsjef

Nils Roar Sæthun

**Oppgrunning og forurensning av Væla fra
fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. II.**

Innhold

Sammendrag	4
Summary	5
1. Innledning	6
2. Resultater og diskusjon	9
2.1 Avrenning/sigevann fra fyllingen	9
2.2 Vannprøver.	11
2.3 Sedimentprøver / Oppgrunning av Væla.	12
2.4 Makrovegetasjon	13
2.5 Bunndyr	17
2.6 Fisk	18
3. Konklusjoner	19
4. Litteratur	20

Sammendrag

Undersøkelsen omfatter en biologisk inventering av vegetasjon, bunndyr, fisk og sedimenter i nedre deler av Væla. Undersøkelsen inkluderer også analyser av sigevann fra fyllingen og vannprøver av Væla, oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

Mesteparten av det organiske materialet i fyllingen er lite biologisk tilgjengelig, og følgelig representerer dette ikke noen større fare for eutrofiering eller saprobiering av Væla.

Det er påvist tungmetaller i fyllingsområdet, og det er store variasjoner i konsentrasjonene av disse. Utlekkingen av metaller har trolig mindre betydning for plante- og dyrelivet i Væla. Dette har bl.a. sammenheng med stor fortykning av vann fra Begna. Dersom man fjerner fyllingen er det muligheter for at det kan oppstå større støtutslipp av tungmetaller til Væla og Begna under arbeidet med å grave opp massene på området. Det er derfor trolig forbundet med større risiko og fjerne massene i fyllingen enn å la de ligge i ro med de tungmetallkonsentrasjonene som finnes der. En båndlegging av området mot anvendelser som bl.a. krever gravevirksomhet samt en forsiktig opprydding langs Væla synes sikrere for vassdraget enn fjerning av fyllmassene.

Vannanalysene viser at Væla har bra bufferkapasitet mot forsurening, og problemer for f.eks. fisk er ikke ventet i elva. Væla har et karakteristisk brunt myrvannspreg med bl.a. høyt fargetall og jerninnhold og høyt innhold av organisk stoff (humus). Denne vannkvaliteten endres ikke før samløp og innblanding med Begna. Det synes derfor som eventuelle endringer i vannkvaliteten nederst i Væla er bestemt for en stor del av vannføring og vannkvalitet i Begna, og at vannkvaliteten nederst i Væla er mer styrt av graden av fortykning fra Begna enn av utsig fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

Sammensetningen av sedimentene, både oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet besto av et lag med organisk materiale over et sjikt med lys grå leire. Det organiske laget varierte fra en én til fire cm i tykkelse, og inneholdt mer eller mindre nedbrutte vannplanter. I én av sedimentprøvene nedstrøms fyllingsområdet ble det funnet et lag på 6 cm med grov flis, som trolig stammer fra Hen Treimpregnering. Sedimentene i Væla er hovedsakelig av "naturlige" opprinnelse, men innimellom finnes rester av masser fra aktiviteter som tidligere har funnet sted ved bedriften. Analysene av sedimentprøvene viser at det i de nederste partiene av Væla ikke sedimenterer vesentlige mengder organisk materiale fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

En djupål i Væla var markant fra utenfor de øvre partier av industrifyllingen og ned mot de nedre delene, nærmere samløpet med Begna. Samløpet er lokalisert i en innersving av Begna hvor det vanligvis avsettes løsmateriale, og hvor det allerede er avsatt en langstrakt elvetange. Oppgrunningen av bunnen nær samløpet mellom Væla og Begna må for en stor del tilskrives materialtransport i Begna. Dersom det er ønskelig å opprette en djupål i Væla, bør man grave opp elveløpet gjennom hele det stilleflytende området fra ca. 300 m oppstrøms jernbanebroa og ned til samløpet med Begna. Løpet bør være 1.5-2 m dyp for å hindre hurtig gjenvækt av elvesnelle. Det er også viktig å forsøke å opprettholde et åpent løp gjennom "terskelen" ved samløp Begna.

Det synes å være forskjeller mellom bunndyrsamfunnene, med både flere arter og flere individer oppstrøms (Fig. 1A- Lok. 1) enn langs nedre deler av fyllingsområdet (Lok. 2). Dette var ikke forventet. Det kan skyldes noe forskjellig vannkvalitet med innstrømning fra Begna i de nedre delene, men vi kan heller ikke utelukke at fyllingen påvirker bunndyrsamfunnet enten via lekkasje av stoffer fra fyllingsområdet eller på grunn av endringer av bunnssubstratet.

Vannføringen utover høsten pleier vanligvis å øke, noe som også initierer gytevandringene, og som samtidig fjerner død vegetasjon og øker vanndybden. Forholdene i Væla utenfor Hen Treimpregnering er ikke til hinder for gytevandring av ørret fra Begna og opp i Væla.

Summary

Title: Shoaling and pollution of River Væla from the land fill area of Hen Treimpregnering. II.

Year: 1997 - 1998

Author: Lien, L., Bækken, T. and Mjelde, M.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 82-577-3660-0

Most of the organic materials in the fill area are not available for biological production. No eutrophication effects are expected. Varying concentrations of heavy metals were recorded in the ground water. It is probably more risky to remove the fill masses than to just leave the area with restriction of e.g. digging the ground. River Væla has good buffering capacity against acidification. Change of water quality in the lower part of River Væla is mainly determined by the water quality of River Begna. The river sediments, both upstream and downstream of the fill area had 1-6 cm of organic material above layers of grey clay. The shoaling of River Væla close to River Begna is mainly caused by sediment transport and erosion in River Begna. Differences in the bottom fauna community upstream and downstream the fill area might be caused by different water quality, leakage from the fill area, or changes in the substratum of the river bottom. The depth of the lower part of River Væla does not obstruct the spawning migration of brown trout.

1. Innledning

Norske Skog, Hen Treimpregnering har bedt NIVA om å forta en undersøkelse for å belyse om fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering virker til oppgrunning og forurensning av elven Væla. Hen Treimpregnering ligger på en tange mellom elvene Begna og Væla (se Fig. 1A.), noen kilometer oppstrøms Hønefoss i Buskerud. Sagbruksvirksomheten startet her i 1870, og har pågått mer eller mindre kontinuerlig siden den gang. Tangen utenfor sagbruket har i alle år vært nyttet til lagerplass for tømmer og trevirke. Tangen bestod opprinnelig av sand, grus og myrlendte partier med bl.a. et lite tjern. Området er blitt planert i årenes løp hovedsakelig ved hjelp av sagbruksavfall som flis, kapp og bark, i tillegg til grus, men også andre materialer er delvis synlig (metall, betong m.m., se Fig 2D). Tjernet er også fylt igjen.

Oppfyllingen av tangen mot Væla følger i dag hovedsakelig den opprinnelige elvekanten med unntak av ett par grunne bukter. Tidligere var det også deponert masser ut i Væla i den øvre halvdel av industriområdet. Dette er nå fjernet.

Det er ikke påvist eller registrert utslipp til Væla oppstrøms Hen Treimpregnering, og det eneste registrerte uttaket av vann fra Væla er tømmervanning ved Hen Treimpregnering.

Ved en befaring på Hen Treimpregnering 23/5/97 ble NIVA bedt om å forta undersøkelser for å kunne vurdere om fyllingsområdet kunne virke til oppgrunning og forurensning av Væla. Undersøkelsene skulle omfatte:

1. Avrenning/sigevann fra fyllingen
2. Vannprøver av Væla, oppstrøms og nedstrøms bedriften
3. Enkel fiskeundersøkelse
4. Sedimentprøver
5. Vegetasjonsbeskrivelse
6. Bunndyr
7. Registrere utslipp og uttak av vann fra elven
8. Eventuelle forsuringsproblemer i Væla.

Dette er nærmere beskrevet av Berge (1997) i et programforslag for undersøkelsen. Programmet omfattet en biologisk inventering av vegetasjon, bunndyr, fisk og sedimenter i nedre deler av Væla. Dette ble utført 5/8/97. Programmet inkluderte også prøvetakinger av sigevann fra fyllingen og samtidige vannprøver av Væla, oppstrøms og nedstrøms fyllingen. Det ble tatt tre serier med vannprøver i Væla i 1997. Sandspisser ble satt ned i fyllingsområdet 2/7/97, og de første vann- og sigevannsprøvene ble tatt samtidig. Sommeren 1997 ble meget varm og tørr, og tilsig av sigevann i fyllingen stoppet opp i alle fall frem til bakken frøs i oktober. Det ble derfor bare tatt én serie med sigevannsprøver fra fyllingen, og undersøkelsen ble rapportert i februar 1998 (Lien m.fl. 1998).

Sandspissene ble fjernet 20 mai 1998, og samtidig ble det tatt vannprøver fra sandspissene som ble analysert på tungmetaller. Metallanalyser var ikke med i det opprinnelige programforslaget. Analyse-resultatene med en kort vurdering av metalkonsentrasjonene ble sendt i brev form til Fylkesmannen i Buskerud med kopi til Forestia/Norske Skog. Norske Skog har nå henvendt seg til NIVA og bedt om å få innarbeidet metalanalysene fra sandspissene i en samlet rapport med de øvrige dataene fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

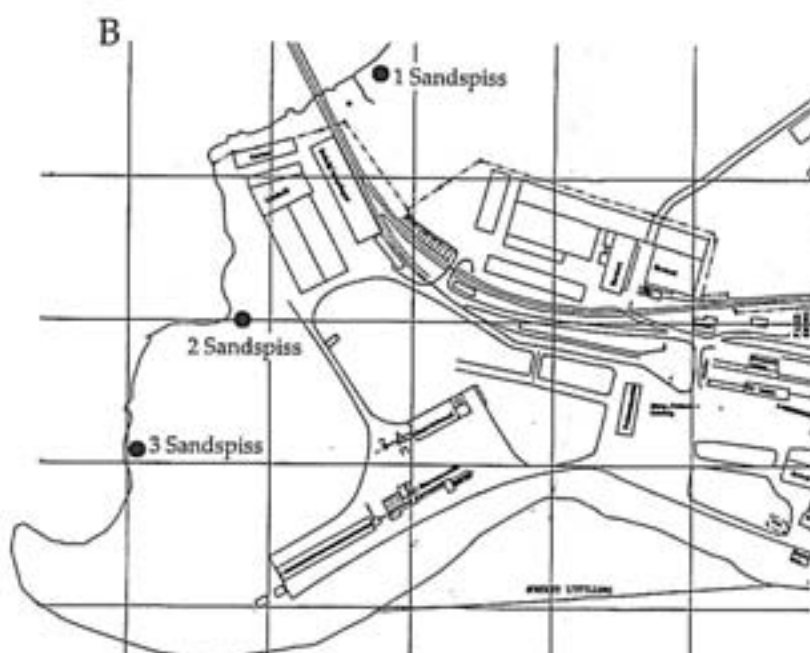
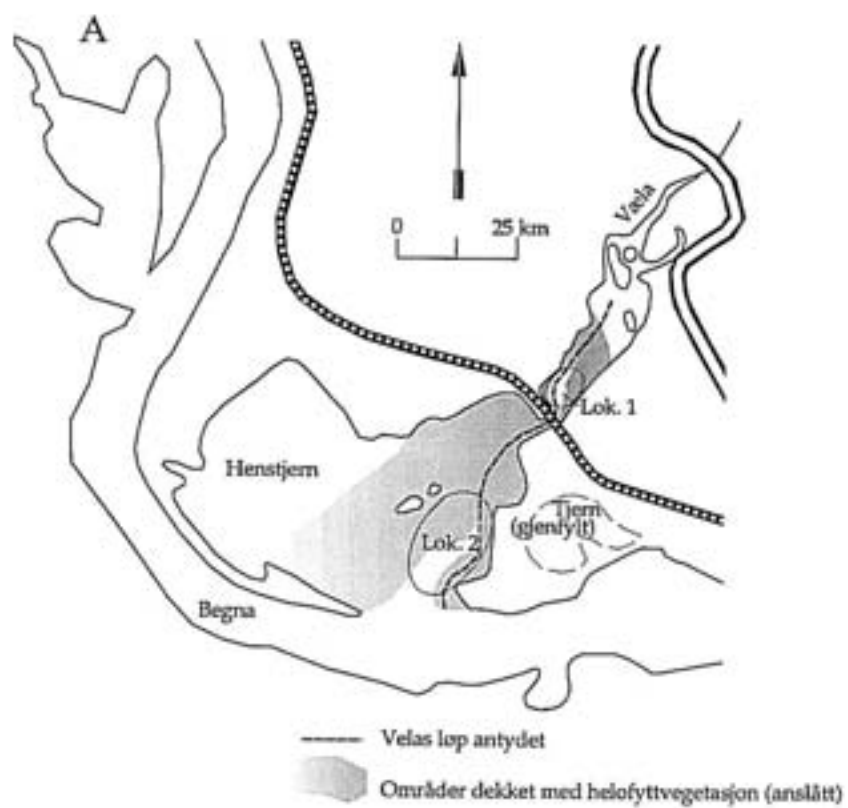


Fig. 1. Kartskisser over området ved og rundt Hen Treimpregnering. A: Etter eldre kartverk. Vannflater med vegetasjon er vist sammen med prøvetakingsområder (stasjoner). (Vegetasjonen i vestre del av Henstjern er ikke kartlagt.) B: Dagens oppfyllingsområde. Lokaliseringen av sandpissene er vist.

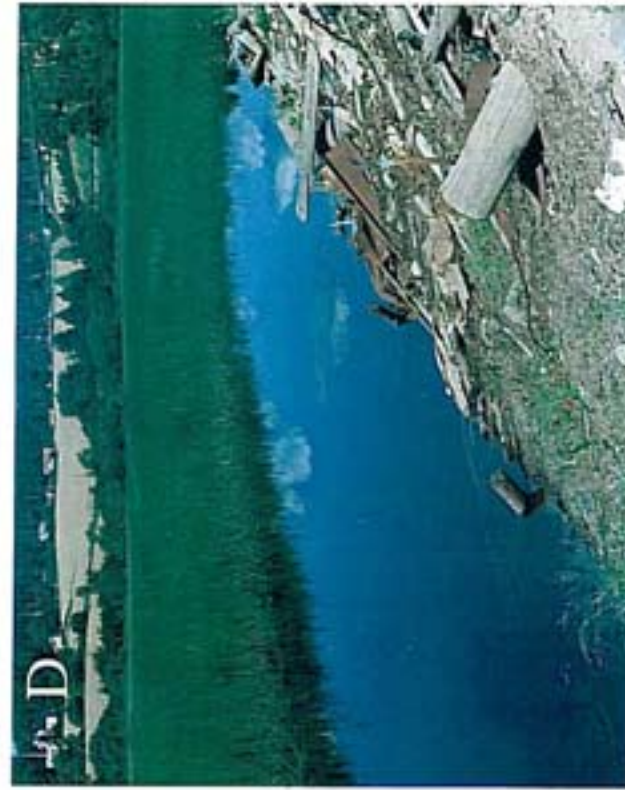
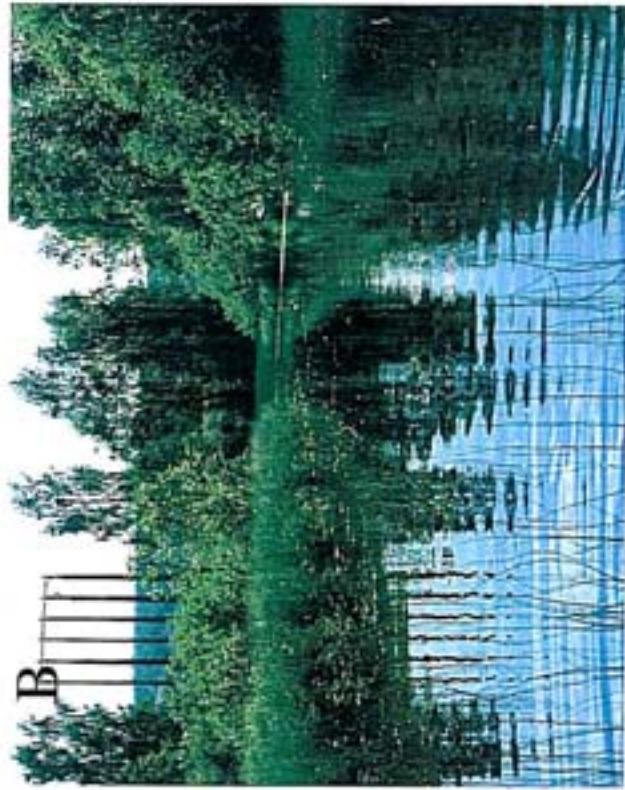


Fig. 2 Foto av lokalitet 1 oppstrøms fyllingsområdet (A og C) og lokalitet 2 nedstrøms og langs fyllingsområdet (B og D). Alle foto tatt 5. august 1997 av Marit Mjelde.

2. Resultater og diskusjon

2.1 Avrenning/sigevann fra fyllingen

Det ble satt ned tre sandspisser for grunnvannsprøver langs Væla 2. juli 1997. Etter ønske fra Norske Skog/Hen Treimpregnering ble én av spissene satt oppstrøms fyllingen som referanse. Denne ga bare lite vann da den ble slått ned, men det ble antatt at tilsiget ville øke med tiden. To sandspisser i fyllingsområdet ga rikelig med vann denne dagen.

Sommeren og høsten 1997 ble spesielt varm og tørr, og allerede ved neste prøvetaking i begynnelsen av august var alle sandspissene tilnærmet tørre. Det ble ikke registrert tilstrekkelig med vann til prøvetaking i sandspissene i løpet av høsten 1997 til tross for enkelte korte regnperioder. Nedbørsmengdene for juli, august, september og oktober 1997, lå mellom 60 og 80 % av normalen, og månedsmiddeltemperaturen var opptil 5 °C høyere enn normalt.

Fyllingsområdet til Hen Treimpregnering på tangen mellom Væla og Begna har liten eller ingen tilførsler av sigevann/grunnvann fra ovenforliggende felter. Sigevann/grunnvann fra fyllingsområdet er derfor hovedsakelig avhengig av nedbør som faller på tangen i tillegg til noe vanning av lagret tømmer. Mai og juni 1997 hadde nedbør og temperaturer tilnærmet normalen, og det var godt med sigevann/grunnvann etter denne perioden. Nedbørsmengden pluss tømmervanning den varme sommeren og høsten 1997 var imidlertid ikke tilstrekkelig til å kompensere fordampningen fra fyllingsområdet.

Prøvene av sigevann/grunnvann tatt 2. juli er analysert på pH, ledningsevne, turbiditet, farge, totalfosfor, totalnitrogen, total organisk karbon, jern, og endelig biologisk- og kjemisk oksygenforbruk. Resultatene er vist i Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1. Analyseresultater av sigevann/grunnvann fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering fra to sandspisser (S.s.2 og S.s.3, Fig.1B) tatt 2/7/97.

Sand- spiss	pH	ledn. mS/m	evne FTU	turbid mgPt/l	farge fosfor	total µg/l	total nitro- gen µg/l	total organ. karbon mg/l	jern mg/l	BOD mgO/l	COD mgO/l
2	7.10	32.6	20.0	453	502		1980	112	11.8	11.5	266
3	6.54	10.3	16.0	505	245		930	60	28.8	14.0	169

Analyseresultatene i Tabell 1 viser at verdiene fra de to sandspissene er noe forskjellig, men det er også flere felles markerte trekk: Det er generelt høye verdier av de fleste målte parametre som jern, organisk karbon, farge og turbiditet, samt næringsalter og spesielt fosfor. Kjemisk oksygenforbruk (COD) er også høyt. Sammenholdt med de tilsvarende betydelig lavere verdiene for biologisk oksygenforbruk (BOD) tilsier dette at mesteparten av det organiske materialet i fyllingen er lite biologisk tilgjengelig, og følgelig representerer det ikke noen større fare for eutrofiering eller saprobiering av nedre deler av Væla.

Som det fremgår av analyseresultatene for tungmetaller i Tabell 2 er det til dels meget høye konsentrasjoner for enkelte av metallene. Deler av fyllingsområdet har til tider vært benyttet som lagerplass for trykkimpregnerte materialer. Dette er en rimelig forklaring på at det ble funnet høye konsentrasjoner av arsen, krom og sink og til dels kobber (Hägg 1969). Det ligger også en del jernskrap i fyllingsområdet (Fig. 2D), som finnes igjen i analysene av grunnvannet. I tillegg ble det registrert forhøyede konsentrasjoner av bly og kadmium. Det er imidlertid store variasjoner mellom de to prøvetakingsstedene på fyllingsområdet, og det er også variasjoner i konsentrasjoner med tid. Jern som ble analysert både 2/7/97 og 20/5/98 viste vesentlig høyere verdier ved den første prøvetakingen.

Tabell 2. Analyseresultater av tungmetallene jern, sink, krom, mangan, nikkel, kobber, arsen, sølv, kadmium og bly, i sigevann/grunnvann fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering fra to sandspisser (S.s.2 og S.s.3, Fig.1B) tatt 20/5/98.

Sand- Spiss	Fe mg/l	Zn mg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	As µg/l	Ag µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
2	1.38	95.8	12	948	11	92	128	<0.5	2.5	8.7
3	9.68	1.22	13	14	12	38	176	<0.5	0.3	1.7

Jern ble også analysert i vannprøver fra Væla tatt ovenfor og i nedre deler av fyllplassen (se avsnitt 2.2, Tabell 3). Konsentrasjonen av jern var vanligvis høyere oppstrøms fyllplassen enn ved fyllplassen. Dette har sammenheng med fortykning av vann fra Begna. Det ble ikke analysert på andre tungmetaller i Væla, med vann fra Begna vil også virke fortyknende på disse metallene i de nedre deler av Væla.

De store variasjonene av konsentrasjoner vi finner på de to prøvetakingslokalitetene kan ha sammenheng med at forskjellige typer avfall er deponert på de ulike stedene, og variasjoner i jernverdier med tid kan ha sammenheng med nedbørmengder og ulike fortykninger og tilsig til sandspissene fra forskjellige delfelter i tiden før prøvetaking.

De to sandspissene som ble slått ned i området var i utgangspunktet ment for vurderinger av oppløste næringssalter og organisk innhold i fyllingen (Tabell 1). Variasjonene i verdiene for disse parametrene var akseptable for denne vurderingen. Sandspissene var i utgangspunktet ikke tenkt benyttet til kartlegging av tungmetaller i fyllingsområdet. De store variasjonene i tungmetallkonsentrasjoner viser at det ville være nødvendig med et vesentlig større antall sandspisser for å kartlegge alle tungmetallene i grunnen her.

Våre sandspissprøver viser imidlertid at det er tungmetaller i grunnen, og at det er store variasjoner i konsentrasjonene. Dersom man velger å fjerne fyllingen vil det være muligheter for at det kan oppstå større støtutslipp av tungmetaller til Væla og Begna under arbeidet med å grave opp massene på området. Slik massene ligger i dag synes det ikke som utlekkingen til vassdraget har noen vesentlig betydning for plante- og dyrelivet. Dette har bl.a. sammenheng med relativt små mengder utlekking fra det begrensede nedbørfeltet som utgjøres av fyllingsområdet og stor fortykning spesielt i Begna med betydelige vannføringer. Det er derfor trolig forbundet med større risiko og fjerne massene i fyllingen enn å la den ligge i ro med de tungmetallkonsentrasjonene som finnes der. En båndlegging av området mot anvendelser som bl.a. krever gravevirksomhet samt en forsiktig opprydding langs elvebredden og på elvebakken ovenfor eventuelt med noen tilplantinger, synes sikrere for vassdraget enn fjerning av fyllmassene.

2.2 Vannprøver.

Det ble samlet inn vannprøver i Væla fra oppstrøms fyllplassen og fra nedre deler av fyllplassen. Det ble tatt prøver fra tre tidspunkter: 2. juli, 5. august og 10. september. Det ble analysert på pH, ledningsevne, turbiditet, farge, totalfosfor, totalnitrogen, total organisk karbon og jern. Det ble også i august tatt en vannprøve oppstrøms fyllplassen for å vurdere eventuell sårbarhet i Væla for sur nedbør. Denne prøven ble i tillegg til de andre parametrene analysert på hovedkomponentene (kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, nitrat og alkalitet) samt reaktivt- og illabilt aluminium. Analyseverdiene for disse var: Ca = 4.81, Mg = 0.71, Na = 1.54, K = 0.40, Cl = 2.5, SO₄ = 3.8, NO₃ = 132, Alk. = 0.2, RaI = 31, og IIAl = 26. Alle verdier i mg/l unntatt Alk. i mmol/l og NO₃, RaI og IIAl i µg/l. Disse analysene viser at Væla har bra bufferkapasitet, og forsuringproblemer for f.eks. fisk er ikke ventet.

De øvrige analysene av vannprøver fra Væla er satt opp i Tabell 3.

Tabell 3. Analyseresultater fra Væla tatt oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. Vannprøvene er analysert på pH, ledningsevne, turbiditet, farge, totalfosfor, totalnitrogen, organisk karbon og jern.

Dato	Loka- litet.	pH	ledn.evne mS/m	turbid FTU	farge mgPt/l	total fosfor µg/l	total nitrogen µg/l	total organisk karbon mg/l	jern µg/l
2/7/97	Oppstr.	6.86	3.01	1.30	72.0	8	345	10.3	182
2/7/97	Nedstr.	6.90	3.28	0.80	69.3	7	345	10.2	177
5/8/97	Oppstr.	7.02	3.92	1.70	43.6	4	375	7.4	195
5/8/97	Nedstr.	6.88	2.46	0.51	21.9	4	255	3.8	126
10/9/97	Oppstr.	6.58	2.56	0.64	72.6	6	385	11.5	210
10/9/97	Nedstr.	6.69	2.69	0.66	73.0	8	460	11.6	240

Vannprøvene fra Væla kan sammenlignes for hver innsamlingsdato oppstrøms- og nedstrøms fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. Både 2/7/97 og 5/8/97 synes det å være noe lavere konsentrasjoner av næringssalter og jern nederst i Væla sammenlignet med oppstrøms oppfyllingsområdet. Turbiditeten og fargetallet var også lavere nederst. Ved prøvetakingen 2/7/97 var det meget høy vannføring både i Begna og i Væla, mens 5/8/97 var vannføring liten. Ved vannprøvetakingen 10/9/97 var vannføringen også lav, men konsentrasjonene av de målte parametrene var denne siste gangen syntes noe høyere nederst i Væla. De samtidige vannprøveparallellene fra oppstrøms- og nedstrøms fyllingsområdet viser innbyrdes små forskjeller. De største forskjellene ble registrert 5/8/97, da Begna hadde en tydelig innvirkning på vannkvaliteten på de nedre delene av Væla.

Væla har et karakteristisk brunt myrvannspreg med bl.a. høyt fargetall og jerninnhold og høyt innhold av organisk stoff (brunfarget humus). Denne vannkvaliteten endres ikke før samløp og innblanding med Begna. Det synes derfor som eventuelle endringer i vannkvaliteten nederst i Væla er bestemt for en stor del av vannføring og vannkvalitet i Begna, og at vannkvaliteten nederst i Væla er mer styrt av graden av fortykning fra Begna enn av tilsig/utsig fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

2.3 Sedimentprøver / Oppgrunning av Væla.

Oppfyllingen av tangen mot Væla følger i dag hovedsakelig den opprinnelige elvekanten med unntak av ett par mindre bukter. Tidligere var det også deponert masser ut i Væla i den øvre halvdel av industriområdet. Dette er nå fjernet.

Det er rimelig å anta at de tidligere deponeringene av masser i Væla har fordelt vannstrømmen over større bredder i elva, redusert vannhastigheten i djupålen, og medført oppgrunninger nedstrøms deponeringene. Da deponiene i Væla ble fjernet igjen ville man vente at elva etter en tid skulle gjenopprette vannstrømmer og dybdeforhold som var tilstede før deponeringene. En forutsetning for dette er at det ikke ligger vesentlige mengder av de deponerte massene igjen på elvebunnen.

Det ble samlet inn sedimentprøver i Væla oppstrøms fyllingsområdet, og langs nedre deler av fyllingsområdet (Fig. 1A og Fig. 2). Pleksiglassrør ble presset ned i bunnen i felter nær strandkanten uten vegetasjon, i felter med elvesnellebelte utenfor, og i område uten vegetasjon i dypere partier. Det ble tatt tre parallelle prøver på hvert sted, og prøvene oppstrøms fyllingsområdet ble slått sammen og analysert for totalt tørrstoff, gløderest og prosent glødetap. Prøvene nedstrøms fyllingsområdet ble behandlet på samme måte.

Under prøvetakingen kan man gjennom pleksiglassrøret vurdere sammensetningen av sedimentene. Både oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet lå det et lag med organisk materiale over et sjikt med lys grå leire. Det organiske laget varierte fra en én til fire cm i tykkelse, og bestod av mer eller mindre nedbrutte vannplanter. I én av sedimentprøvene (dypere partier av Væla uten vegetasjon) fra nedstrøms fyllingsområdet ble det funnet et lag på 6 cm med grov flis. Dette stammer trolig fra Hen Treimpregnering. Utenfor fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering består sedimentene i Væla hovedsakelig av "naturlige" bestanddeler. Innimellom finnes imidlertid også rester av masser fra aktivitetene som tidligere har funnet sted ved bedriften.

Analyseresultatene av sedimentprøvene er vist i Tabell 4. Innholdet av tørrstoff er ganske like for de to prøvene og viser også at sedimentene inneholdt ganske mye vann (58 - 60 %). Gløderest og glødetap viser at innholdet av organisk materiale i begge sedimentprøvene er lave. Det lave innholdet av organisk materialet i sedimentene, og det faktum at de to prøvene er forholdsvis like, viser at det i de nederste partiene av Væla ikke er sedimentert vesentlige mengder organisk materiale fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

Tabell 4. Total tørrstoff, total gløderest og prosent glødetap i sedimentprøver tatt oppstrøms og nedstrøms fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

Lokalitet	Tørrstoff g/kg våt	Gløderest g/kg tørr	Glødetap %
Oppstrøms	405	924	7.6
Nedstrøms	423	913	8.7

Det foreligger ikke noe dybdekart over nedre deler av Væla, men en djupål i Væla var markant fra utenfor de øvre partier av industrifyllingen og ned mot de nedre delene, nærmere samløpet med Begna. Djupålen er 2Mantydnet på Fig. 1A. Ved samløpet Væla/Begna var det så grunt ved lav sommervannføring 5/8/97, at utløpsosen av Væla lett kunne passeres med vadestøvler (50 - 60 cm dyp). Oppgrunningen av bunnen ved dette samløpet kan tilskrives materialtransport i Begna. Som det fremgår av kartskissen (Fig.1A) er det naturlig forlengelse av elvebanken i en innersving langs Begna hvor det vanligvis avsettes løsmateriale.

2.4 Makrovegetasjon

Definisjon og metodikk

Makrovegetasjonen kan deles inn i grupper etter livsform: helofytter (semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rot-system), isoetider (kortsukksplanter, inkl. "pusleplanteelementet"), elodeider (langskuddsplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (flytere). De siste fire gruppene, og kransalgene, blir her omtalt som vannvegetasjon.

Isoetidene er det mest karakteristiske vegetasjonselementet i norske (sør-norske) næringsfattige innsjøer og stilleflytende elver. Rotbiomassen er relativt stor og artene tar opp CO₂ og næringsalter fra sedimentet. Flere av de små, ettårige isoetidene (pusleplantene) er delvis amfibiske arter med alternative C-kilder. Elodeidene har liten rotbiomasse og som karbonkilde benytter de HCO₃ (evt. CO₂) fra vannet mens næringsaltene tas dels fra vann og dels fra sediment. Elodeidene finnes i alle typer lokaliteter, men dominerer ofte i mer næringsrike lokaliteter. Nymphaeidene har en stor rotbiomasse og tar CO₂ fra luft og næringsstoffer fra sedimentet. Lemnidene flyter fritt i vannet, og har liten rotbiomasse. Plantene henter CO₂ fra lufta og næringsalter fra vannet (fra Rørslett 1985).

Kransalgene er en relativt homogen gruppe alger som finnes i ferskvann og brakkvann. Plantene er festet til sedimentet med lange trådformete utvekster (Langangen 1992).

Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (1994), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (1992).

Registreringer av vegetasjonen ble foretatt fra båt 5. august 1997 og ved bruk av vannkikkert og kasterive, og alle dybdeangivelser er gitt i forhold til den aktuelle vannstanden ved prøvetakings-tidspunktet. To lokaliteter ble undersøkt (se også Fig. 1A).

Lok. 1: Væla, oppstrøms jernbanebroa (Fig. 2 A, C)

Lok. 2: Vælas utløpsområde (fig. 2 B, D)

Kvantifiseringen av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten. De dominerende artene i helofyttvegetasjonen er registrert og utbredelsen anslått.

Vegetasjonsbeskrivelse og vurdering av effekter fra fyllinga

Lok. 1: Væla oppstrøms jernbanebroa

Lokaliteten antas å være upåvirket av fyllinga. Substratet i elveløpet var dominert av finsand og preget av en viss strømhastighet. Helofyttvegetasjon, dominert av elvesnelle dannet frodige bestander på nord- og østsida av elvestrengen, og ca. 100-150m oppstrøms broa var elveløpet fullstendig gjen-grodd. Vannvegetasjonen, som besto av mindre bestander med botnegrass (*Lobelia dortmanna*), krypsiv (*Juncus bulbosus*) og noe mjukt brasmegrass (*Isoetes setacea*) i tillegg til tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), gjenspeiler næringsfattige og noe sure vannmasser fra myrområdene oppstrøms.

De frodige bestandene med tusenblad og klovasshår like nedstrøms jernbanebroa tyder på at vann-innstrømningen fra Begna virker helt inn hit.

Lok. 2: Vælas utløpsområde

Vælas nedre deler og Henstjern var stort sett gjengrodd med helofyttvegetasjon, dominert av elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og mindre bestander av flaskestarr (*Carex rostrata*). En slik tilgroing er normalt ved rolige strømforhold og sedimentering av finmateriale. Regulering, særlig stabilisering av vannstanden, vil ytterligere forbedre situasjonen for vegetasjonen, og ble funnet å være hovedårsaken til de store forekomstene av vannvegetasjon i Begna ved Bagn (Rognerud m.fl. 1991). Selve Væla går i en "djupål" (1-1.5m dyp) helt inne ved fyllinga, men både oppstrøms fyllinga og i nedre deler var elveløpet helt grodd igjen med elvesnelle, i nedre deler også med flytebladsvegetasjon av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).

Vannvegetasjonen var artsrik, med 15 registrerte arter (Tabell 5). I den helofyttfrie delen av djupålen dannet tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og klovasshår (*Callitriche hamulata*) kraftige bestander, delvis i overflata, mens kransalgen *Nitella opaca* dannet et teppe på bunnen. Vest for djupålen fantes et forholdsvis stort, grunt område med dyp <0.4-0.5m. Her var det sparsom vekst med elvesnelle og enkelte forekomster av tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), småpiggeknoopp (*Sparganium natans*), nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), småtjønnaks (*Potamogeton berchtoldii*) og rosett- og flytebladsformen av pilblad (*Sagittaria sagittifolia*). De grunneste delene blir muligens tørrlagt i perioder, avhengig av vannstanden i Begna. I østre del av dette grunnområdet, mot nedre del av djupålen, fantes en forholdsvis stor bestand med rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*), sammen med enkelte svært kraftige eksemplarer av storblærerrot (*Utricularia vulgaris*). Ut mot samløp med Begna ble området noe dypere, hvor først og fremst tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og noe flotgras (*Sparganium angustifolium*) dannet bestander, sammen med en frodig forekomst av vasspest (*Elodea canadensis*). Akkurat ved samløp ble området noe grunnere igjen (0.5-0.7m dypt) og kan muligens begrense vannutskiftningen når vannstanden i Begna er lavere.

Ingen av de registrerte vannplantene er spesielt næringskrevende, men både vasspest (*Elodea canadensis*) og pilblad (*Sagittaria sagittifolia*) gror best under noe næringsrike (mesotrofe) forhold. Vannprøvene (side 8) viser svakt mesotrofe forhold som er gunstig for de fleste artene. Generelt sett vil ikke økte næringstilførsler føre til økt forekomst av spesielle, næringskrevende arter, dersom disse ikke finnes ellers i vassdraget. Derimot vil økt næring kunne føre til hurtigere tilgroing der forholdene ellers er gunstige. Enkelte arter ser også ut til å danne svært store eksemplarer i næringsrikt vann, og de store eksemplarene av storblærerrot (*Utricularia vulgaris*), pilblad (*Sagittaria sagittifolia*) og tildels rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) kan derfor tyde på næringsrikt vann, fra fyllinga eller fra Begna.

Området viser altså en viss gradient i næring fra den lite næringskrevende botngras- og krypsivvegetasjonen ved lok. 1 ned til den noe mer næringspregete vegetasjonen i nedre deler, med de kraftige eksemplarene av storblærerrot og pilblad og den frodige vasspestbestanden. Store områder som er gjengrodd med elvesnelle finnes imidlertid på begge lokalitetene og skyldes først og fremst rolige strømsforhold og sedimentering av finmateriale. Utlekking av næring fra fyllinga har derfor liten betydning for utvikling av den vegetasjonen som synes problematisk.

Tabell 5. Makrovegetasjonen i nedre del av Væla, registrert 5. august 1997.

Mengdeangivelse: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten.

Latinske navn	Norske navn	lok. 1	lok. 2
HELOFYTTER			
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	vassgro		2
<i>Carex rostrata</i>	flaskestarr	3	4
<i>Equisetum fluviatile</i>	elvenesnelle	5	5
<i>Glyceria fluitans</i>	mannasøtgras		1
ISOETIDER			
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	1	3
<i>Isoetes setacea</i>	mjukt brasmegras	2	
<i>Juncus bulbosus</i>	krypsiv	3	2-3
<i>Lobelia dortmanna</i>	botngras	4	
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie		1
ELODEIDER			
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	2-3	3-4
<i>Callitriche cf. palustris</i>	småvasshår		1
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest		3
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	tusenblad	4	4
<i>Potamogeton alpinus</i>	rustjønnaks		3-4
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	småjønnaks		2-3
<i>Ranunculus cf. peltatus</i>	stovasssoleie		+
<i>Utricularia intermedia</i>	gytjeblererot	1	
<i>Utricularia cf. minor</i>	småblererot		1
<i>Utricularia vulgaris</i>	storblererot	1	2
NYMPHAEIDER			
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks		3
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	pilblad		
<i>Sparganium angustifolium</i>	flotgras	2	2
<i>Sparganium natans</i>	småpiggnopp		2
KRANSALGER			
<i>Nitella opaca</i>		1	3

Vasspest

Vasspesten (*Elodea canadensis*) har sin hovedutbredelse på Østlandet, men er også registrert i noen få lokaliteter på Sørlandet og Vestlandet. Der forholdene er gunstige og planten danner massebestander opp mot og i overflata, vil den kunne skape store problemer for andre vannplanter og for flere brukergrupper, først og fremst fiske og bading.

Vasspesten i utløpet av Væla dannet en forholdsvis liten, men frisk bestand. Plantene stod på 0.7-0.8m dyp og var noe forgreinet, men nådde ikke overflaten. Dette er den første observasjonen av vasspest i Begnavassdraget og ca. 7-8 km nordvest for nærmeste lokalitet, som er Randselva ved Lundstad (Mjelde 1997). Ellers har både Juveren og Synneren, ved Storelvas utløp i Tyrifjorden, massebestander av vasspest (Brandrud, pers.med., Mjelde 1997).

I 1991 ble det foretatt registreringer av vegetasjonen i Begna fra Hval til Hensfossen, deriblant ved utløpet av Henstjern/Væla (Brandrud og Berge 1991). Vasspest ble ikke registrert da, og bestandens og plantenes utscende i Væla (begrenset bestand, planter som er lite forgreinte) tyder også på at forekomsten ikke er mer enn et par år gammel. Henstjern og andre tilsvarende loner i Begna, som ikke

tørlegges, er gunstige områder for etablering og vekst av vasspest. Det er sannsynlig at planten vil danne store bestander i disse områdene etterhvert.

Forslag til tiltak og videre arbeid

Tilgroingen av vegetasjon i Henstjern utenom Vælas løp er gunstig for fugl og er dermed grunnlag for det lokale verneforslaget (Fylkesmannen i Buskerud 1982). Eventuelle tiltak bør ikke forringe områdets verneverdi. Når det gjelder djupålen i Væla, vil dette elveløpet, på grunn av de rolige strømforholdene, gradvis få økt vekst av vann- og sumpvegetasjon og sannsynligvis gro naturlig igjen.

Det kan være ønskelig å opprettholde en djupål gjennom de nedre delene i Væla. Det er flere grunner til dette: Det vil lette adkomsten med båt et stykke opp i elva, det vil forenkle oppgang for gytefisk, og rent estetisk vil det vise en renne med åpent vannspeil som kanskje også var det mer opprinnelige nederst i Væla. Man kan tenke seg en oppgraving av elveløpet gjennom hele det stilleflytende området fra ca. 300 m oppstrøms jernbanebroa og ned til samløpet med Begna. Løpet bør være 1.5-2 m dyp for å hindre hurtig gjenvekst av elvesnelle og må vedlikeholdes jevnlig. Oppgraving av djupålen bør kombineres med opprettholdelse av et åpent løp gjennom "terskelen" ved samløp Begna.

Ut fra foreløpige observasjoner i områder med mye vasspest ser det ut til at vasspestspredning med fugl er mindre viktig enn tidligere antatt. Derimot registreres ofte nyetableringer ved båtplasser eller i kjente fiske- og krepseområder, og det er naturlig å anta at vasspesten i Henstjern også er spredt ufrivillig med menneskelig hjelp. Spredning fra hittil ukjente lokaliteter oppstrøms kan heller ikke utelukkes. Det er ønskelig med en kartlegging av Sperillen, først og fremst krepse- og fiskeområdene i søndre deler, samt stilleflytende elvepartier og loner i Begna nedstrøms Sperillen. Dette er ikke noen oppgave for Hen Treimpregnering, men kunne muligens være av interesse for Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Buskerud.

2.5 Bunndyr

Totalt ble det registrert flere bunndyrgrupper, og med få unntak, flere individer innen hver gruppe oppstrøms enn nedstrøms fyllingsområdet (Tabell 6). Antall registrerte hovedgrupper av bunndyr på stasjon 1 var 12 mot 6 på stasjon 2. Fjærmygglarver dominerte på begge lokalitetene. Dernest var krepsdyret asell, fåbørstemark og småmuslinger de tre vanligste dyregruppene ved stasjon 1, mens det på stasjon 2 var fåbørstemark, muslingkreps og buksvømmere (Fig. 3) de mest tallrike. De normalt vanlig forekommende dyregruppene døgnfluer og vårfluer ble bare påvist på stasjon 1 med 1 art av døgnfluer og 2 arter vårfluer. Det var imidlertid bare få individer og vi kan derfor ikke utelukke at forskjellen mellom stasjonene for disse to gruppene kan være tilfeldig.

Tabell 6. Forekomst av bunndyrgrupper og bunndyrarter i gruppene snegler, døgnfluer og vårfluer tatt i Væla oppstrøms og nedstrøms ved Hen Treimpregnering 5. august 1997. Prøvene er tatt med sparkemetoden i 3x1 minutt og 250 µm maskevidde på håven.

Stasjon (lokalitet)	St.1 (oppstrøms)	St.2 (nedstrøms)
Fåbørstemark	64	32
Snegler	16	8
<i>Lymnaea peregra</i>	16	0
<i>Gyraulus acronicus</i>	0	8
Småmuslinger	48	0
Vannmidd	16	0
Muslingkreps	16	64
Asell	120	16
Døgnfluer	8	0
<i>Leptophlebia vespertina</i>	8	0
Vårfluer	16	0
<i>Oxyethira sp.</i>	8	0
<i>Molanna angustata</i>	8	0
Fjærmygglarver	848	336
Fjærmyggpupper	16	0
Andre tovinger	32	16
Buksvømmere	0	24
Sum	1200	496
Antall grupper	12	6

Samlet sett kan det konkluderes med at det synes å være forskjell mellom bunndyrsamfunnene på de to stasjonene, med større biologisk mangfold (flere arter og flere individer av hver art) oppstrøms enn nedstrøms fyllingsområdet. Vi kan derfor ikke utelukke at fyllingen påvirker bunndyrsamfunnet enten via lekkasje av stoffer fra fyllingsområdet eller på grunn av endringer av bunnsbunnet.

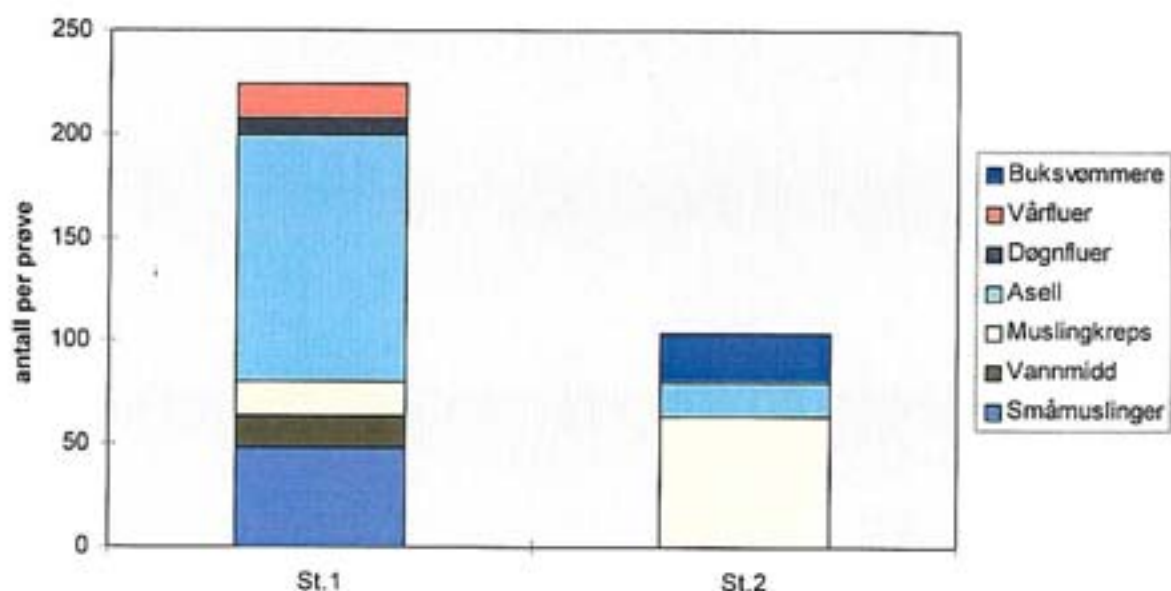


Fig. 2. Forekomst av et utvalg bunndyrgrupper i Væla oppstrøms (St.1) og nedstrøms (St.2) Hen Treimpregnering 5. august 1997.

2.6 Fisk

Det ble foretatt et fiske med elektrisk fiskeapparat i Væla 5. august 1997, langs kanten av fyllingsområdet og like ovenfor Hen Treimpregnering. Det ble fisket ca. 1/2 time på hver av lokalitetene. Det ble kun fanget ørekyt begge stedene og i omtrent like store mengder.

Væla utenfor fyllingsområdet og referanselokaliteten like oppstrøms jernbanebrua er meget stilleflytende og med tett vegetasjon, som beskrevet ovenfor. Dette er ikke en lokalitet hvor man venter å finne ørret hele året, men det forventes at ørret passerer området på gytevandring fra Begna og opp i Væla på høsten. Dybdeforholdene i Væla forbi Hen Treimpregnering er mer enn gode nok for at gytemoden ørret vil passere selv ved liten sommervannføring (5/8/97). Vannføringen og dybdeforholdene bare litt lengre opp i Væla var mer betenkelig for vandring av større gytefisk denne dagen.

Tett vegetasjonen i elveløpet kan også tenkes å være til hinder for gytevandring. Vegetasjonen i nedre deler av Væla synes ganske tett på enkelte partier, spesielt i sommermånedene. Utover høsten vil imidlertid mye av vegetasjonen visne og til dels legge seg på bunnen eller flyte bort. Vannføringen utover høsten pleier vanligvis å øke, noe som også initierer gytevandringene, og som samtidig fjerner død vegetasjon og øker vanndybden. Forholdene i Væla utenfor Hen Treimpregnering er ikke til hinder for gytevandring av ørret fra Begna og opp i Væla.

3. Konklusjoner

Mesteparten av det organiske materialet i fyllingen ved Hen Treimpregnering er lite biologisk tilgjengelig, og følgelig representerer dette ikke noen større fare for eutrofiering eller saprobiering av Væla.

Det er påvist tungmetaller i fyllingsområdet, og det er store variasjoner i konsentrasjonene av disse. Utlekkingen av metaller til vassdraget har trolig mindre betydning for plante- og dyrelivet. Dette har bl.a. sammenheng med stor fortykning av vann fra Begna. Dersom man fjerner fyllingen er det muligheter for at det kan oppstå større støttslipp av tungmetaller til Væla og Begna under arbeidet med å grave opp massene på området. Det er derfor trolig forbundet med større risiko og fjerne massene i fyllingen enn å la de ligge i ro med de tungmetallkonsentrasjonene som finnes der. En båndlegging av området mot anvendelser som bl.a. krever gravevirksomhet samt en forsiktig opprydding langs Væla synes sikrere for vassdraget enn fjerning av fyllmassene.

Vannanalysene viser at Væla har bra bufferkapasitet mot forsurening, og problemer for f.eks. fisk er ikke ventet i elva.

Væla har et karakteristisk brunt myrvannspreg med bl.a. høyt fargetall og jerninnhold og høyt innhold av organisk stoff (humus). Denne vannkvaliteten endres ikke før samløp og innblanding med Begna. Det synes derfor som eventuelle endringer i vannkvaliteten nederst i Væla er bestemt for en stor del av vannføring og vannkvalitet i Begna, og at vannkvaliteten nederst i Væla er mer styrt av Begna enn av utsig fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

En djupål i Væla var markant fra utenfor de øvre partier av industrifyllingen og ned mot de nedre delene, nærmere samløpet med Begna. Samløpet er lokalisert i en innersving langs Begna hvor det allerede er avsatt en langstrakt elvetange, og hvor det vanligvis avsettes løsmateriale. Oppgrunningen av bunnen nær samløpet mellom Væla og Begna må tilskrives materialtransport i Begna. Sedimentprøver viser at det i de nederste partiene av Væla ikke sedimenterer vesentlige mengder organisk materiale fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering.

Dersom det er ønskelig å opprette en djupål i Væla, bør man grave opp elveløpet gjennom hele det stilleflytende området fra ca. 300 m oppstrøms jernbanebroa og ned til samløpet med Begna. Løpet bør være 1.5-2 m dypt for å hindre hurtig gjenvekst av elvesnelle og må vedlikeholdes jevnlig. Samtidig er det viktig å forsøke å opprettholde et åpent løp gjennom "terskelen" ved samløp Begna.

Det synes å være forskjeller mellom bunndyrsamfunnene, med både flere arter og flere individer oppstrøms (Fig. 1A- Lok. 1) enn langs nedre deler av fyllingsområdet (Lok. 2). Dette var ikke forventet. Det kan skyldes noe forskjellig vannkvalitet med innstrømning fra Begna i de nedre delene, men vi kan heller ikke utelukke at fyllingen påvirker bunndyrsamfunnet enten via lekkasje av stoffer fra fyllingsområdet eller på grunn av endringer av bunnssubstratet.

Vannføringen utover høsten pleier vanligvis å øke, noe som også initierer gytevandringene, og som samtidig fjerner død vegetasjon og øker vanndybden. Forholdene i Væla utenfor Hen Treimpregnering er ikke til hinder for gytevandringer av ørret fra Begna og opp i Væla.

4. Litteratur

- Berge, D. 1997. Programforslag. Undersøkelse for å belyse om fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering virker til oppgrunning og forurensning av Væla. NIVA notat.
- Brandrud, T.E. og Berge, D. 1991. Tilgroing med krypsiv i Begna oppstrøms Hensfossen. Vurdering av omfang, årsaker og mulige tiltak. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-notat 8.mai 1991.
- Fylkesmannen i Buskerud 1982. Utkast til verneplan for våtmarksområder i Buskerud fylke. Drammen.
- Hägg, G. 1969. Allmän och oorganisk kemi. Almqvist & Wikselle Boktryckeri Aktiebolag. Uppsala.
- Langangen, A. 1992. En enkel flora over norske kransalger. Norske kransalger, hefte 1. Oslo (upubl.)
- Lid, J. og Lid, D.T. 1994. Norsk flora. 6. utg. Det norske Samlaget, Oslo.
- Lien, L. Bækken, T. og Mjelde, M. 1998. Oppgrunning og forurensning av Væla fra fyllingsområdet ved Hen Treimpregnering. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport Inr. 3781-98.
- Mjelde, M. 1997. Status for vasspest (*Elodea canadensis*) i Norge. Spredningsomfang og eksempler på effekter. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport Inr. 3607-97.
- Rognerud, S., Romstad, R. og Mjelde, M. 1986. Undersøkelse av Begna ved Bagn 1984-86. Årsrapport 1985. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport Inr. 1899.
- Rørslett, B. 1985. Regulation impact on submerged macrophyte communities in some Norwegian lakes. NIVA-rapport Inr. 1703.