

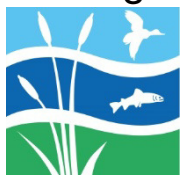
Restaurering av Vassen

-tekniska och miljömässiga förutsättningar för att minska fosforläckaget och återföra fosfor till kretsloppet för en förbättrad ekologisk status



år mån dag
2017-11-30

på uppdrag av
Kävlingeåns Vattenråd



KÄVLINGEÅNS
VATTENRÅD

Tom sida



Ekolog
gruppen

Restaurering av Vassen

-tekniska och miljömässiga förutsättningar för att
minska fosforläckaget och återföra fosfor till
kretsloppet för en förbättrad ekologisk status

Rapporten är upprättad av: Tette Alström och Bengt Wedding
Granskning: Cecilia Holmström, Johan Krook

Uppdragsgivare: Kävlingeåns Vattenråd

Omslagsbild: Vy över sjön Vassen juni 2017, foto: Tette Alström

Landskrona 2017-11-30
EKOLOGGRUPPEN

Totalt antal sidor i huvuddokument (inkl omslag): 47
Antal bilagor: 0
Utskriftsversion: 2017-11-30
Wordfil: Restaurering av Vassen slutversion.docx

Innehåll

	sidan
Sammanfattning	5
Inledning	6
Målsättning.....	6
Syfte	6
Bakgrund	7
Historik.....	7
Historisk tillförsel av fosfor	8
Tillrinningsområdet.....	8
Mätningar av vattenkvalitet.....	8
Undersökning av vattenkvalité	9
Provtagning 2017	9
Resultat - Fosfor.....	9
Resultat - Kväve.....	13
Tidigare undersökningar	14
Vattendialog Torpsbäcken 2014-2016	14
Kävlingeåns Recipientkontroll 2002 - 2017.....	15
Slutsatser gällande närsalttransporten i Torpsbäcken	16
Undersökning av djupförhållanden och hydrologi	17
Djupförhållanden.....	17
Volym.....	17
Vattenföring	17
Undersökning av sediment	19
Sedimentens utbredning	19
Sedimentens beskaffenhet och analysresultat	20
Metaller	20
Organiskt material	21
Bekämpningsmedel	22
Näringsämnen	22
Teknisk utredning av sedimentbärgning	25
Praktiska förutsättningar	25
Olika bärgningstekniker	26
Grävuddring	26
Sugmuddring	27
Lågflödesmuddring	27
Uppgrävning från torrlagd sjöbotten	28
Jämförelse mellan olika tekniker för sedimentupptag.....	29
Teknisk utredning av omhändertagande av massor - återförande av sediment/näring till åkermarken.....	31
Regler kring spridning av sediment på åkermark.....	31
Går sedimentet från Vassen att sprida på åkermark?.....	32
Förhållandet mellan spridningsareal och näringsämnen/metallhalter	32
Beräkningsexempel	32
Praktiska möjligheter att föra ut sediment till närliggande åkermark	35
Slutsats	35
Teknisk utredning av ombyggnad av befintligt dämme	37
Nuvarande dämmningsförhållanden.....	37

Sänkning av dämningarnivå.....	39
Förslag till andra förändringar vid dämmet.....	40
Vandringsväg	40
Utrivning av dämmet.....	42
Diskussion och slutsatser	43
Sammanfattning av resultaten	43
Hur påverkar dämningen av Vassen Torpsbäcken ekologiska status?.....	44
Diskussion av två olika alternativ för dämmet	44
Vilket alternativ för dämmet är bäst för att uppnå ekologisk status i Torpsbäcken?	45
Är bärgning av sjösediment en bra åtgärd för att minska läckaget från sjön?	46
Sedimentbärgning.....	46
Andra alternativ.....	46
Slutgiltiga rekommendationer	47

Sammanfattning

I föreliggande rapport redovisas resultat från vatten- och sedimentprovtagning samt diverse tekniska utredningar gällande sjön Vassen. Sjön, som är 16,7 ha stor, ligger vid Övedskloster i Torpsbäckens avrinningsområde, öster om Vombsjön i Sjöbo kommun. Målsättningen har varit att undersöka förutsättningarna för att återföra fosfor till kretsloppet, förbättra sjön Vassens förutsättningar att reducera näring, bidra till flödesdämpning av tillrinnande vatten samt att förbättra vandringsmöjligheterna för fisk och andra strömvattenlevande organismer. I rapporten diskuteras även hur resultaten påverkar åtgärdsarbetet för att målsättningen *god ekologisk status* ska uppnås för Torpsbäcken.

Den genomförda vattenprovtagningen visar på ett läckage av ca 100 kg fosfor från sjön (juni t.o.m. augusti). Med stor sannolikhet beror detta på tidvis syrefria förhållanden i sjöns bottensediment. Läckaget bidrar möjligen till en haltökning av fosfor i Torpsbäckens utlopp. Sjön kan dock fungera som både fosforfälla och fosforkälla. Uppskattningsvis inlagras ca 400 kg fosfor/år i sedimenten. Sjön reducerar även stora mängder kväve med en 50 % reduktion under sommarhalvåret och en inlagring i sedimenten med ca 2 ton/år.

Undersökningen visar att sedan sjön dämades 1937 har ca 78 000 m³ sediment ansamlats i sjön. Den torra delen av sedimenten består av ca 86 % av minerogent (silt och lera) och ca 14 % organiskt material. Inlagrat i sedimenten finns ca 176 ton kväve och ca 32 ton fosfor. Av fosfor är ca 50 % lättillgänglig med en högre andel i ytsedimenten. Medelhalten av fosfor i sedimenten uppgår till ca 1,1 g/kg TS. I ett av sedimentproven detekterades AMPA (nedbrytningsprodukt av Glyfosfat). I övrigt återfanns inga rester av bekämpningsmedel.

Sjön har redan idag en bra flödesdämpande effekt och den kan förbättras. Den beräknade vattenvolymen i sjön är knappt 300 000 m³. Med dagens utloppskonstruktion är ”maxvolym” (vid ett flöde med 10 års återkomsttid) drygt 380 000 m³. En förändring av utloppskonstruktionen kan ge en ökad reglervolym i sjön. Utförda beräkningar visar t.ex. att vid en snabb ökning av vattenföringen från 0,1 till 1 m³/s i inloppet skulle det med ett sänkt utskov med 30 cm ta ca 60 timmar, istället för 32, innan flödet nådde 1 m³/s i utloppet.

Fyra olika tekniker för upptag av sediment från Vassen beskrivs. Översiktliga beräkningar ger ett pris på ca 6-19 Mkr (beroende på vilken metod som väljs) för att bärga allt sediment i sjön. I nuläget är det dock osäkert om sedimentet kan återföras till närbelägen åkermark. Fosfortillförseln blir för låg om man samtidigt ska underskrida befintliga gränsvärden för hur mycket metaller som får tillföras per hektar. Specifika gränsvärden för sjösediment finns dock inte framtaget och detta bör utredas.

Med utgångspunkt från de slutsatser som kan dras av den aktuella utredningen är vi tveksamma till att gå vidare med en sedimentbärgning i sjön i nuläget. Innan beslut om åtgärd tas bör fördjupade undersökningar av mekanismerna bakom det läckage som sker från sjön utföras och andra åtgärdsalternativ utredas. I rapporten görs även en jämförelse mellan två olika åtgärdsalternativ för dämnet: att riva ut dämnet och återställa den tidigare bäcken *eller* behålla sjön med en förbättring av flödesutjämningen och komplettering med en vandringsväg för fisk och strömvattenlevande fauna. I ena fallet (utrivning) förbättras de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna i Vattenförvaltningens statusklassning medan de fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorer riskerar att försämrats. I det andra fallet (sjön ligger kvar) behålls eller förbättras statusen för de fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorer medan de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna inte blir helt återställda. Att diskutera dessa alternativ är viktigt för att en bred samsyn skall nås för vägen till en god ekologisk status.

Inledning

Föreliggande rapport är en redovisning av resultat från en förstudie med huvudsyfte att belysa möjligheten att återföra fosforrika sediment till åkermarken från sjön Vassen. Genom Vassen rinner Torpsbäcken som mynnar i Vombsjön. Torpsbäcken är en vattenförekomst inom Kävlingeåns avrinningsområde som har klassats med dålig ekologisk status. I undersökningen har även ingått att belysa möjligheten att förbättra Torpsbäckens ekologiska status genom förbättrade vandringsvägar för strömvattenlevande organismer och åtgärder för att minska fosforläckage från sjö. Dessutom har möjligheten att förbättra sjöns flödesdämpande funktion undersökts.

I projektet ryms därmed ett antal aktuella ämnen. Dels belyses en av de möjligheter som finns för hållbar återföring av fosfor som t.ex. har uppmärksammats i Naturvårdsverkets rapport¹ Hållbar återföring av fosfor. Dessutom ger projektet ett antal intressanta diskussionspunkter när det gäller genomförande av Vattenförvaltningens åtgärdsarbete i praktiken. Är åtgärder i Vassen tillräckligt för att förbättra Torpsbäckens status? Kan en målkonflikt undvikas mellan att behålla sjön Vassen och att återskapa en hydromorfologisk kontinuitet i Torpsbäckens vattensystem?

Projektet har initierats av Kävlingeåns Vattenråd som tillsammans med det statliga LOVA-bidraget har finansierat studien. Uppdraget har utförts och sammanställts av Ekologgruppen i Landskrona AB. Rapportens innehåll, inklusive fotografier, får fritt användas och spridas av Länsstyrelsen och andra aktörer.

Målsättning

Målsättningen med den här studien är att undersöka förutsättningarna för att återföra fosfor till kretsloppet, förbättra sjön Vassens förutsättningar att reducera näring, bidra till flödesdämpning av tillrinnande vatten samt att förbättra vandringsmöjligheterna för fisk och andra strömvattenlevande organismer. Genom att utreda dessa möjligheter kan åtgärdsarbetet för att uppnå miljökvalitetsnormen (god ekologisk status 2027) för Torpsbäcken föras framåt.

Syfte

Denna undersöknings syfte har varit att:

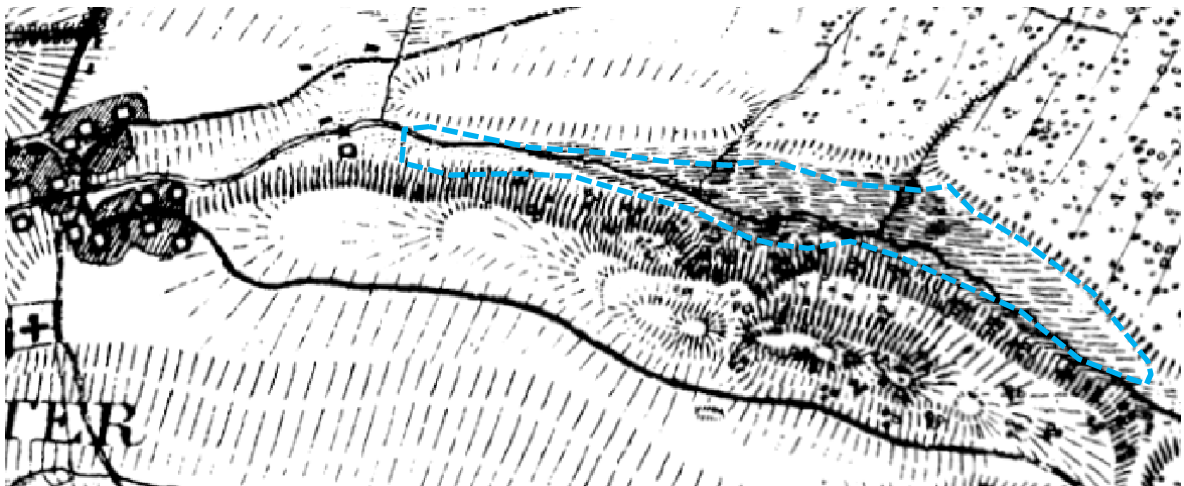
- genom stickprovtagning av inkommande och utgående vatten från sjön få en bättre kunskap om när läckage av fosfor förekommer
- undersöka mäktighet och innehåll av närsalter och förorenande ämnen i sjöns bottensediment
- utreda möjligheten att gräva upp (muddra) dessa sediment
- undersöka möjligheten att återföra näring och jord till närliggande åkermark
- undersöka möjligheten att förbättra den hydrologiska buffertkapaciteten i sjön
- undersöka möjligheten att bygga en vandringsväg för fisk och andra vattenlevande arter

¹ 2013, Hållbar återföring av fosfor – Naturvårdsverkets redovisning av ett uppdrag från regeringen, NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6580

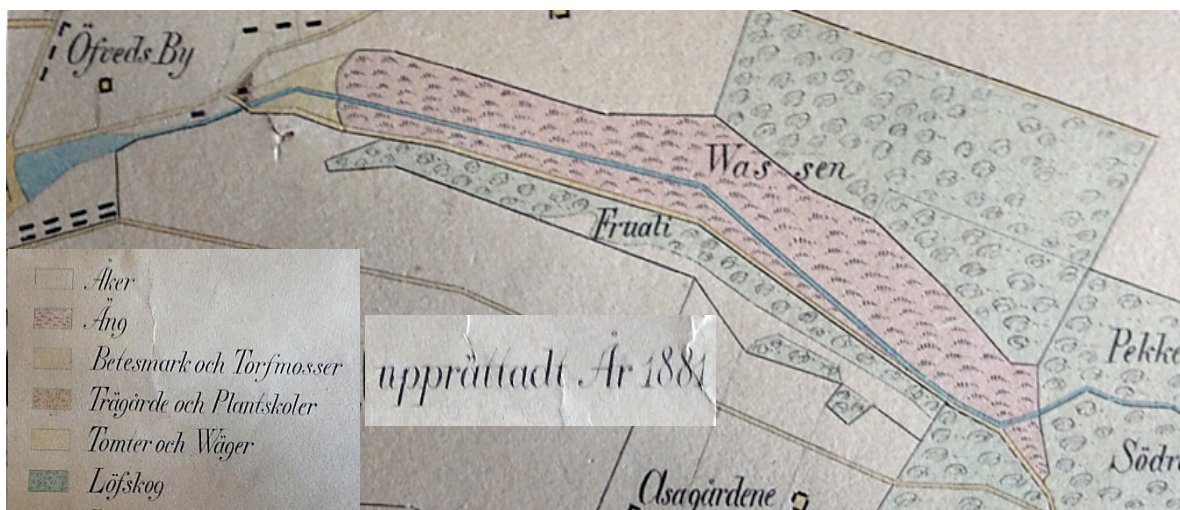
Bakgrund

Historik

Sjön Vassen är en uppdämd damm (ca 16 ha) som är reglerad och dämnd till ett maximalt vattendjup på drygt 3 m ned till hårbotten. Det uppdämda området var ursprungligen ett våtmarksområde, vilket framgår av kartan från början av 1800-talet, se figur 1. Våtmarksområdet dikades sedan ut (se kartan från 1881, figur 2) och utnyttjades som ängsmark (slåttermark). I början av 1930-talet dämades sjön upp, se figur 3, för att avleda vatten till ett elkraftverk. Numera har elproduktionen upphört och sjön med dess omgivning utgör idag ett mycket populärt utflyktsmål.



Figur 1. Utsnitt från skånska rekognosceringskartan, ca 1820. Den blå streckade linjen anger ungefärligt läge för dagens uppdämda sjö. De vågrätt streckade området är fuktig mark/våtmark. Den svarta linjen genom våtmarken är den ursprungliga sträckningen av Torpsbäcken.



Figur 2. Utsnitt ur kartan från Övedsklosters arkiv från 1881. Det aktuella området är nu utdikad och utnyttjades sannolikt som äng. Torpsbäcken har rätats och sannolikt fördjupats genom området.



Figur 3. Utsnitt från flygbild tagen ca 1940. Området är nu uppdamt till en sjö.

Historisk tillförsel av fosfor

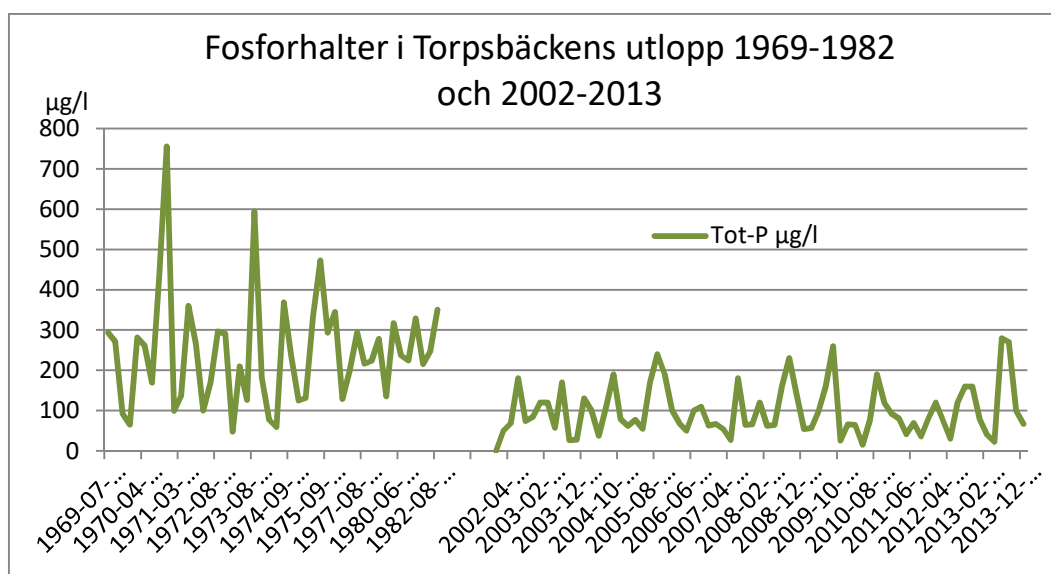
Vassen har sedan början av 1930-talet fungerat som en sedimentfälla för uppströms liggande tillrinningsområde. Till Vassen avvattnas ca 3000 ha, som idag utgörs av ca 70 % jordbruksmark.

Tillrinningsområdet

Förutom det diffusa läckaget av näringsämnen från marken finns idag främst punktkällor i form av enskilda avlopp, och enstaka större jordbruksanläggningar. Fram till år 1980 var dock Torpsbäcken recipient för avloppsvatten från Bjärsjölagårds tätort.

Mätningar av vattenkvalitet

Kävlingeåns Vattenvårdsförbund hade en provtagningspunkt strax nedströms reningsverket, mellan åren 1972-1982. Innan överledningen av avloppsvattnet till Sjöbo reningsverk låg medelhalten av totalfosfor vid denna provpunkt på ca 1 500 µg/l. Efter denna åtgärd sjönk halterna till ca 300 µg/l. Under i stort sett samma period ingick Torpsbäckens utlopp i vattenkontrollen och även här uppmättes höga fosforhalter, se figur 4.



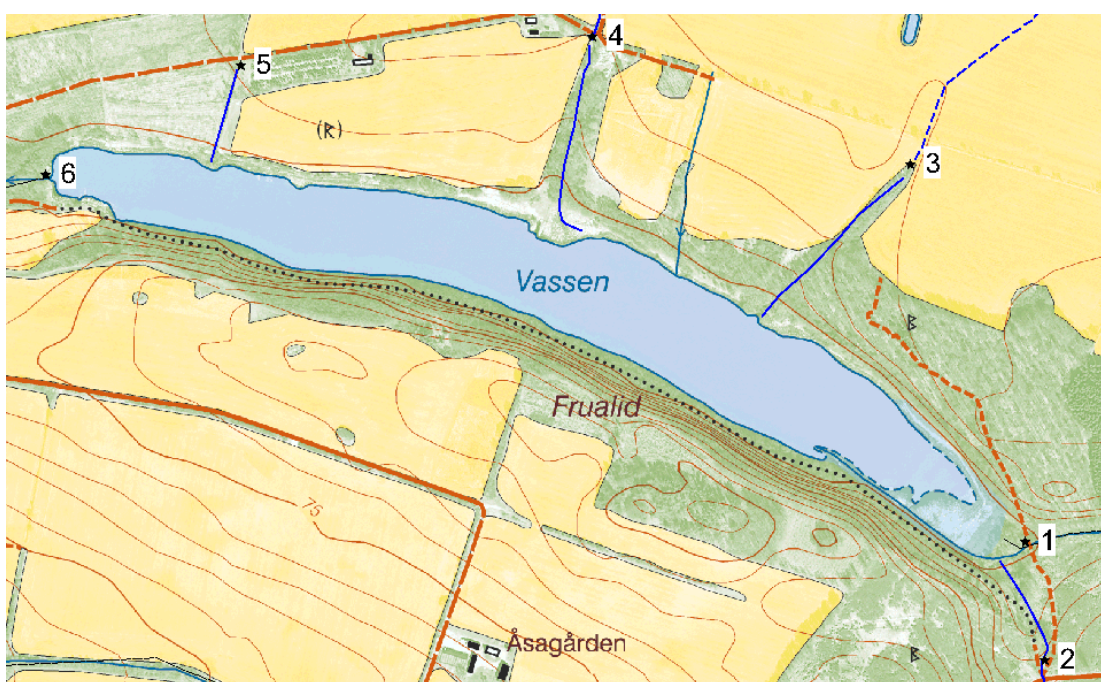
Figur 4. Sammanställning av resultat från Kävlingsåns vattenkontroll vid Torpsbäckens utlopp 1969-1982

När vattenkontrollen återupptogs vid Torpsbäcken utlopp år 2002 hade halten av fosfor sjunkit än mer och är idag ca 100 µg Tot-P/l i medelhalt under året, se vidare nedan under *Tidigare undersökningar - Kävlingeåns recipientkontroll*. Förutom att punktkällan vid Bjärsjölagård försvunnit har såväl åtgärder inom jordbruket som förbättring av de enskilda avloppen bidragit till denna markanta nedgång.

Undersökning av vattenkvalité

Provtagning 2017

Från februari t.o.m. september 2017 togs vattenprover i Vassens huvudinlopp (punkt 1) och utlopp (punkt 6) 19 gånger samt i de tillflöden som mynnar direkt i Vassen (5-10 gånger), se figur 5. Proverna analyserades på totalkväve, nitrat/nitritkväve, ammoniumkväve, totalfosfor, filtrerad totalfosfor, fosfatfosfor, pH, konduktivitet, grumlighet, färg, samt syrehalt.

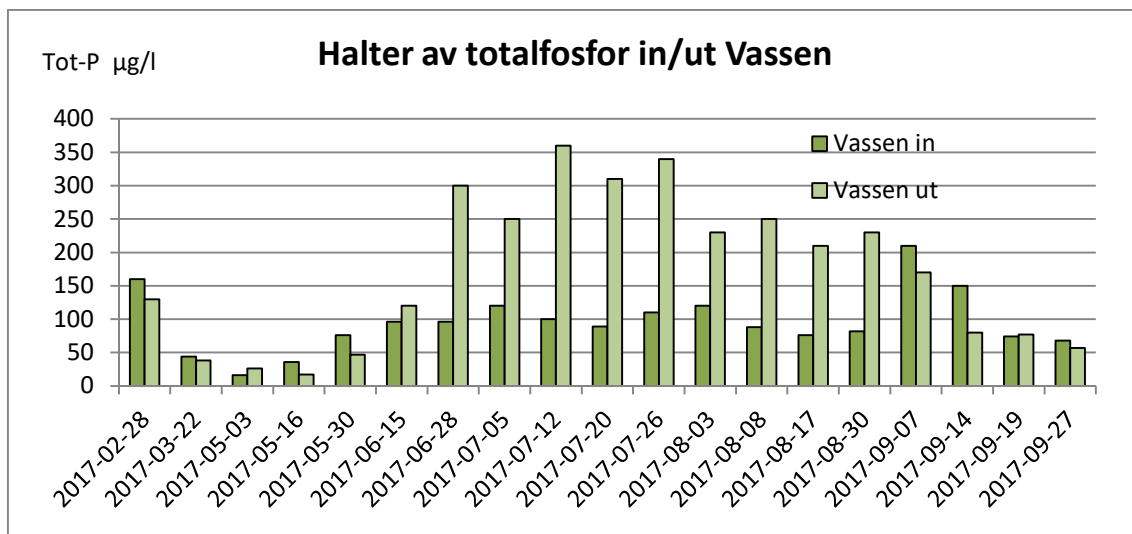


Figur 5. Karta över provtagningsplatser för vattenprov.

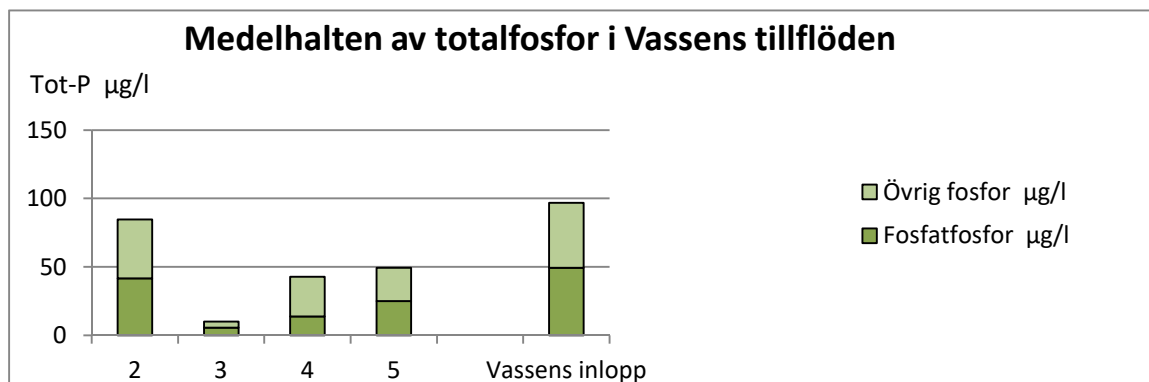
Resultat - Fosfor

Halter av fosfor i in- och utlopp

Av figur 6 framgår att det sker en markant förhöjning av fosforhalterna mellan det vatten som rinner in (huvudinloppet) respektive ut ur Vassen under sommarmånaderna (juni-augusti). Av figur 7 framgår vidare att de tillflöden som avrinner direkt till Vassen har lägre medelhalter än det vatten som rinner till via huvudinloppet. Dessa tillflöden förutsätts därför inte påverka den ökning av fosforhalter som kan observeras i utloppet.



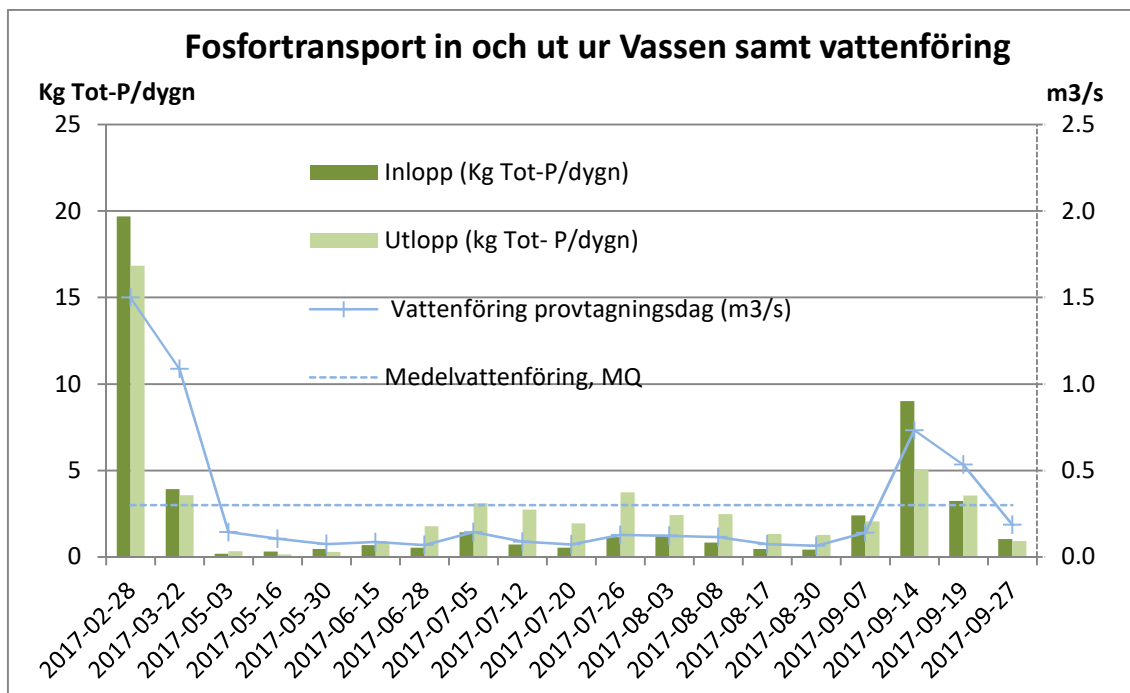
Figur 6. Halt av totalfosfor i Vassens huvudinlopp och utlopp vid samtliga provtagningstillfällen



Figur 7. Medelhalt av totalfosfor för tillflöden som mynnar direkt i Vassen (2-5) jämfört med huvudinloppet (provpunkt 1). Läge för respektive provpunkt framgår av figur 5.

Transport av fosfor in- och ut ur Vassen

De förhöjda fosforhalterna i Vassens utlopp påverkar mängden fosfor som transporteras till Vombsjön men mängden beror på hur stora flödena är under den period då det finns ett läckage. I figur 8 är transporten av fosfor in och ut ur sjön beräknad för varje provtagningstillfälle. Av figur 8 framgår att det under andra delar av året, speciellt vid höga flöden sker en kvarhållning av fosfor i sjön. Ser man till läckage i jämförelse med kvarhållning så var uttransporten under perioden med läckage i genomsnitt ca 1 kg per provtagningsdygn (12 tillfällen) och kvarhållningen i genomsnitt ca 1 kg per dygn (7 tillfällen). De 12 provtagningarna med läckage representerar en period på ca 3 månader medan övriga provtagningstillfällen representerar en period på 9 månader. En grov uppskattning ger då en kvarhållning av fosfor på knappt 300 kg och ett läckage av ca 100 kg. Sannolikt fungerar sjön som en fosforfälla under längre tid av året än som en fosforkälla.



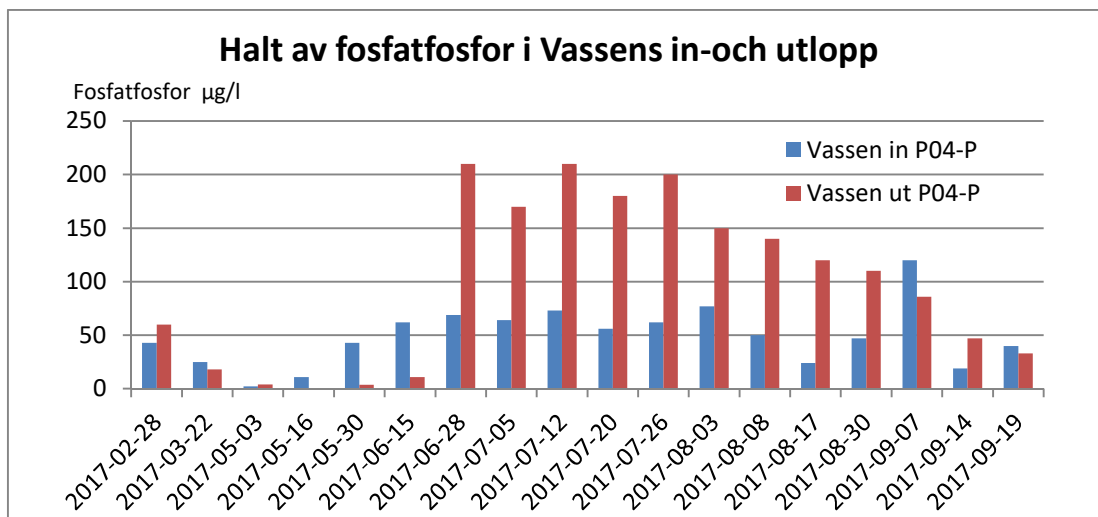
Figur 8. Beräknad fosfortransport, under provtagningsdygnen, in i och ut ur Vassen. Beräkningarna är baserade på avrinningsområdeskorrigerade flöden från SMHIs modellerade flöde för Torpsbäcken de aktuella provtagningsdagarna. Streckad linje anger medelvattenföring, MQ. Flödet i huvudinloppet är 0,9 (arealsfaktor) av flödet i Vassens utlopp. Tillskottet från övriga tilllopp till Vassen (provpunkt 2-5 samt diffusa tillflöden) har generaliserats till att ha hälften så hög fosforhalt som huvudinloppet.

Partikelbunden eller löst fosfor – vad säger det om processerna i sjön?

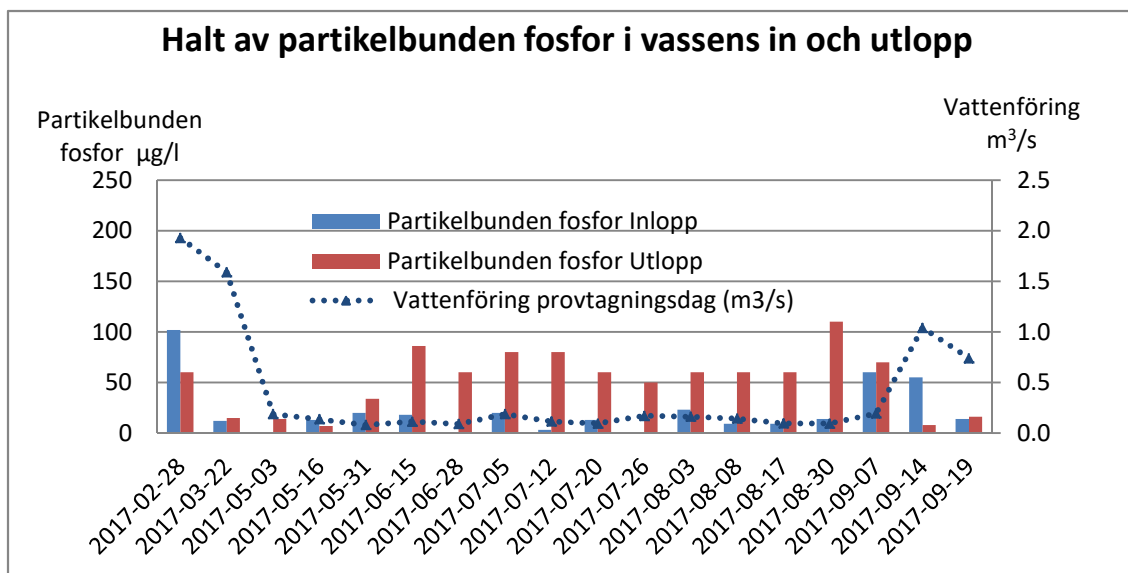
De förhöjda halterna av fosfor i sjöns utlopp kan bero på ett utläckage av fosfat vid syrefria förhållanden på sjöns botten, men även från algproduktion i sjön. Under perioden från slutet av juni till slutet av augusti, sammanfaller den förhöjda uttransporten av totalfosfor från sjön med förhöjda halter av fosfatfosfor i sjöns utlopp jämfört med inloppet, vilket tyder på att fosfatfosfor frigörs från sjöns bottensediment (se figur 9). Även fraktionen partikelbunden fosfor (se figur 10), är förhöjd. Sannolikt är den partikelbundna fosfor som transporteras ut ur Vassen under sommarhalvåret i huvudsak organiskt bunden och kommer från algproduktion i sjön. De mättillfällen då vattnet i inloppet har en högre andel partikelbunden fosfor är då vattenflödena varit höga (februari och september, se figur 8), vilket antyder att den partikelbundna fosfor som rinner in vid höglöden är minerogent bunden och till stor del sedimenterar i sjön.



*Vassens utlopp med
avrinning över
betongdämmet*

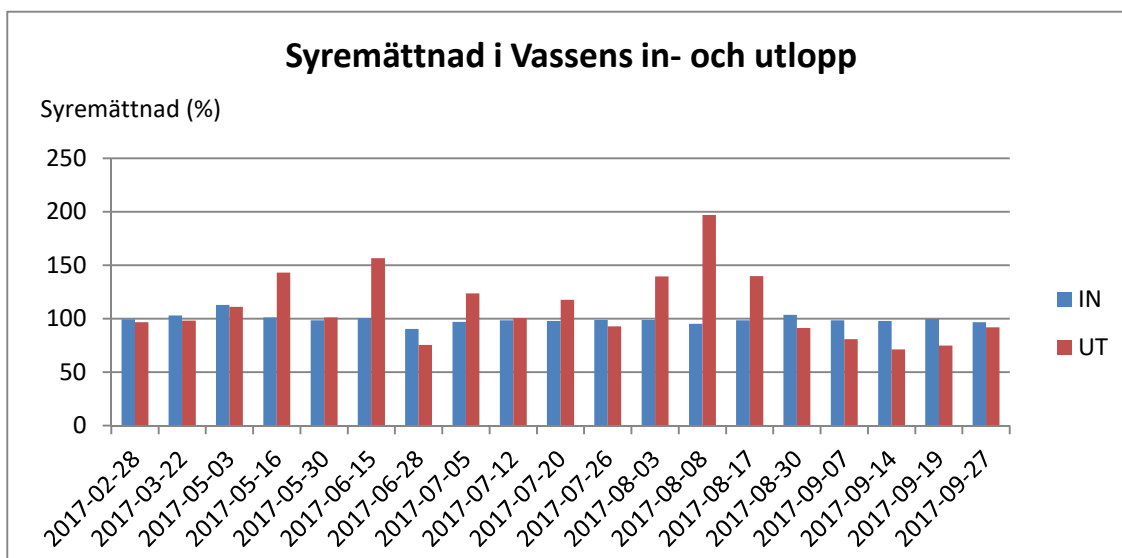


Figur 9. Halt av fosfatfosfor i in- respektive utloppet till Vassen.

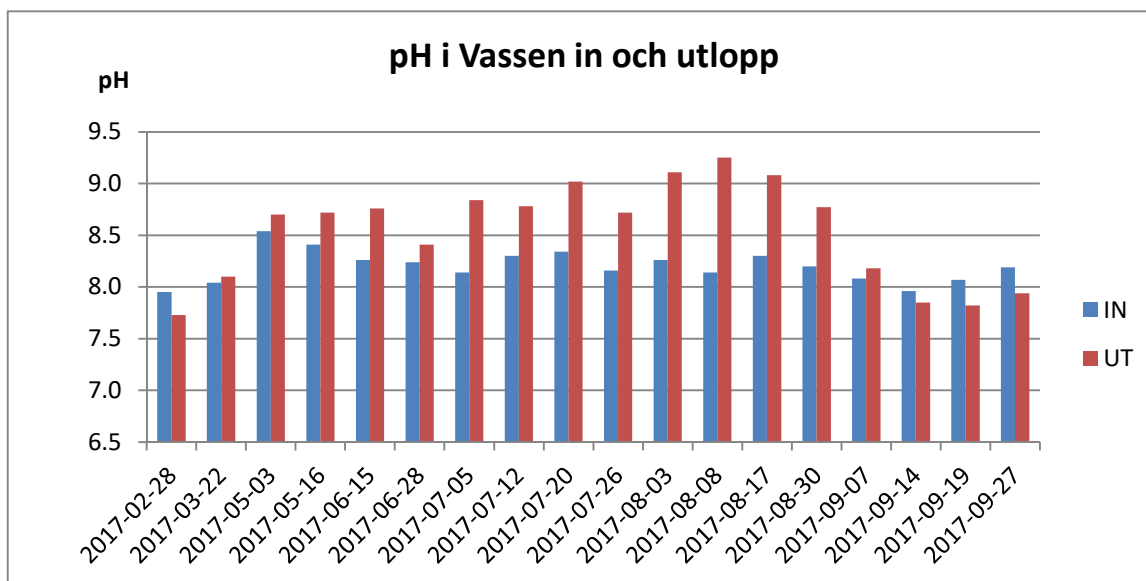


Figur 10. Halt av partikelbunden fosfor i in- respektive utloppet till Vassen och jämförelse med beräknad vattenföring (SMHI, Vattenweb) i Torpsbäckens utlopp vid aktuell provtagningsdag.

Även en förhöjd syrgasmättnad (se figur 11) i utloppet jämfört med inloppet visar att det sker en produktion av alger som i sin tur producerar syre som påverkar vattnet som rinner ut ur Vassen. Ett förhöjt pH i utloppet tyder också på en algproduktion i sjön, se figur 12. Syrgasbristen vid botten orsakar alltså ett utläckage av fosfatfosfor, vilket direkt kan tas upp av växtplankton och den ökade planktonproduktionen ger upphov till högre syrgashalter i övre vattenvolymen. Detta är helt naturliga processer i sjöar.



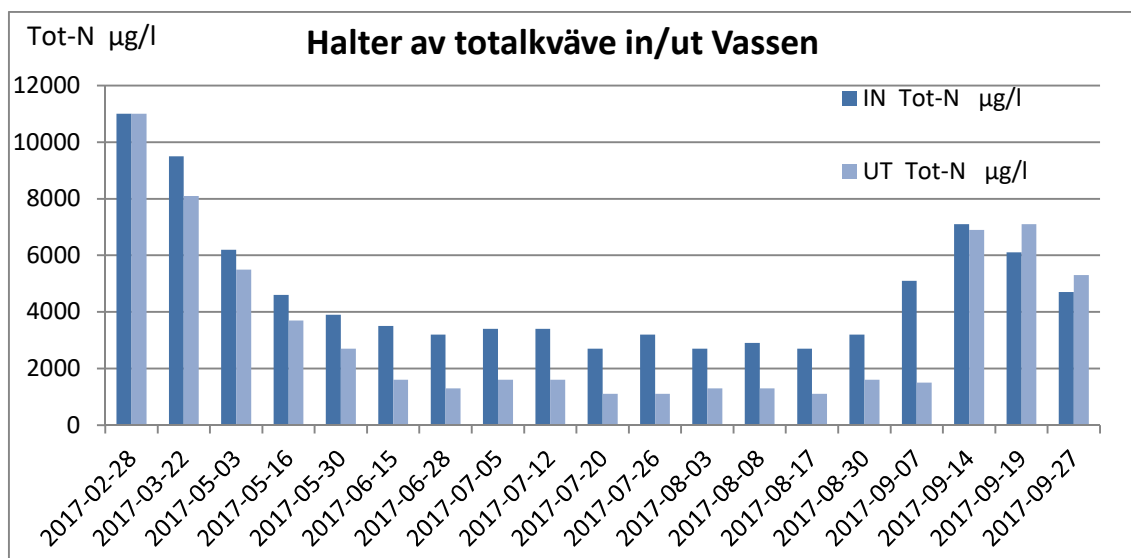
Figur 11. Syremättnad i in- respektive utloppet till Vassen. Syremättnad anger vattnets innehåll av syre i förhållande till hur mycket syre vattnet normalt förmår att lösa vid en bestämd temperatur.



Figur 12. Vattnets surhetsgrad (pH) i in- respektive utloppet till Vassen.

Resultat - Kväve

Den relativa kvävereduktionen (kvävehalt ut/kvävehalt in) mellan juni och början på september är drygt 50 %. Även under andra delar av året är det i huvudsak reduktion av kväve. Vid de två sista mätillfällena, i september, uppmättes dock en nettotransport ut från sjön, se figur 13.



Figur 13. Halt av totalkväve i Vassens huvudinlopp och utlopp vid samtliga provtagningsstillfällen

Tidigare undersökningar

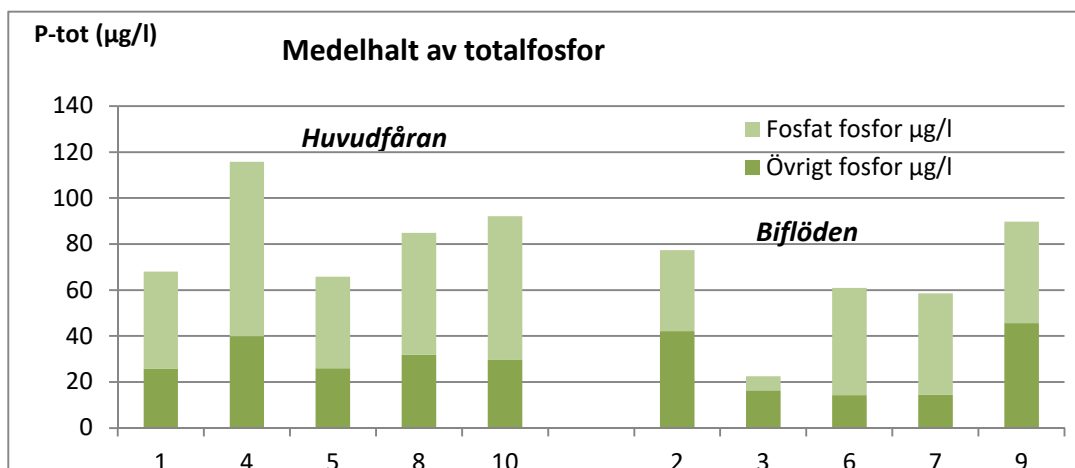
Tidigare genomförda stickprovtagningen visar att det finns en förhöjd halt av fosfor i en provpunkt nedströms Vassen och i Torpsbäckens utlopp under sommarhalvåret. Frågan är om dessa förhöjda halter beror på läckage från Vassen och om detta påverkar halterna i provtagningspunkten vid Torpsbäckens utlopp i Vombsjön. Av den anledningen gjordes en sammaställning av de provtagningar som tidigare genomförts i Torpsbäckens utlopp, dels inom ramen för projektet Vattendialog Torpsbäcken, och dels inom Kävlingeåns recipientkontroll. Eftersom tidsperioderna och antalet prov är olika i de beskrivna provtagningarna, skiljer sig framräknade medelvärden åt. Fokus i jämförelsen skall därför läggas på de inbördes skillnaderna mellan framförallt tidpunkter för provtagningen.

Vattendialog Torpsbäcken 2014-2016

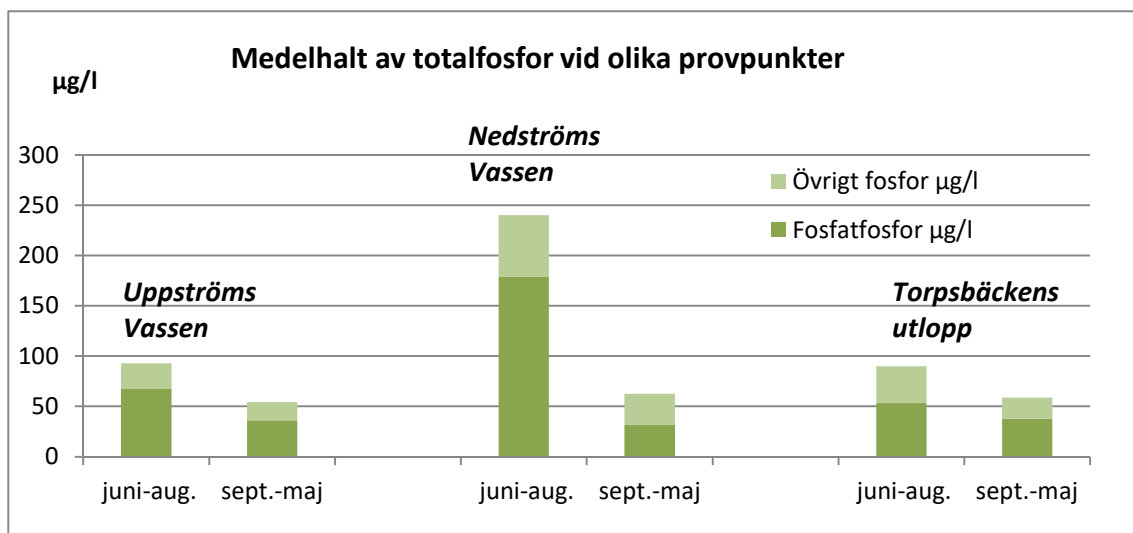
I figur 14 visas uppmätta halter av totalfosfor för alla provpunkter (medelvärde av 10 provtagningsstillfällen under 2014 - 2016) som utfördes inom ramen för projektet "Vattendialog Torpsbäcken"². I provpunkten uppströms Vassen (5) låg medelhalten på drygt 60 µg/l. Vid provpunkten nedströms Vassen (4) ökade medelhalten till knappt 120 µg/l.

Vid utloppet till Vombsjön (1) minskade medelhalten återigen till knappt 70 µg/l. I figur 15 är genomförda provtagningar upp- och nedströms Vassen, samt vid Torpsbäckens utlopp, uppdelade på olika tidsperioder. Denna uppdelning förstärker bilden att provpunkten nedströms Vassen utmärker sig med extrema värden under juni-augusti jämfört med provpunkterna upp- och nedströms. Från ett av de tillkommande flödena, (provpunkt 3) efter Vassen, är fosforhalterna så låga (medel 20 µg/l) att de sannolikt späder ut halterna i bäcken medan flödet från provpunkt 2 möjligen bidrar till en mindre höjning.

² Ekologgruppen, 2016, Vattendialog Torpsbäcken – Åtgärder för bättre vattenkvalitet, Kävlingeåns Vattenråd



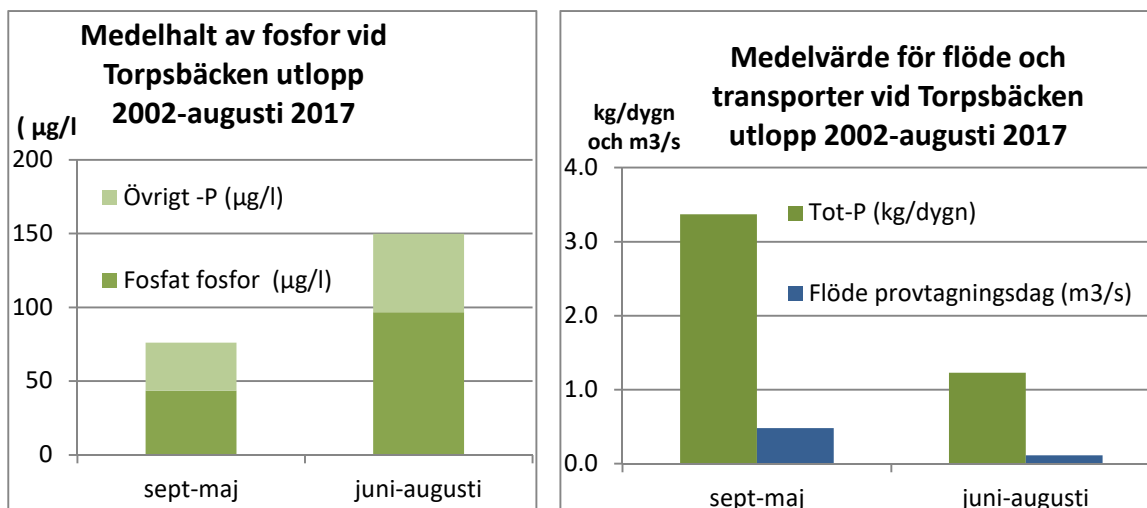
Figur 14. Medelhalter (10 provtagningstillfällen 2014-2016) av fosfor i tio provpunkter inom Torpsbäcken avrinningsområde, Projekt Vattendialog Torpsbäcken. Vassen är belägen uppströms lokal 4 och nedströms lokal 5. Lokal 1 är nära utloppet till Vombsjön.



Figur 15. Medelhalter av fosfor i tre provpunkter inom Torpsbäcken avrinningsområde uppdelat efter olika delar av året. Uppströms Vassen är lokal 5, nedströms Vassen är lokal 4 och Torpsbäckens utlopp är lokal 1 i figur 14. Projekt Vattendialog Torpsbäcken.

Kävlingeåns Recipientkontroll 2002 - 2017

För att ytterligare undersöka om läckaget från Vassen påverkar halterna vid Torpsbäckens utlopp, gjordes en sammanställning av den samordnade recipientkontroll som skett i Kävlingsåns Vattenvårdsförbund/Vattenråds regi sedan 2002 (6 ggr/år). Mellan 2002 och augusti 2017 har sammanlagt 94 provtagningar genomförts. Resultaten avseende fosforhalter har sammanställts och sorterats så att de månader då Vassen sannolikt läcker fosfor har skiljts ut, se figur 16. Medelhalterna av uppmätt totalfosfor vid Torpsbäckens utlopp är ca 100 µg/l för hela året, 150 µg/l för månaderna juni-augusti och 75 µg/l för månaderna september-maj.



Figur 16. Till vänster visas en sammanställning av uppmätta halter inom Kävlingeåns recipientkontroll i Torpsbäckens utlopp, uppdelat mellan perioden då Vassen sannolikt läcker fosfor (juni-aug) och perioden då detta antagligen inte sker. Till höger har halterna vid provtagningsstillfällena multiplicerats med det modellberäknade flödet³ vid Torpsbäckens utlopp under den aktuella provtagningsdagen för att få fram den totala fosfortransporten.

Sammanställningen visar att fosforläckaget från Vassen kan påverka halterna i bäckens utlopp men resonemanget bör förstärkas med ytterligare provtagningar på sträckan mellan Vassen och utloppet för att säkerställas. Av figur 16 framgår även att trots de höga halterna under sommarmånaderna är den totala mängden transporterad fosfor liten jämfört med övriga året. Mängden transporterad fosfor är dock ingen parameter som vägs in i nuvarande underlag för statusklassningen inom Vattenförvaltningen. För att bäcken skall klassas med en bättre status (från dålig till otillfredsställande) gällande näringsämnen skall medelhalten av totalfosfor vid bäckens utlopp ligga kring 60 µg/l. Om läckaget av fosfor från Vassen påverkar halterna i utloppet och detta kan åtgärdas bör halterna i utloppet minska och statusen förbättras.

Slutsatser gällande närsalttransporten i Torpsbäckens

Av ovanstående redovisning av uppmätta halter av näringsämnen i Torpsbäckens avrinningsområde kan följande slutsatser dras:

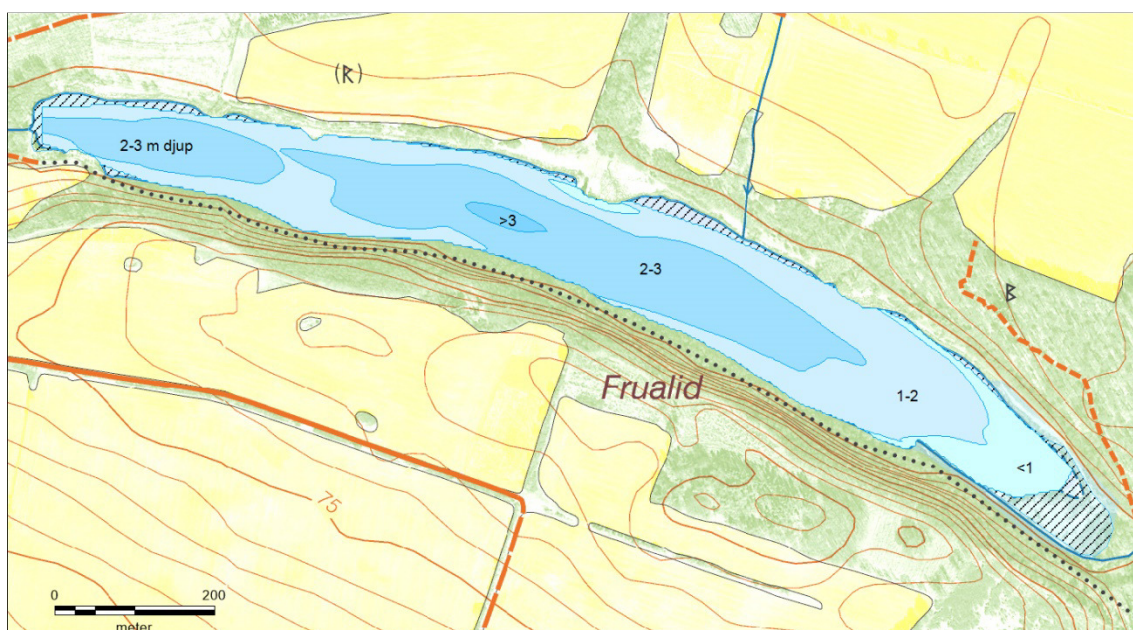
- Från sjön Vassen sker ett fosforläckage under månaderna juni till augusti (ca 100 kg/år). Ökningen beror på en högre halt av fosfat, men även en högre halt av partikelbunden fosfor som antagligen är organiskt bunden.
- Tidigare provtagningar i Torpsbäckens indikerar att läckaget från Vassen kan påverka Torpsbäckens vattenkvalitet vid utloppet i Vombsjön. Om så är fallet kan bäckens statusklassning förbättras om läckaget från sjön åtgärdas.
- Sjön kan fungera som både fosforfälla och fosforkälla. En grov uppskattning visar på en kvarhållning av ca 200 kg fosfor per år.
- Vassen utgör i nuläget en mycket väl fungerande kvävefälla framförallt under den varma delen av året.

³ SMHI: <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

Undersökning av djupförhållanden och hydrologi

Djupförhållanden

Sjöns djup uppmättes i totalt 74 punkter utmed 14 transekter med ca 100 m mellanrum och på 5 punkter i var transekt. Djupet mättes såväl ned till mjukbotten (överkant sediment) som till hårbotten (fast botten). Djupet mättes då vattenytan i sjön låg på en nivå 4 cm över plank-sättarna i dämnet. Uppmätta djup har sedan korrigerats till dämmets överkant. Av figur 17 framgår det interpolerade djupet ned till hårbotten.



Figur 17. Uppmätta djup till hårbotten (fast botten) i Vassen i förhållande till överkant på planksättar i dämnet. Djupet är interpolerat från sammanlagt 74 mätpunkter. Rasterat område av sjön ligger utanför interpolerat område (mätpunkter saknas).

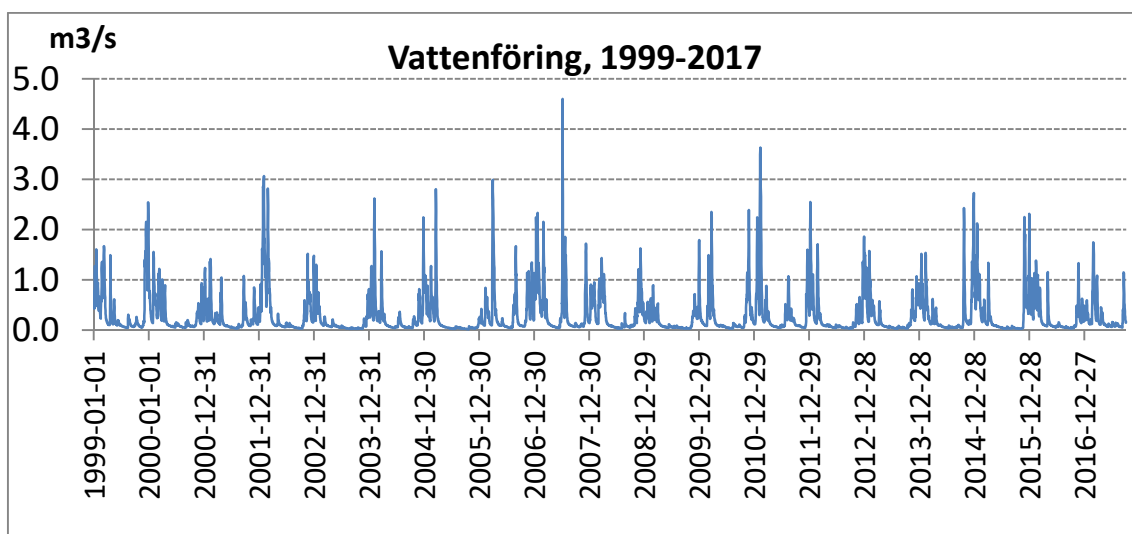
Sjön är som grundast i den östra delen nära inloppet. I övrigt är djupet generellt större än 2 m i stora delar längs med sjöns mitt och mellan 1 och 2 m i övrigt. På ett litet område i sjöns mitt når djupet strax över 3 m. Sjöns medeldjup till hårbotten är ca 1,9 m i förhållande till referenspunkten, överkant planksättar.

Volym

När vattenytan står i nivå med planksättarna i dämnet uppgår den beräknade volymen till knappt 300 000 m³. Med dagens utlopps konstruktion är nivån som högst (vid ett flöde med 10 års återkomsttid) ca 50 cm över planksättarna. Sjöns area är då ca 16,7 ha vilket innebär att sjöns "maxvolym" är drygt 380 000 m³.

Vattenföring

Vattenföringen vid Vassens utlopp har tagits fram med hjälp av SMHIs modellberäknade (S-Hype) vattenföring vid Torpsbäckens utlopp. I modellen finns beräknade dygnsvärden för vattenföringen sedan 1999. Vattenföringen vid Vassens utlopp (se figur 18) har beräknats genom arealkorrektion med en faktor 0,76. Karakteristiska vattenföringar har räknats fram från SMHIs statistik och redovisas i tabell 1.



Figur 18. Beräknad, arealskorrigerad vattenföring vid Vassens utlopp 1999-2017 (från SMHI, S-Hype, delavrinningsområde 125).

Tabell 1. Karakteristiska vattenföringsdata för Vassens utlopp, beräknade från statistik för åren 1999-2017 (SMHI S-Hype). HQX står för högvattenföring med X års återkomsttid och är beräknade från statistik för perioden 1981-2010 (SMHI). Högvattenföringar är även beräknade för ett framtida scenario med en klimatfaktor 1,2.

Karakteristisk vattenföring	m ³ /s	Klimatfaktor 1,2
Medelvattenföring, MQ	0,29	
Medianvattenföring	0,11	
Medellågvattenföring, MLQ	0,02	
Medellhögvattenföring, MHQ	2,35	2,8
HQ2	2,2	2,6
HQ10	3,3	4,0
HQ50	4,2	5,0

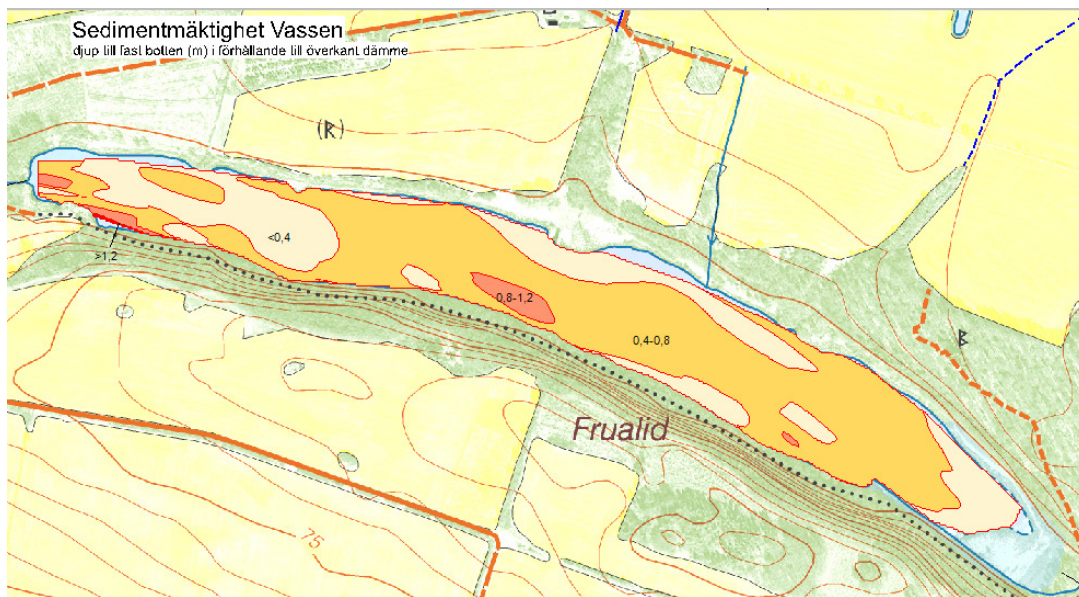


Bilden visar utskovet vid Vassens utlopp

Undersökning av sediment

Sedimentens utbredning

Sedimentens mäktighet mättes i samband med djupmätning genom att mäta in nivån från vattenytan ned till mjukbotten respektive hårbotten på 74 punkter, se under "*Djupförhållanden*". I medeltal har sedimenten pålagrats med ca 0,5 m sen sjön dämdes upp, d.v.s. för ca 80 år sedan, se figur 19. Totalt beräknades de pålagrade sedimenten omfatta ca 76 000 m³ (TS-halt i medel 30 %). Om man förutsätter att sedimenten har pålagrats under ca 80 år innebär det en pålagring med ca 6 mm/år. Maximalt djup på sedimenten var 1,2 m och i dessa lägen har det varit en genomsnittlig sedimentation på ca 1,5 cm/år.



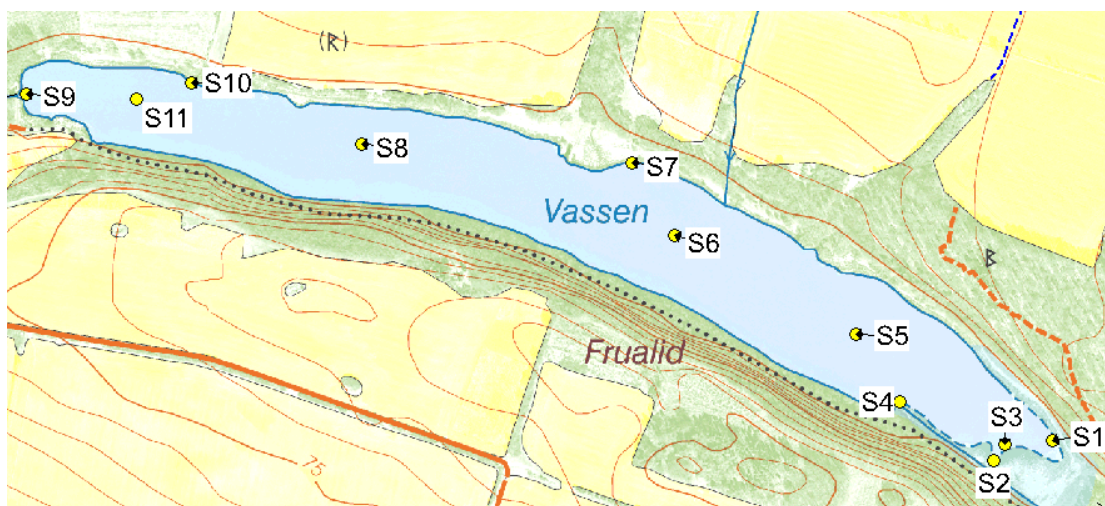
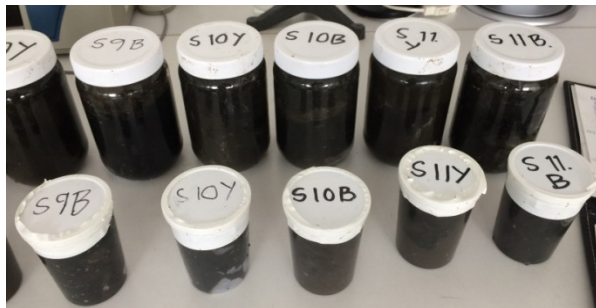
Figur 19. Sedimentmäktighet i Vassen framtaget från interpolering mellan de 74 provpunkterna.



Figur 20. Uptagen sedimentpropp (vänster), med överföring av sediment från propp till provburk (höger).

Sedimentens beskaffenhet och analysresultat

Provtagning av sediment genomfördes vid två tillfällen. Sedimentpropparna som togs upp var 10 till 45 cm. I de flesta provpunkter (undantag S1 och S7) delades provet upp i ett "ytprov", som utgjordes av de 5-10 översta cm av proppen, och ett "bottenprov" som togs från ca 20 cm och nedåt. Vid första tillfället togs prov på sammanlagt 11 platser, se figur 21. Dessa analyserades på bekämpningsmedel, metaller, Tot-P, Tot-N, torrsubstans samt glödningsrest. Vid det andra tillfället togs prover på sammanlagt 8 platser som valts ut med hänsyn till tidigare halt av totalfosfor. Dessa analyserades på olika fosforfraktioner för att undersöka andelen tillgängligt fosfor.



Figur 21. Läge för olika provpunkter där sedimentproppar togs upp vid först provtagningen i juni. Vid andra provtagningen, i augusti, togs prover på samma positioner med undantag för punkterna S2, S3 och S11.

Analysresultaten visade en viss skillnad mellan de olika proverna med avseende på andel torrsubstans (TS-halt) och innehåll av organiskt material. Provpunkt S1 utmärkte sig mest. Den ligger i kanten av ett område med kärrtorv där överytan normalt ligger ovan eller nära vattenytan. Sedimentproppen i denna punkt utgjordes huvudsakligen av relativt grovt organiskt material och skiljde sig också markant från övriga prover både vad gäller TS-halt (ca 10 %) och glödningsförlust (GF; 55 %). I övriga prover varierade TS-halten mellan ca 15 och 55 % (medel 31 %) och GF mellan 3 och 22 % (medel 14 %). Andelen minerogent material (dominerat av lera och silt) var högst i proverna som togs nära huvudinloppet i provpunkterna S3 och S4 med TS-halter runt 50 % och GF mellan 3 och 8 %. Sammanfattningsvis innehöll sedimenten (exklusive punkt S1) i medeltal ca 70 % vatten och 30 % torrsubstans varav ca 14 % utgjordes av organiskt material och ca 86 % minerogent.

Metaller

Analysresultaten av metallhalter i sedimenten redovisas nedan för de metaller som anges som begränsande vid utläggning av slam på åkermark. För spridning av sedimenten från sjöbotten på

åkermark finns i nuläget inga specifika gränsvärden⁴. Bedömningen av de metaller som analyserats har gjorts mot de gränsvärden som anges i olika föreskrifter och vägledningar, ”Riktvärden för förorenad mark”⁵, högsta tillåtna halt i slam⁶, samt återvinning av avfall⁷. Medelhalter av olika metaller i sediment från Vassen framgår av tabell 2. Tabellen visar även att de uppmätta medelhalterna av metaller i sedimenten ligger under angivna halter för de redovisade gräns- och riktvärdena för alla ämnen utom bly och kadmium. I dessa fall överskrider bedömningen ”mindre än ringa risk” vid återvinning av avfall. För bly överskrider gränsvärdet något medan det för kadmium är tre gånger så högt. För att bedöma lämpligheten att återföra sediment till åkermarken måste hänsyn även tas till befintliga halter i den aktuella åkermarken och mängden sediment som sprids per areal, se vidare under ”Återförande av sediment till åkermarken”.

Tabell 2. Tillåtna halter av metaller i åkermark och avloppsslam⁸ jämfört med uppmätta halter i sediment från Vassen.

Metall	Riktvärde förorenad mark*		Högsta tillåtna halt i slam för spridning på åkermark**	Återvinning av avfall Mindre än ringa risk***	Medelhalt i sedimenten i Vassen
	mg/kg TS jord		mg/kg TS jord	mg/kg TS jord	mg/kg TS jord
	KM	MKM			
Bly	50	400	100	20	26
Kadmium	0,8	12	2	0,2	0,57
Koppar	80	200	600	40	22
Krom	80	150	100	40	28
Kvicksilver	0,25	2,5	2,5	0,1	<0,2
Nickel	40	120	50	35	27
Zink	250	500	800	120	112

* Riktvärden för förorenad mark, KM-känslig mark (riktvärdet för kadmium är satt med hänsyn till ”Hälsa intag växter”), MKM -Mindre känslig mark. NV 2009, Riktvärden för förorenad mark.

** Högsta tillåtna halt av avloppsslam som saluförts eller överläts för spridning på jordbruksmark.SFS 1998:944,§ 20

*** NV, Handbok 2010:1 Återvinning av avfall

Organiskt material

Andelen organiskt material kan anges på flera sätt. Proverna har inte analyserats på halten TOC (total organisk kol), men denna kan beräknas genom en generalisering att motsvara 57 % av glödningsförlusten (SNV Rapport 4889). Den på detta sätt beräknade halten av TOC i prov S1 är 314 g/kg TS (se Figur 22). I övriga prover är halten i medel 78 g/kg TS och varierar mellan 18 och 127 g/kg TS. Skillnad mellan ytprover och bottenprover är generellt mindre än mellan olika provpunkter.

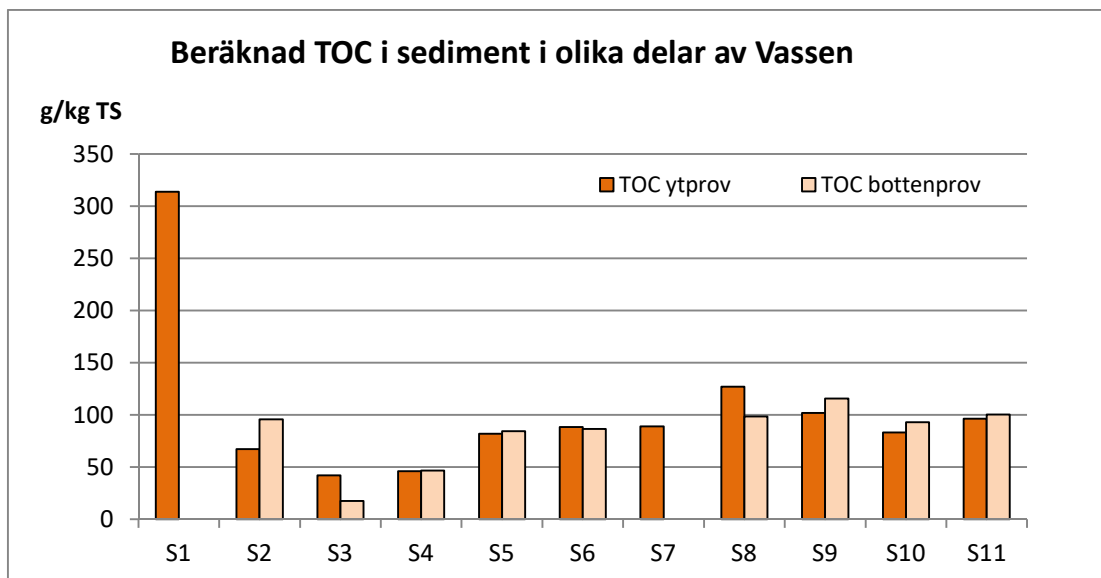
⁴ Storm J.O. och Carlsson F., 2017, Generell analys av användningen av sediment som gödselmedel inom jordbruket samt värdering av gödslingseffekten av botten sediment från Barnarpasjön genom fältförsök. Preliminära resultat, Hushållningssällskapet Jönköping

⁵ NV 2009, Riktvärden för förorenad mark.

⁶ SFS 1998:944,§ 20

⁷ NV, Handbok 2010:1 Återvinning av avfall

⁸ Jordbruksverket 2017, Användning av avloppsslam på jordbruksmark. Version 1 mars 2017. www.jordbruksverket.se



Figur 22. TOC i sedimentproverna från Vassen. Halten är beräknad (SNV Rapport 4889) utifrån analyserad glödningsförlust.

Bekämpningsmedel

Av de bekämpningsmedel som ingick i analysen (se nedan) låg alla ämnen under rapporteringsgränsen, förutom vid provpunkt 7 där sedimenten innehöll rester av AMPA (nedbrytningsprodukt av Glyfosfat). Halten uppgick till 0,35 mg/kg TS. Vår bedömning är därmed att rester av bekämpningsmedel i sedimenten inte kan förorsaka problem för omhändertagande på åkermarken.

NEDANSTÅENDE BEKÄMPINGSMEDEL ANALYSERADES

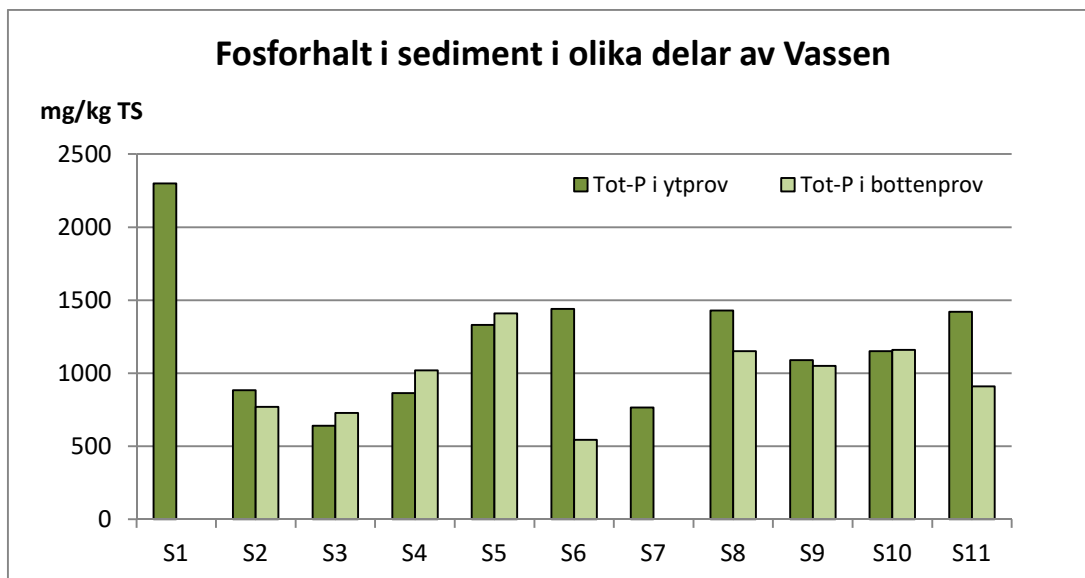
atrazin, desetylatrazin, desisopropylatrazin, bentazon, BAM, cyanazin, 2,4-D, 2,4-DP (diklorprop), dimetoat, diuron, etofumesat, fenoxaprop, fluroxipyr, imazapyr, isoproturon, klopuralid, kvinmerac, MCPA, MCPP (mekoprop), metamitron, metazaklor, metribuzin, simazin, terbutylazin, klorosulfuron, metsulfuronmetyl, foramsulfuron, nikosulfuron, rimsulfuron, sulfosulfuron, tifensulfuronmetyl, triasulfuron, triflusafluronmetyl, glyfosat, AMPA. För glyfosat och AMPA ligger rapporteringsgränsen på 0,1 mg/kg TS, för alla andra ämnen på 0,01 mg/kg TS.

Näringsämnen

Totalfosfor

I figur 23 redovisas uppmätta halter av totalfosfor i sedimenten från första provtagningen. Totalfosforhalten var högst (2 300 mg/kg TS) i provpunkt S1 som togs i sjöns östra del i ett vassområde som i princip är helt igenväxt. Bortsett från denna provpunkt var medelhalten av totalfosfor från första provtagningen ca 1 040 mg/kg TS (vid andra provtagningen var medelhalten 1250 mg/kg TS), vilket motsvarar i snitt ca 0,4 kg fosfor/m³ vått sedimenten. Det sammanlagda innehållat av totalfosfor bundet i Vassens sediment uppgår då till drygt 30 ton. Detta innebär att under de ca 80 år som dammen funnits har den bidragit till en reduktion av fosfor till Vombsjön med ca 400 kg/år med en effektivitet på ca 25 kg/ha och år. Effektiviteten är i samma storleksordning som tidigare mätningar visat inom ramen för undersökningar i nyanlagda dammar inom Kävlingeån.⁹

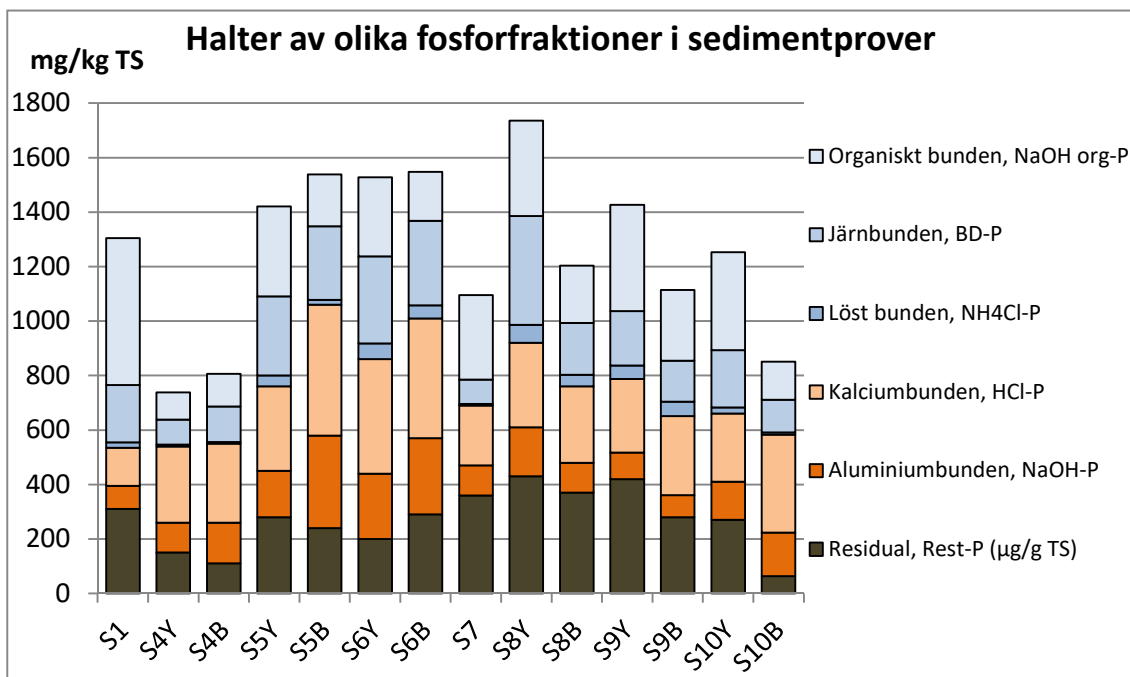
⁹ Ekologgruppen, 2004. Näringsämnesreduktion i nyanlagda dammar. Höje å projektet och Kävlingeå-projektet.



Figur 23. Uppmätta halter av totalfosfor i olika provpunkter (första provtagningen). Ytprov representerar de översta ca 10 cm av sedimenten och bottenprov från ca 20 cm och nedåt. S1 och S7 är samlingsprov från hela vertikalen.

Fosforfraktioner

Analys av fosforfraktioner har gjorts på prover tagna vid det andra provtagningstillfället. Provtagningsplatserna är desamma, men proverna naturligtvis ändå inte exakt desamma som vid första provtagningen. Att totalfosforhalterna därför kan skilja sig från första provtagningsomgången är inte så märkligt. Anmärkningsvärt stor skillnad är det dock på halten i provpunkt S1 där det var nästan dubbelt så hög halt av totalfosfor i första provtagningen. Förklaringen kan vara att sedimentet här är mycket inhomogent och att två prover nära varandra kan ha olika sammansättning. TS-halterna stämmer dock väl överens mellan prover från de olika provtagningarna.



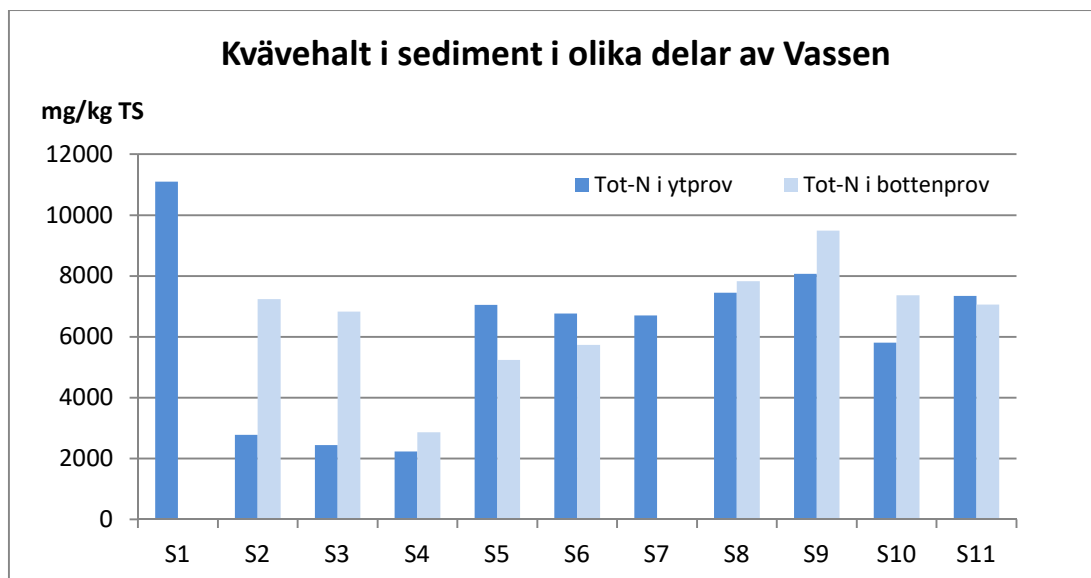
Figur 24. Resultat av fosforfraktionsanalys (andra provtagningen). De samlade staplarna utgör summan av fosforfraktionerna, d.v.s. provets totalfosforhalt.

Av figur 24 framgår de olika fosforfraktionernas andel av det totala fosforinnehållet i proverna. Av de 6 fraktioner som har analyserats bedöms 3 (organiskt bunden, järnbunden och löst bunden fosfor) vara mobila och lätt tillgängliga för vattenfasen, medan de övriga 3 (kalcium-bunden, aluminiumbunden och residual fosfor) bedöms vara hårt bundna i sedimenten och inte tillgängliga i vattenfasen. Andelen lätt tillgänglig fosfor varierar i de olika sedimentproverna med mellan ca 30 och 60 % av det totala fosforinnehållet.

Av de prover som togs vid andra provtagningen är S4 den provpunkt som har lägst andel organiskt material (enligt analys från första provtagningen; se figur 22). Det är också denna punkt som har lägst halt av mobilt fosfor (ca 200 mg/kg TS). I övriga provpunkter är medelhalten av mobilt fosfor i "ytprover" ca 600 mg/kg TS och i "bottenprover" ca 400 mg/kg TS. Det är alltså signifikant högre halt av mobilt fosfor i ytligare sedimenten än i de djupare. Av de ca 30 ton fosfor som finns i Vassens sediment är drygt 12 ton lättillgängligt.

Totalkväve

Totalkvävehalten var, liksom för totalfosfor, högst i provpunkt S1, se figur 25. Det genomsnittliga innehållet av totalkväve var ca 7 250 mg/kg TS i ytprover och 6 500 mg/kg TS i bottenprover. Innehållet av kväve i sedimenten uppgår i snitt till 2,2 kg/m³, vilket innebär att det sammanlagda innehållet av totalkväve i Vassens sediment är ca 170 ton. Detta innebär att under de 80 år som dammen funnits har den genom sedimentation bidragit till en reduktion av kväve till Vombsjön med ca 2 ton/år med en effektivitet på ca 130 kg/ha och år. Till detta kommer den kväveavgång som skett genom denitrifikation.



Figur 25. Uppmätta halter av totalkväver i olika provpunkter (första provtagningen). Ytprov representerar de översta ca 10 cm av sedimenten och bottenprov från ca 20 cm och nedåt. S1 och S7 är samlingsprov från hela vertikalen. Provpunkternas läge framgår av figur 21.

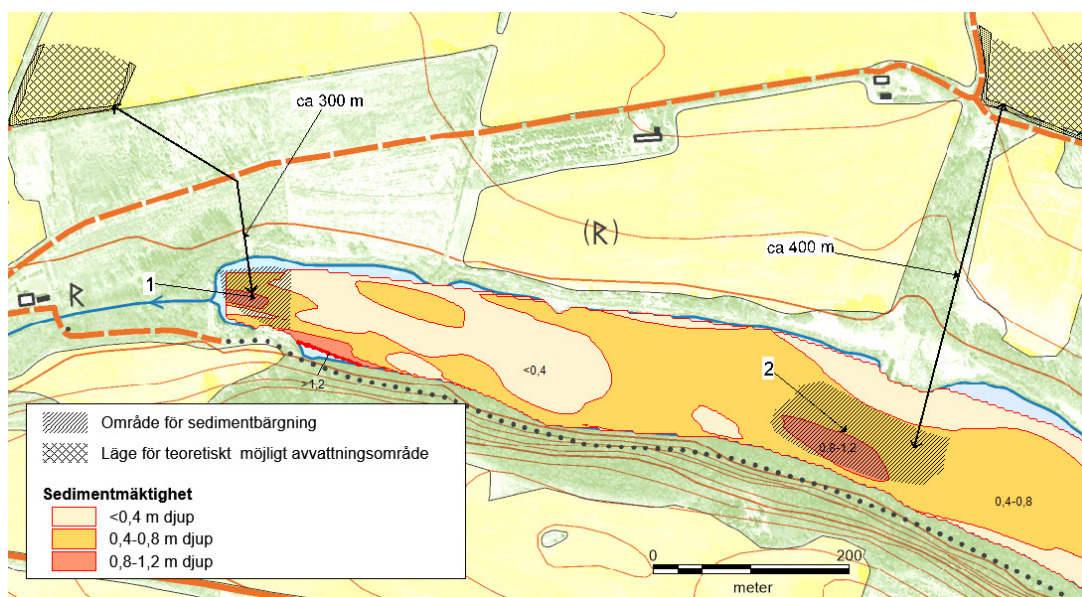
Teknisk utredning av sedimentbärgning

Den totala mängden sediment i Vassen är mycket stor och såväl bärgning, eventuell avvattning och uttransport på åkermarken har kapacitetsbegränsningar. Dessutom ska den samlade nyttan av denna åtgärd nogt övervägas, jämfört med andra åtgärder som minskar risken för läckage av fosfor från sjön. Vi har därför valt att i nuläget resonera kring olika tekniker att ta upp sediment från Vassens botten, och gjort en grov beskrivning av kapacitet, kostnader, miljöpåverkan och praktiskt genomförande. Slutgiltigt val av teknik ska sen även kopplas till hur det upptagna sedimentet kan tas om hand. Denna fråga utreds vidare i avsnittet ”Teknisk utredning av omhändertagande - Återförande av sediment/näring till åkermarken”.

Praktiska förutsättningar

För att ta upp sediment från Vassen, oberoende av teknik kommer sedimentet att behöva lagras och avvattas på mark i anslutning till sjön. Undantaget är om man tekniskt kan ordna ett större system med pumpning via ett system med slangar, liknande bevattning. I nuläget räknar vi dock inte detta som ett realistiskt alternativ om åtgärden ska genomföras inom en snar framtid. För sedimentupptag har en gräns satts vid att man kan hantera ca 10 000 m³/år för avvattning och att bärgningen påbörjas i två områden i sjön där sedimenten är som djupast och innehåller relativt höga halter näring, se figur 26. I närmast anslutning till sjön är marken brant och trädbevuxen. Potentiella upplagsplatser för avvattning har därför utsetts i närbelägen åkermark.

De två områdenas bottenyta uppgår till ca 13 200 m². Område 1 (ca 3 600 m²) ligger närmast utloppet med ett medeldjup av sediment på ca 0,6 m. Sedimentbärgningen uppskattas till ca 2 300 m³. Avvattningen med invallning (2 m vall) har placerats ca 300 m från upptagsplatsen med en yta på ca 0,5 ha, vilket möjliggör ett upplag av ca 0,5 m sediment i snitt med de höjdförhållanden som finns på platsen. Område 2 (ca 9 600 m²) utgörs av den djupaste delen av sjön, med ett omgivande område, och har ett medeldjup på ca 0,7 m. Sedimentbärgningen uppskattas här till ca 6 700 m³. Avvattningen med invallning (2 m vall) har placerats ca 400 m från upptagsplatsen med en yta på ca 0,8 ha, vilket möjliggör ett upplag av drygt 1 m sediment i snitt med de höjdförhållanden som finns på platsen.



Figur 26. Teoretiska områden för sedimentbärgning och avvattningsplatser

Olika bärgningstekniker

Nedan beskrivs fyra olika tekniker som kan tillämpas för upptag av sediment från Vassens botten. Tre metoder som utförs från sjöytan; *Muddring med grävskopa* och *sugmuddring* med slang, som är väl beprövade tekniker för upptag av sediment från sjöar såväl som hamnar och större vattendrag. *Lågflödesmuddring* som är en ny teknik där den praktiska erfarenheten inte är lika omfattande. Den fjärde möjligheten är att torrlägga sjön genom successiv avsänkning av vattenytan och sedan gräva bort sedimenten från en torrlagd sjöbotten.

Grävuddring

Fördelen med grävuddring, och specifikt om grävmaskinen har en skopa där vatten pressas ut vid grävningen, är att massornas vatteninnehåll kan begränsas. Nackdelen är att det medför stor risk för grumling i sjön.

Kapacitet

Som exempel på kapacitet hos denna teknik har vi valt exemplet Hjälsjön i Hässleholms kommun. I detta fall tog det, enligt utförande entreprenör¹⁰, ca två månader att flytta drygt 3 000 m³ från sjöbotten till en avvattningsplats. Arbetet utfördes av en grävmaskin på flytpontoner som lastade till två trafikerande flytpontoner med kontinuerlig dumperstrafik till en avvattningsplats. Med denna kapacitet tar det ca 6-7 månader att bärga 10 000 m³. Kapaciteten kan naturligtvis ökas med större maskinpark.

FÖRDJUPAD TEKNISK BESKRIVNING - GRÄVMUDDRING

Olika typer av maskiner finns för uppgrävning av sediment från sjöbotten med skopa. Allt från så kallade enskopeverk, med en grävmaskin som är monterad på en flytande ponton, till flerskopeverk som är en stor pråm med ett drivande kedjeband försett med skopor som endast lämpar sig för djup större än 3 m.

De massor som grävs upp lastas på lyftdumpercontainrar som kan stå på en flytponton i de fall grävskopan inte har kontakt med land. För god effektivitet kan två flytpontoner med containrar användas vilket innebär att när en flytponton med containrar lastas ur så tar den andra emot det sediment som grävskopan tar upp. Urlastning på land utförs av grävmaskin som lastar till dumpers som i sin tur kör sedimenten till en avvattningsplats. Avvattningsplatsen ska i sin tur iordningsställas och ett säkert och miljömässigt godkänt system för avvattnning skall anordnas.

Källor:

2010, Muddring och hantering av muddermassor – vägledning om tillämpning av 11 och 15 kap. miljöbalken, Miljörättsavdelningen, Naturvårdsverket
Muntlig uppgift Tommy Augustsson, SSE, Svensk sjöentreprenad AB

Kostnad

En grov uppskattning av kostnaden för upptag och transport till upplag för avvattnings är mellan 200 – 250 kr/m³ sediment¹¹, för det teoretiska fall som vi utgått från när det gäller sjön Vassen. Kostnaden för grävuddring från upptag till avvattnade sediment uppgår därmed till ca 2 – 2,5 Mkr för 10 000 m³.

¹⁰ Muntlig uppgift Tommy Augustsson, Svensk sjöentreprenad AB

¹¹ Muntlig uppgift Tommy Augustsson, Svensk sjöentreprenad AB

Sugmuddring

Vid sugmuddring sugs sedimentet upp från botten med hjälp av ett båtburet sugmunstycke som antingen spolar eller skär loss sediment från botten. Sedimentet späds ut med vatten vid upptaget och pumpas i ledningar till en avvattningsplats¹². Normalt kan transporten i ledningar göras med ett avstånd upp till 3 km (beror på material) utan mellanstationer för pumpning.

Kapacitet

Kapaciteten för sugmuddring styrs inte sällan av kapaciteten på avvattnings- och vattenrening och är vanligen i storleksordningen 500 m³/tim inklusive det extra vatten som sugmuddringen kräver¹³. Med en inblandning av vatten som är 5 gånger högre än sedimentmängden blir kapaciteten i storleksordningen 100 m³ sediment per timme, d.v.s. ca 800 m³ per arbetsdag. Med denna kapacitet tar det ca 2-3 veckor att sugmuddra 10 000 m³ sediment. Sannolikt blir dock avvattningskapaciteten begränsande och tiden ökar därmed.

FÖRDJUPAD TEKNISK BESKRIVNING - SUGMUDDRING

Sugmuddring innebär att ett muddringshuvud positioneras i sedimentytan och förs fram och tillbaka i överlappande stråk under det att sediment framför munstycket matas in och sugs upp till muddringsfarkosten varifrån det pumpas till land i slutna ledning. Munstycket utgörs av en liggande skruv som förs med långsidan mot sedimentet och skruvar in detta till ett sugmunstycket. Framdriften av muddringsfarkosten sker vanligen med vajrar som är förankrade i land och vinschar på farkosten. Muddringsdjupen hos de mudderverk som hittills använts för sugmuddring av t.ex. förorenade sediment i Sverige är begränsade till ca 14 m från vattenytan räknat.

Källa: 2005, Västerviks kommun: Åtgärdsutredning, Alternativ för efterbehandling av Gladhammars gruvor och förorenade sediment i Tjurbosjön. Projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:2

Kostnad

I en jämförelse mot kostnaderna för grävuddring skall hänsyn tas till att bärgat sediment vid sugmuddring har minst dubbelt så hög halt av vatten. En beräkning gjord för sugmuddring (2004) av Kottlasjön i Lidingö kommun¹⁴ visade att det grovt räknat skulle kosta ca 300 kr/m³. I detta fall ingick avvattnings- och pumpning av överskottsvatten till ett närliggande avloppsreningsverk. I liknande utredningar^{11,15} uppskattades kostnaderna (2006) för sugmuddring inkl. pumpning till avvattningsanläggning till ca 100 kr/m³ (våtvikt). Vi utgår här från att kostnaden för sugmuddring, efter avvattnings- d.v.s. när produkten uppnått ungefär samma vattenhalt som grävuddrat sediment, ligger i samma storleksordning (ca 200-250 kr/m³) som grävuddring. Detta stämmer grovt överens med ovanstående beräknade kostnader. Kostnaden för sugmuddring från upptag till avvattnade sediment uppgår därmed till ca 2 – 2,5 Mkr för 10 000 m³.

Lågflödesmuddring

Lågflödesmuddring innebär att man avlägsnar den senaste sedimenterade delen av botten-sedimenten, d.v.s. de översta ca 5 cm av mjukbotten. Dessa utgör den del av sedimenten som håller på att brytas ned och därmed konsumerar mest syre. Teorin är att man kan lokalisera åtgärden till ett fåtal djuphål eftersom de lösa sedimenten kommer att flyta ned i dem efterhand som sediment tas bort¹⁶. Det skall påpekas att tekniken skall ses utifrån ett tydligt

¹² <http://vatmarksguiden.se/projekt/muddring-av-sediment/>

¹³ : 2005, Västerviks kommun: Åtgärdsutredning, Alternativ för efterbehandling av Gladhammars gruvor och förorenade sediment i Tjurbosjön. Projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:2

¹⁴ 2004, Utredning om Kottlasjön, Lidingö Stad, Gert Nilsson Geosigma AB

¹⁵ Elander P, 2006, Åtgärdsutredning, upptagning, behandling och omhändertagande av förorenade sediment i Valdemarsvikens, Envipro miljöteknik, Valdemarsviks kommun

¹⁶ Degerman E., m.fl., 2017, Fysisk restaurering av sjöar, Aqua reports 2017:10, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet

syfte att minska frigörelse av fosfor från sedimenten och att samtidigt kunna återföra den upptagna fosfor till kretsloppet som gödsel på åkermark.

Kapacitet

I ett försök som nu görs med lågflödesmuddring i Barnarpsjön i Jönköpings kommun, räknar man med en sugkapacitet på ca 12 m³/tim (vått sediment)¹⁷. Lågflödesmuddring har alltså en betydligt lägre kapacitet än sugmuddring. Efter avvattning räknar man med en halvering av mängden upptaget sediment och vatten. Det kvarvarande sedimentet har även testats för gödning av åkermark, se vidare under *”Teknisk utredning av omhändertagande - Återförande av sediment/näring till åkermark”*. För exemplet Vassen har vi valt att jämföra de andra muddringsteknikerna med att lågflödesmuddra ytan på samma område där vi med de andra teknikerna skulle ta upp allt sediment (10 000 m³). Denna mängd motsvarar ca 750 m³ och skulle ta ca 2-3 veckor att föra upp till avvattningsanläggningen förutsatt att denna har kapacitet att ta emot detta flöde.

FÖRDJUPAD TEKNISK BESKRIVNING – LÅGFLÖDESMUDDRING

Utrustningen består av en enhet som flyter ovanpå vattnet och en under vattnet. De är sammankopplade och styrs i en förprogrammerad muddringsbana via förankringslinor till fyra enheter på land. Sedimentet bärgas lager för lager. Hur djupt varje lager går regleras av lufttryck. Den sugande enheten ”svävar” ovanpå botten och tar upp det översta sedimentlagret bestående av färskt sediment med låg densitet genom ett sugande munstycke. Bottenenheter förs fram med hjälp av en dragflotte. Via en flytande slang förs sedan sedimentet till dumpercontainrar på land, utformade som en trekammarbrunn. Det sedimentfria vattnet förs sedan tillbaka till sjön, vilket också innebär en syresättning av vattnet.

Källa:

www.jonkoping.se/byggbomiljo/naturvardochskotselavgronomraden/vattenochvatmarker/overgodningivatten/barnarpsjonovergodning/restaureringavbarnarpsjon.4.74fef9ab15548f0b80023c1.html

Kostnad

Lågflödesmuddring kommer även att genomföras på tre sjöar i Aneby kommun inom kort. En upphandling har gjorts som ger en grund för en ungefärlig kostnad för denna teknik¹⁸. I detta fall ingår även avvattning så att slutprodukten har samma vattenhalt som normal jord. För att lågflödesmuddra en yta av ca 5 000 m² och ta upp ca 250 m³ våtsubstans (TS-halt 2-5%) uppgick kostnaden till ca 1,5 Mkr, vilket motsvarar ca 6000 kr/m³ våtsubstans. Priset ökar per m³ när sedimentet är avvattnat. För exemplet Vassen har vi i detta fall valt att jämföra med att lågflödesmuddra bottenytan på samma område där vi i fallen med sugmuddring och gräv-muddring skulle ta upp allt sediment (10 000 m³). Denna yta motsvarar ca 13 200 m², vilket motsvarar ett upptag (översta 5 cm av botten) på ca 660 m³ våtsubstans. Med ovan refererade kostnad skulle en lågflödesmuddring av denna yta kosta ca 4 Mkr. Hela Vassens bottenyta uppgår till ca 152 000 m². Om hela ytan sugmuddras på de översta 5 cm av botten blir detta ca 7 600 m³. Kostnaden för att sugmuddra hela Vassens bottenyta uppgår därmed till ca 45,6 Mkr.

Uppgrävning från torrlagd sjöbotten

En annan möjlighet är att riva ut befintligt dämme och återskapa den tidigare bäcken med tillhörande svämplan, se avsnitt *”Diskussion kring olika åtgärdsalternativ”*. Alternativt kan man sänka av sjön temporärt och ta bort sedimenten och sedan återfylla sjön med vatten. I bägge fallen blir de näringsrika sedimenten, efter upptorkning, tillgängliga för uppgrävning och bortförel. I detta fall kan kostnaderna jämföras med en ordinär våtmarksentreprenad förutom att transporten mellan schaktområde och fyllnadsyta blir längre, vilket ökar kostnaderna.

¹⁷ Muntlig uppgift Jenny-Karnea-Ericsson, Miljö-och Hälsoenheten, Jönköpings kommun

¹⁸ Muntlig uppgift, Måns Lindell, Länsstyrelsen Jönköping, offentlig upphandling Aneby kommun

Kapacitet

Ett jämförbart exempel är utgrävning av sediment från Vinslövssjön 3 ha, i Hässleholms kommun¹⁹. Grävarbetet genomfördes under knappt 2 månader och då avlägsnades ca 29 000 m³ sediment inklusive bortkörning till deponi. Arbetet föregicks av en avsänkning av sjön som tog ca 1 månad. Avsänkningen utfördes med hävertteknik för att motverka risk för sedimentflykt vid höga flöden. Med liknande omständigheter som i Vinslövssjön skulle kapaciteten för att ta upp 10 000 m³ ur sjön Vassen ligga runt 2-3 veckor, exklusive tiden för avsänkning av sjön. Om sedimentet torkar från den ungefärliga TS-halt som uppmättes i sedimentproverna (medeltal 30 %) till ca 55 % (jord) minskar volymen med ca 25 %, d.v.s. totalt till ca 57 000 m³.

ÖVERSIKTLIG TEKNISK BESKRIVNING – SCHAKT AV TORRLAGD SJÖBOTTEN

Avsänkning av sjön innebär att stora volymer (ca 300 000 m³ vatten) först ska tömmas ut ur sjön med en rimlig vattenhastighet. Om man t.ex. ökar utflödet med 0,5 m³/s (MQ 0,3 m³/s) genom succesiv avsänkning av dämme tar tömning av Vassen ca 1 vecka. Genom sjön grävs därefter ett avledande dike för att föra ut tillrinnande vatten och möjliggöra upptorkning av befintligt sediment. En detaljerad plan för upptag, bortförsel samt upplag av sediment tas fram. Om sjön skall fyllas på igen bör kapaciteten i grävarbetet vara så stor som möjligt för att snabbt kunna återställa sjöytan. Om en permanent avsänkning utförs kan sediment tas upp succesivt under ett antal år och t.ex. föras ut på närliggande åkermark direkt utan mellan lagring.

Kostnad

Vi har räknat med en kostnad på mellan 60-80 kr/m³ förutsatt att uppschaktat sediment läggs i upplag. Detta innebär att t.ex. matjordsavbaning och utläggning i åkermark inte är medräknad. Inte heller kostnader i samband med själva avsänkningen är medräknade. I fallet med Vinslövssjön uppgick den totala kostnaden till ca 2 Mkr vilket innebär ca 70 kr/m³. Kostnaden för exemplet Vassen uppgår därmed till mellan 0,6-0,8 Mkr för upptag av 10 000 m³. I detta fall antas massorna vara avvattnade.

Jämförelse mellan olika tekniker för sedimentupptag

De olika teknikerna kan jämföras utifrån miljöpåverkan, kostnad och praktiskt genomförande (kapacitet).

Miljöpåverkan

Alla typer av muddring i vatten kräver tillstånd enligt miljölagstiftningen och de olika teknikerna har olika miljöpåverkan. Vid arbetets utförande, är risken för temporär grumling vid grävuddring betydligt större än vid sugmuddring. Grumlingseffekten kan minimeras genom att muddringsområdet avskärmas med s.k. grumlingsgardiner. Risken är allra minst vid lågflödesmuddring. Denna teknik medför inte någon grumling av sedimenten och den utförs endast i de redan syrefria djuphålorna som inte har någon större betydelse för sjöns växt- och djurliv.²⁰ Vid uppgrävning från torrlagd sjöbotten finns risk för sedimentflykt och grumling vid hög vattenföring, då stora mängder vatten kan tillrinna från uppströms avrinningsområde. Åtgärder såsom sedimentationsbassänger utmed det avledande diket kan minimera denna risk. För alla tekniker gäller normalt att arbetet endast utförs under perioden okt-mars för att undvika påverkan på växter och djur i sjön.

Den långvariga miljöeffekten av de olika teknikerna med avseende på risken för läckage från sjön bör också vägas in i resonemanget. Tekniken att lågflödesmuddra grundar sig på teorin att

¹⁹ Lundström T. Naturvårdsingenjörerna, Föredrag: <http://huts Kane.nu/wp-content/uploads/2011/12/170404-Lundstrom.pdf>

²⁰ Degerman E., m.fl., 2017, Fysisk restaurering av sjöar, Aqua reports 2017:10, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet

man genom upptag av de översta ca 5 cm av bottenmaterialet minskar risken för syrefria förhållanden, eftersom det senast sedimenterade organiska materialet avlägsnas innan det börjar brytas ned. Ur renodlad vattenvårdssynpunkt är teknikens långsiktiga effekt på vattenmiljön inte klarlagd genom t.ex. uppföljningsstudier före och efter åtgärden. I det projekt som kommer att genomföras i Aneby kommun vid sjön Ralången kommer en uppföljning med jämförelse mot tidigare provtagning av vattenkvaliteten att utföras²¹. Fördelen med att ta upp allt sediment och därmed fosfor från sjöns botten är att sjön istället för att "läcka" fosfor sannolikt kan bli en förbättrad fosforsänka²². En permanent torrläggning av sjön där marken temporärt tillåts översvämmas kan orsaka läckage om de fosforrika sedimenten inte avlägsnas.

Kostnad

Från ovanstående genomgång kan man konstatera att sugmuddring och grävuddring är jämförbara i pris, när man ser till mängden avvattnat sediment. Sugmuddringen kräver dock större insats för avvattningen. Lågflödesmuddring är i särklass den dyraste tekniken om man ser till mängd bärgat sediment i m³ med i storleksordningen 10 – 20 ggr högre kostnad jämfört med gräv- eller sugmuddring. Även om man jämför kostnader för att endast avlägsna de fem översta cm av samma yta, mot att allt sediment tas upp från samma yta med gräv- eller sugmuddring, så är kostnaden för lågflödesmuddring fortfarande dubbelt så dyr som de andra teknikerna. Kostnaderna för uppgrävning av sediment från torrlagd sjöbotten är, utifrån ovanstående resonemang, å andra sidan hälften så dyrt som gräv- eller sugmuddring.

Kapacitet

Kapaciteten hos de olika teknikerna är i vårt exempel är jämförbar för sugmuddring och lågflödesmuddring av ytan på mjukbotten. Grävuddring tar betydligt längre tid men det kan avhjälpas med en större maskinkapacitet. Begränsningen ligger snarare i hur sedimenten skall tas om hand på land när det gäller områden för avvattning och ev. uttransport på åkermarken. Uppgrävning från torrlagd sjö kräver förberedelser med avsänkning av sjöytan. Själva sedimentbärgningen kan dock genomföras effektivt förutsatt en stor maskinkapacitet och närbelägna fyllnadsytor.

Slutsats

Det är tekniskt fullt möjligt att ta upp sedimentet från sjön Vassens botten. Val av teknik vid en eventuell bärgning av sediment från sjön, är dock inte helt enkel, och kostnaderna är stora oavsett val av teknik. Vår översiktliga beräkning ger ett pris på mellan knappt 0,8 – 2,5 Mkr för 10 000 m³, eller samma kostnad per år under 7-8 år, d.v.s. totalt mellan ca 6-19 Mkr om alla sediment ska tas bort genom grävuddring sugmuddring eller från torrlagd sjöbotten. Kostnaden för att lågflödesmuddra de 5 cm översta delarna av djuphålorna uppgår till ca 4 mkr och att lågflödesmuddra hela bottenytan uppgår till ca 45,6 Mkr. Detta ger en kostnad på ca 200 -600 kr/kg upptagen fosfor med teknikerna grävuddring sugmuddring eller från torrlagd sjöbotten. Lågflödesmuddring blir betydligt dyrare.

Olika tekniker har olika för-och nackdelar, och skall också vägas mot hur och om sedimentet sedan skall återföras till åkermarken och med vilken teknik detta skall göras. Dessutom skall miljöpåverkan beaktas vid sedimentbärgning. Nyttan med åtgärden ska även ställas mot andra åtgärder för att minska det läckage som sker från Vassen idag. Vår slutsats är därför att man, innan beslut om åtgärd, dels utför kompletterande undersökningar (se nedan) och dels avvaktar resultat från uppföljning av effekten av lågflödesmuddring.

²¹ Muntlig uppgift, Måns Lindell, Länsstyrelsen Jönköpings län

²² Ekologgruppen, 2004. Näringsämnesreduktion i nyanlagda dammar. Höje å projektet och Kävlingeå-projektet.

Teknisk utredning av omhändertagande av massor - återförande av sediment/näring till åkermarken

De praktiska förutsättningarna för att återföra upptaget sediment till närliggande åkermark är mycket bra vid sjön Vassen. Begränsningarna ligger snarare i sedimentens kvalitet gällande såväl fosforinnehåll som metallhalter.

Regler kring spridning av sediment på åkermark

Det finns inga specifika regler kring spridning av sjösediment på åkermark. Vilket regelverk som ska tillämpas gällande sjösedimenten i Vassen är därmed oklart. Detta uppmärksammas även i en rapport från Hushållningssällskapet i Jönköping²³ där man utfört odlingsförsök på upptagna sjösediment, se faktaruta nedan. I denna studie valde man att följa de gränsvärden som gäller för spridning av organiska gödselmedel och avloppsslam i åkermark, men poängterade samtidigt vikten av att arbeta vidare med frågan i dialog med jordbruksbranschen för att ta fram en policy. Vi har även tittat på möjligheten att kunna använda regler som gäller vid återvinning av avfall och förorenade massor, men i nedanstående resonemang väljer vi att förhålla oss till de gränsvärden som gäller för spridning av organiska gödselmedel och avloppsslam på åkermark. För detta gäller Jordbruksverkets allmänna råd och föreskrifter (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring, och Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2) avseende användning av avloppsslam i jordbruket. För ekologisk odling finns ytterligare gränsvärden som tagits fram av KRAV (branschorganisation för ekologisk odling).

De olika gränsvärdena gäller dels hur höga halter av metaller som avloppsslammet får innehålla för att det överhuvudtaget ska få användas som växtnäring (SFS 1998:944), men också hur höga *metallhalter* får lov att vara i åkermarken där slammet ska spridas, och slutligen hur stora mängder som får lov att spridas *per hektar åkermark*. Gränsvärdena innebär i bägge fallen att spridningen anpassas både efter markens innehåll av näring och tungmetaller samt slammets/sedimentets innehåll av näring och tungmetaller. I tabell 3 redovisas gällande gränsvärderna för hur stora mängder av olika metaller som får spridas per ha åkermark enligt NVs föreskrifter och KRAVs regler.

Tabell 3. Gränsvärden för spridning av slam på åkermark. Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2) anger ett medelvärde per år under en 7-års period. KRAVs gränsvärden (KRAV, Regel 4.4.7, 2017) gäller alla tillförda gödsel- och jordförbättringsmedel och anger genomsnitt per år för en 5-års period. I KRAVs regler ingår även ett gränsvärde för silver (3 g/ha och år).

Metall	Naturvårdsverket	KRAV
	g/ha och år	g/ha och år
Bly	25	25
Kadmium	0,75	0,45
Koppar	300	300
Krom	40	40
Kvicksilver	1,5	0,8
Nickel	25	25
Zink	600	600

²³ Carlsson F. och Storm J-O, 2017, Generell analys av användningen av sediment som gödselmedel inom Jordbruket samt värdering av gödslings effekter av bottensediment från Barnarpasjön genom fältförsök. Hushållningssällskapet Jönköping.

Gränsvärden för metallhalter i den åkermark som slammet ska spridas på, i jämförelse med de halter som uppmätts i Vassens sediment, samt gränsen för hur mycket metaller som får spridas vid fosforgödsling redovisas i tabell 4. Av tabellen framgår att metallhalterna i Vassens sediment är något högre än gränsvärdena som gäller för mark som ska ta emot slam med avseende på kadmium och zink.

Tabell 4. Tabell över uppmätta medelhalter i sedimenten i Vassen samt olika gränsvärden för tillförsel av avloppsslam. Högsta tillåtna halt i slam (SFS 1998:944); högsta tillåtna halt i mark (SNFS 1994:2, Bilaga B).

Metall	Metallhalt i sedimenten i Vassen	Gränsvärde Metallhalt i slam	Gränsvärde Metallhalt i mark
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Bly	26	100	40
Kadmium	0,57	2	0,4
Koppar	22	600	40
Krom	28	100	60
Kviksilver	<0,2	2,5	0,3
Nickel	27	50	30
Zink	112	800	100

Går sedimentet från Vassen att sprida på åkermark?

Förhållandet mellan spridningsareal och näringsämnen/metallhalter

Gränsvärden för hur stor mängd av en viss metall som får spridas per hektar innebär även att en begränsad mängd fosfor kan spridas årligen för en specifik areal åkermark. Ett antal andra variabler kan ytterligare påverka spridningsmöjligheterna. Tillgång till spridningsareal bestämmer mängden sediment som kan tillföras per hektar. Mängden per hektar begränsas i sin tur av att man inte kan köra hur många gånger som helst över samma mark utan att riskera packningsskador. Erfarenheter såväl från att ta upp bottensediment, som att sprida och odla på dessa finns från försök vid Barnarpasjön i Jönköpings kommun, se rutan nedan.

Beräkningsexempel

För att tydliggöra möjligheten för spridning av Vassens bottensediment på åkermark har olika exempel tagits fram. I nedanstående tabeller (Tabell 5 och 6) har vi gjort en beräkning där vi utgår från tre olika TS-halter; 5 %, 25 % samt 55 % vilket som jämförelse kan sägas motsvara halten för flytgödsel, fastgödsel respektive fasta massor (jord). Sediment med olika vattenhalt jämförs även mot olika spridningsarealer. Beräkningarna har anpassats så att gällande gränsvärden ska kunna hållas. De mängder av metaller och näringsämnen som anges för respektive beräkning grundar sig på medelhalter i Vassens sediment. För fosfor gäller att man inte får sprida mer än 22 kg/ha och år. Gränsvärdena för metaller gäller för sju år vilket innebär att man enligt reglerna för slamspridning inte får sprida slam på samma åkerareal de närmaste sex åren efter ett spridningstillfälle om den sammanlagda mängden för en sjuårsperiod har uppnåtts.

Av tabellerna framgår att ju lägre TS-halt (lösare sediment) som förs ut på åkern desto mindre fosfor förs ut per ha. Om man avvattnar sedimenten och därmed får en högre TS-halt (fastare sediment) medför detta en högre koncentration av alla ämnen och för vissa metaller överskrids då gällande gränsvärden för avloppsslam.

FÖRSÖKSODLING PÅ SEDIMENT FRÅN BARNARPASJÖN

Vid försöket i Barnarpasjön har man prövat att ta upp sediment genom att lågflödesmuddra de översta sedimenten (ca 5 cm) från mjukbotten. Sedimenten har sedan förts ut på åkermark och utvärderats i odlingsförsök. För spridning av sedimenten tillämpades regelverket för slamspridning. I detta fall var halten av bly en begränsning, vilket resulterade i en spridning av 55 ton/ha (TS-halt på 3,7 %), motsvarande; 9 kg fosfor/ha, 5,5 kg kväve/ha och 8 kg kalium/ha. Sedimenten hade högre fosforhalter än i Vassen. I djuphålorna i Barnarpasjön uppmättes 1 300-7 600 mg P/kg TS. I Vassen låg fosforhalterna mellan ca 1 500-500 mg/kg TS. Gödslingseffekten av sedimenten (med tillförsel av kalium och kväve) i jämförelse med konstgödning studerades i två fältförsök där korn och vall odlades. Resultaten visade att för korn blev gödslingseffekten något sämre med sediment än med konstgödning. För vallen var skörden i samma storleksordning men det kan bero på tillförsel av vatten (sedimenten var mycket lösa). Man konstaterade också att vattenhalten i de sediment som spreds var för hög vilket innebär en risk för markpackning samtidigt som transportkostnaderna blev stora i förhållande till gödslingseffekt. Ska metoden användas i större skala förespråkas avvattnade sediment, men innan dess bör fler och långvariga försök utföras samtidigt som ett regelverk kring spridning bör tas fram av myndigheter i samarbete med olika branschorganisationer som berörs

Källa: Carlsson F. och Storm J-O, 2017, *Preliminär rapport* Generell analys av användningen av sediment som gödselmedel inom Jordbruket samt värdering av gödslingseffekter av bottensediment från Barnarpasjön genom fältförsök. Hushållningssällskapet Jönköping.

Utfall av beräkningarna

De redovisade värdena i tabell 5 och 6 visar i stort att om man tillämpar gränsvärden för spridning av slam åkermark överskrider gränsvärden för bly, kadmium, krom, och nickel i alla exempel, om man årligen vill tillföra sedimentet till samma åkermark. Om man istället ser till gränsvärden under sju år, och har en återkomst period till samma areal med ca 3-4 år, kan vissa scenarier fungera.

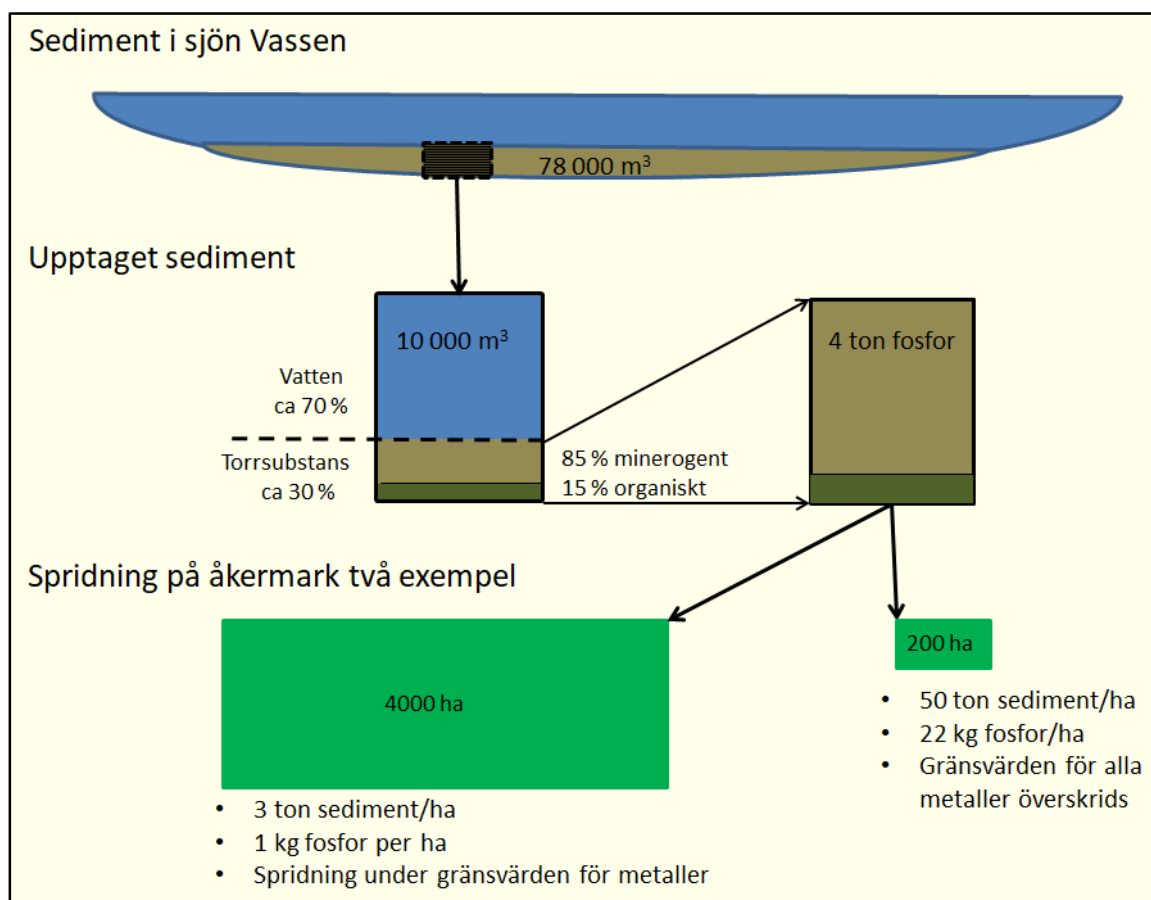
Tabell 5. Beräknade mängder av olika ämnen (näringsämnen och metaller), baserat på uppmätta medelhalter i Vassens sediment, vid spridning av sediment med olika TS-halt och olika spridningsarealer. Kursiverade siffror visar när årligt gränsvärden (SNFS 1994:2, Bilaga C) överskrider. Feta siffror visar när gränsvärdet för 7-års period överskrider. Röd siffra anges acceptabel gödselgiva. Se även tabell 8

Näring (kg/ha/år)	5 % TS 100 ha	5 % TS 200 ha	25 % TS 200 ha	25 % TS 250 ha	Gränsvärden, g/ha under 7 år
Metaller (g/ha/år)	100 ton/ha 9 900 m ³	50 ton/ha 9 900 m ³	40 ton/ha 7 500 m ³	50 ton/ha 11 750 m ³	Inom parentes, (g/ha och år)
Fosfor	6,5	3	19	15	
Kväve	32	16	89	71	-
Bly	132	66	362	290	175 (25)
Kadmium	2,9	1,4	7,9	6,4	5,25 (0,75)
Koppar	113	57	315	252	2 100 (300)
Krom	143	72	395	316	280 (40)
Kvicksilver	0,5	0,3	1,4	1,1	10,5 (1,5)
Nickel	136	68	375	300	175 (25)
Zink	574	287	1600	1 280	4 200 (600)

Om man bortser från gränsvärden för metaller, och sedimenten från Vassen avvattnas till en TS-halt på 25 – 55 %, går det att uppnå en gödselgiva på ca 20 kg fosfor/ha. I det ena fallet (TS-halt 25 %, se tabell 5 röd siffra) sprids 40 ton/ha på ca 200 ha och i det andra exemplet (TS-halt 55 %, se tabell 6 röd siffra) sprids 20 ton/ha på 500 ha åkermark. I bägge fallen överskrider dock gränsvärdena för metallerna bly, kadmium, krom och nickel. För att klara gränsvärdena för

metallerna måste spridningsarealen ökas. Med en tillräckligt stor spridningsareal är det alltså möjligt att föra ut bottensedimenten utan att överskrida gränsvärdena för metaller (7-års period), men man uppnår då inte önskad gödnings effekt och åtgärden blir av den anledningen troligen ointressant för brukaren. En schematisk illustration av detta förhållande ges i figur 27.

Som exempel, se tabell 5, kan man sprida 50 ton sediment (TS-halt på 5 %) per hektar på 200 ha utan att överskrida det sju-åriga maxvärdet. Men detta förutsätter att man inte sprider sediment på samma areal under resterande sex år. Tillskottet av fosfor blir då endast 3 kg/ha och åkermarken måste därmed även gödslas med annat gödselmedel samma säsong. Samma möjlighet finns om man väljer att sprida avvattnade massor (TS-halt 55 %), se tabell 6. I detta fall krävs dock en orimligt stor spridningsareal.



Figur 27. Schematisk bild över förhållandet mellan sedimenten i Vassen och spridning på åkermarken med hänsyn till gränsvärden för spridning av metaller (mg TS/ha) och fosfor.

Tabell 6. Beräknade mängder av olika ämnen (näringsämnen och metaller), baserat på uppmätta medelhalter i Vassens sediment, vid spridning av sediment med olika TS-halt och olika spridningsarealer. Kursiverade siffror visar när årligt gränsvärden (SNFS 1994:2, Bilaga C) överskrids. Feta siffror visar när gränsvärdet för 7-års period överskrids. Röd siffra anger acceptabel gödselgiva. Se även tabell 7

Näring (kg/ha/år)	55 % TS 500 ha	55 % TS 800 ha	55 % TS 1100 ha	Gränsvärden, g/ha under 7 år Inom parentes, (g/ha och år)
Metaller (g/ha/år)	20 ton/ha 8 900 m ³	13 ton/ha 9 200 m ³	9 ton/ha 8 800 m ³	
Fosfor	20	12,5	9	
Kväve	89	56	41	-
Bly	362	226	<i>164</i>	175 (25)
Kadmium	8,0	<i>5,02</i>	<i>3,6</i>	5,25 (0,75)
Koppar	318	199	145	2 100 (300)
Krom	397	248	<i>181</i>	280 (40)
Kviksilver	1,4	0,9	0,6	10,5 (1,5)
Nickel	377	236	<i>171</i>	175 (25)
Zink	<i>1620</i>	<i>1010</i>	<i>740</i>	4 200 (600)

Praktiska möjligheter att föra ut sediment till närliggande åkermark

Övedsklosters godsförvaltning²⁴ ser det inte som praktiskt svårt att årligen sprida en begränsad mängd av sedimenten på närbelägen åkermark. I stort kan tekniken för spridning av stallgödsel tillämpas. Med hänsyn till det relativt låga innehållet av fosfor är kostnaden dock för stor jämfört med nyttan för att det ska vara lönsamt inom ramen för jordbruket. Man ser också mellanlagringen som en nackdel eftersom den är platskrävande.

Ytterligare en spridningsmöjlighet är att bygga ut ett system av bevattningsslangar med tillhörande pumpsystem i åkermarken som ansluter till Vassen. Exempel på detta finns för spridning av flytgödsel och bevattning med fosforrikt vatten från en övergödd sjö (se faktarutan nedan). Tekniskt skulle detta kunna fungera tillsammans med en upptagningsteknik (slamsugning eller lågflödesmuddring) där sedimentet har en hög inblandning av vatten. Alternativet har inte diskuterats med markägaren i nuläget.

Slutsats

Ovanstående beräkningar visar att det är praktiskt möjligt att sprida sediment från Vassen på åkermark. Om samma regler tillämpas för bottensedimenten som för slam så är metallhalterna dock begränsande för mängden fosfor som kan spridas. Sedimenten från Vassen innehåller i genomsnitt ca 90 % mindre fosfor än t.ex. biogödsel eller stallgödsel²⁵, vilket även innebär att det inte är ett kostnadseffektivt alternativ för markägaren.

²⁴ Muntlig uppgift, Lars Bäckstedt, Inspektor, Övedsklosters godsförvaltning

²⁵ Tekniska verken i Linköping, 2013, Naturvårdsverkets föreslagna gränsvärden för hållbar återföring av fosfor - en konsekvensanalys för biogasverksamhet inom Tekniska verken i Linköping AB och Svensk biogas AB

EXEMPEL PÅ SPRIDNING AV GÖDNING VIA BEVATTNINGSLANGAR

Dessa exempel är inte direkt överförbara exempel på vad man kan göra i Vassen men visar att tekniken används för gödning av åkermark

Projekt Dynestadssjön:

Under tre år har man pumpat upp näringsrikt vatten från den övergödda sjöns botten till försöksodlingar med framförallt vall. Sjövattnet har halter på uppemot 2 mg Tot-P/l och 20 mg/l kväve. Detta har gett ca 60 % skördeökning, vilket förutom gödseffekten sannolikt även beror på bevattningen i sig. En pump fäst i en flotte pumpar upp vatten (40 m³/tim) från 12 m djup ca 4 m från botten. För att föra ut detta har ca 1800 m bevattnings stamledning grävts ned (kostnad 400 000 kr inkl. grävning och material). Uppföljning av fosforhalter och syreförhållanden i sjön har visat att det blivit bättre. Kostnadseffektivitet är beräknad till ca 100 kr/kg bortaget fosfor. Målet är att bevattna ca 150/200 ha.

Källa: Muntlig kontakt med Dennis Wistrand, Västerviks Kommun.

Wapnö gård:

På Wapnö gård har man minskat transporterna med traktor med 3000 mil per år. På gården har man en stor produktion av stallgödsel och har under 10 år byggt upp ett system där bl.a. gödseln först rötas i en biogasanläggning och därefter pumpas ut till samlingsbehållare med en lagringskapacitet på upp till 12 månader. Till gödselbehållarna kopplas en självgående gödselutläggare som sprider gödsel på åkermarken. Fördelen är såväl en stor lagringskapacitet som minskade körningar, vilket ger en stor miljönytta.

Källa: "http://www.wapno.se/lantbruk/

Teknisk utredning av ombyggnad av befintligt dämme

Inom ramen för denna studie ingår att undersöka möjligheten att förbättra sjöns utjämningsförmåga vid höga flöden. Som framgår av ovanstående beräkningar har sjön redan idag en viss utjämnande förmåga vid större flödesökningar i tillrinningsområdet.

Nuvarande dämningförhållanden

Det befintliga dämnet reglerar sjöns volym och nivå. Dämnet består av ett 2,1 m brett utskov med träspont. Denna del av dämnet är reglerbar, men regleras ej idag.



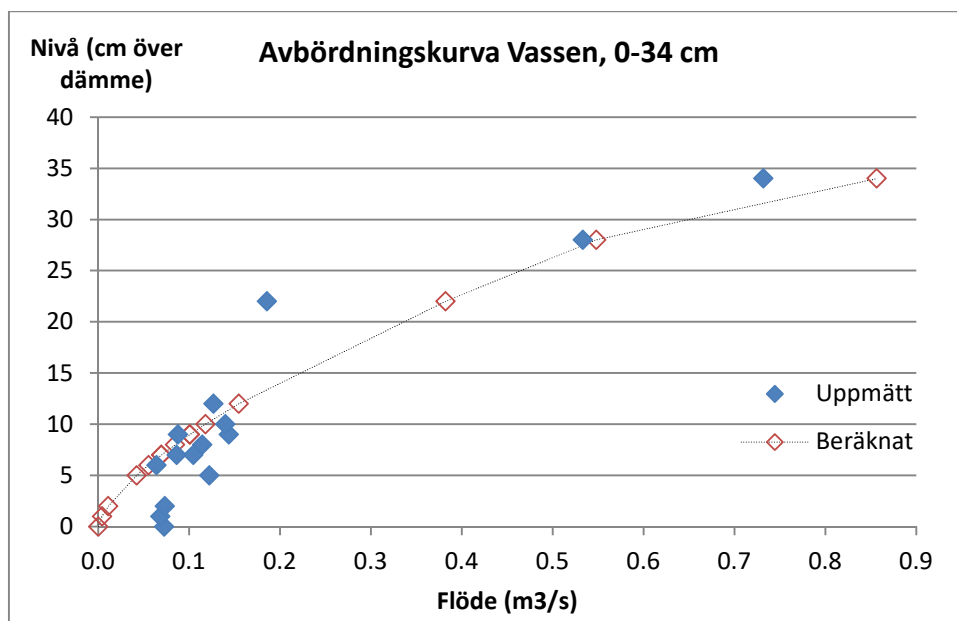
Figur 28. Delar av Vassens utloppsdämme. Överst ses det spontade (reglerbara) utskovet. Norr om (till vänster om) utskovet finns ett ca 25 m långt betongdämme. Nedre bilden visar delar av betongdämmet i norr vid ett högflöde. Betongdämmet fortsätter även söder om utskovet, men ligger där någon decimeter högre än på norra sidan varför det sällan rinner över där.

På båda sidor om det spontade utskovet finns ett betongdämme som sträcker sig 25-30 m ut åt sidorna där det ansluter till befintlig mark. Betongdämmet varierar i höjd. Norr om utskovet sträcker det sig ca 25 m med en höjd över planksättarna varierande mellan 28-43 cm. På den norra delen av betongdämmet finns även ett mindre, 30 cm brett, utskov som ligger ca 8 cm över planksättar (30 cm under omgivande betongkant). Söder om utskovet sträcker sig

betongdämnet drygt 30 m med en nivå ca 44-65 cm över planksättarna. Fallhöjden från överkanten på planksättarna ned till bäckbotten är uppmätt till ca 3,2 m. En enkel skiss av dämnet finns i figur 31, se nedan.

En teoretisk avbördningskurva²⁶ har skapats för det befintliga dämnet. Kurvan har skapats med hjälp av kända formler för avbördnings, men är grovt generaliserad, eftersom nivån över betongdämnet varierar så pass mycket utefter en lång sträcka. I samband med vattenprovtagningen har, vid de flesta tillfällen, även nivån över planksättarna i utloppet mätts in. Vattenföringen de aktuella dagarna har hämtats från SMHIs modellerade flödesdata (S-Hype) för Torpsbäckens utlopp. Den modellerade vattenföringen vid Torpsbäckens utlopp är arealkorrigerad med en faktor 0,76 för att anpassas till utloppet från Vassen.

I diagrammet i figur 29 visas den teoretiskt beräknade avbördningskurvan tillsammans med uppmätta nivåer och modellerade vattenföringar. De flesta mätningar visar relativt god överensstämmelse med teoretiskt beräknade flöden. Dålig överensstämmelse kan bero dels på att den teoretiska avbördningskurvan har stor osäkerhet, dels på att nivåmätningen kan ha en viss osäkerhet, men också att de modellerade flödena kan vara mycket grova. Som exempel på det senare kan man se att den modellerade vattenföringen ligger runt 0,07 m³/s vid fyra mättillfällen där vi har mätt in nivåer allt från 0 till 6 cm över planksättar. Ett visst läckage genom planksättar och dämme gör att det finns ett basflöde även när nivån i sjön ligger på eller under 0 cm (i höjd med överkant planksättar).



Figur 29. Avbördningskurva för Vassens utlopp. Kurvan med ofyllda punkter är teoretiskt beräknad avbördnings. Fyllda punkter visar aktuella mätningar av nivån mot modellerat flöde (SMHI, S-Hype).

Med nuvarande dämningförhållanden har sjön en viss flödesutjämnande förmåga. Den flödesutjämnande förmågan finns framför allt då vattenföringen snabbt stiger från en relativt låg nivå, upp tills det börjar rinna över betongdämnet. Om vattenföringen t ex snabbt stiger från 0,1 m³/s till 1 m³/s i inloppet kommer det att ta ca 16 timmar innan nivån når upp till betongdämmets kant varvid vattenföringen ut är ca 0,6 m³/s och ytterligare ca 16 timmar innan vattenföring ut har nått upp till 1 m³/s och nivån stigit ca 6 cm över betongdämnet. Se vidare nedan.

²⁶ En avbördningskurva beskriver (grafiskt eller matematiskt) förhållandet mellan vattennivå och vattenföring.

Sänkning av dämningarnivå

En sänkning av dämningarnivån, genom att sänka utloppströskeln i det spontade utskovet med 30 cm, skulle innebära en väsentligt förbättrad flödesutjämning. Detta innebär att vattennivån i sjön sänks och den vattenvolym som kan fyllas på innan vattennivån når upp till det breda betongdämnet blir större. Med exemplet tidigare, en snabb ökning av vattenföringen från 0,1 till 1 m³/s i inloppet skulle det med ett sänkt utskov med 30 cm ta ca 60 timmar, istället för 32, innan flödet nådde 1 m³/s i utloppet, och med en nivå 41 cm ovan planksättarnas överkant (11 cm ovan 0-nivån).

I tabell 7 redovisas hur nivåerna skulle ligga vid olika flödessituationer med olika stor sänkning av utloppströskeln i det spontade dämnet. Sjöns nivåvariation skulle som en naturlig följd också bli större. Idag är nivåvariationen i sjön från medelvattenföring till ett klimatkompenserat högflöde motsvarande 10 års återkomsttid (HQ10) knappt 35 cm. Motsvarande nivåvariation skulle bli nära 90 cm vid en sänkning av planksättarna med 80 cm.

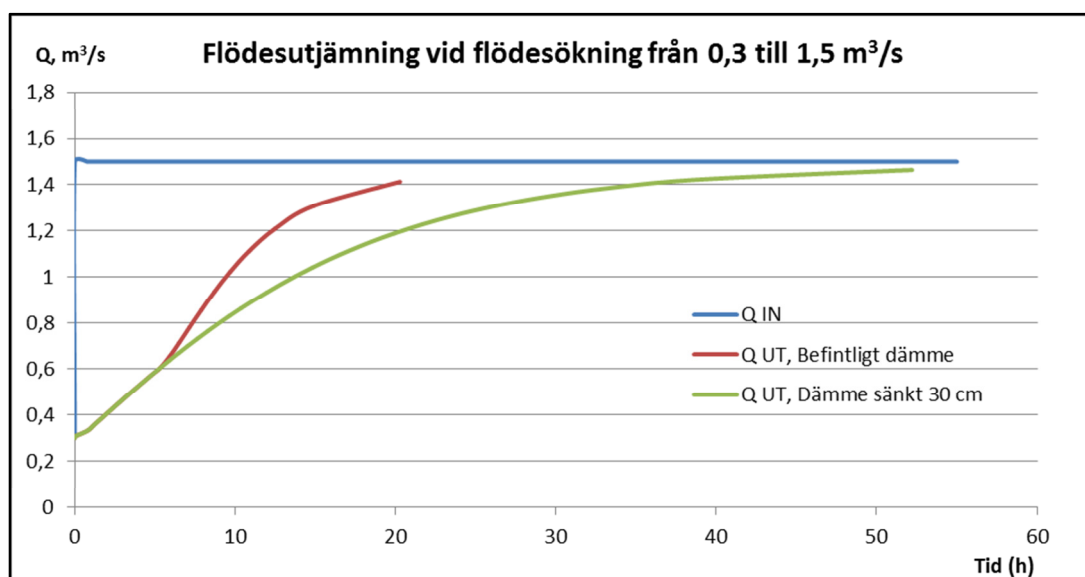
Tabell 7. Tabellen visar vattenföring vid olika nivåer samt nivåer vid olika karakteristiska vattenföringar med olika stor sänkning av det spontade dämnet. Alla angivna nivåer utgår från referensnivån (0) som motsvarar överkanten på det befintliga spontdämnet. Ökade flöden p.g.a. förändrat klimat har också beräknats (anges "klimat" nedan).

Flöde (m ³ /s) eller fast nivå	Befintliga förh.		Sänkning plank 30 cm		Sänkning plank 50 cm		Sänkning plank 80 cm	
	Nivå (cm)	Q (m ³ /s)	Nivå (cm)	Q (m ³ /s)	Nivå (cm)	Q (m ³ /s)	Nivå (cm)	Q (m ³ /s)
Referensnivå	0	0,0	0	0,6	0	1,3	0	2,6
Betongdämme, ök	30	0,6	30	1,7	30	2,6	30	4,3
MQ, 0,3	19		-11		-31		-61	
MHQ, 2,4	45		38		25		-5	
MHQ, klimat, 2,8	47		41		32		4	
HQ10, klimat, 4,0	52		47		42		26	

I tabell 8 visas hur sjöns flödesutjämnande förmåga skulle se ut vid olika stor sänkning av det spontade dämnet. Som exempel kan man se att ett flöde som stiger från 0,3 till 1,5 m³/s idag skulle nå upp över betongdämnet efter 5 timmar och upp till "stabilt" flöde (samma som i inloppet) efter 20 timmar. Bara genom att sänka utloppsdämnet med 30 cm skulle flödesutjämnningen vid denna fingerade situation kunna förlängas till mer än dubbla tiden (52 timmar) och nivån skulle aldrig nå över dämmets betongkant. Samma flödessituation redovisas även grafiskt i figur 30.

Tabell 8. Tabellen visar effekt av flödesutjämning vid olika stor sänkning av det spontade dämnet. Förutsättningen är att flödet in i sjön hastigt stiger från ett basflöde till ett "högflöde". I tabellen visas hur många timmar det skulle ta innan flödet i utloppet började bredda över betongdämnet samt hur många timmar det skulle ta innan flödet ut når upp till samma flöde som in (stabilt flöde).

Flöde in	Befintliga förh.		Sänkning plank 30 cm		Sänkning plank 50 cm	
	Tid till nivå +30	Tid till stabil	Tid till nivå +30	Tid till stabil	Tid till nivå +30	Tid till stabil
0,1 till 1,0 m ³ /s	16	32	-	60	-	60
0,3 till 1,5 m ³ /s	5	20	-	52	-	52
0,6 till 2,35 m ³ /s	0	8	13	33	-	44
1 till 4 m ³ /s	0	9	3	13	9	33



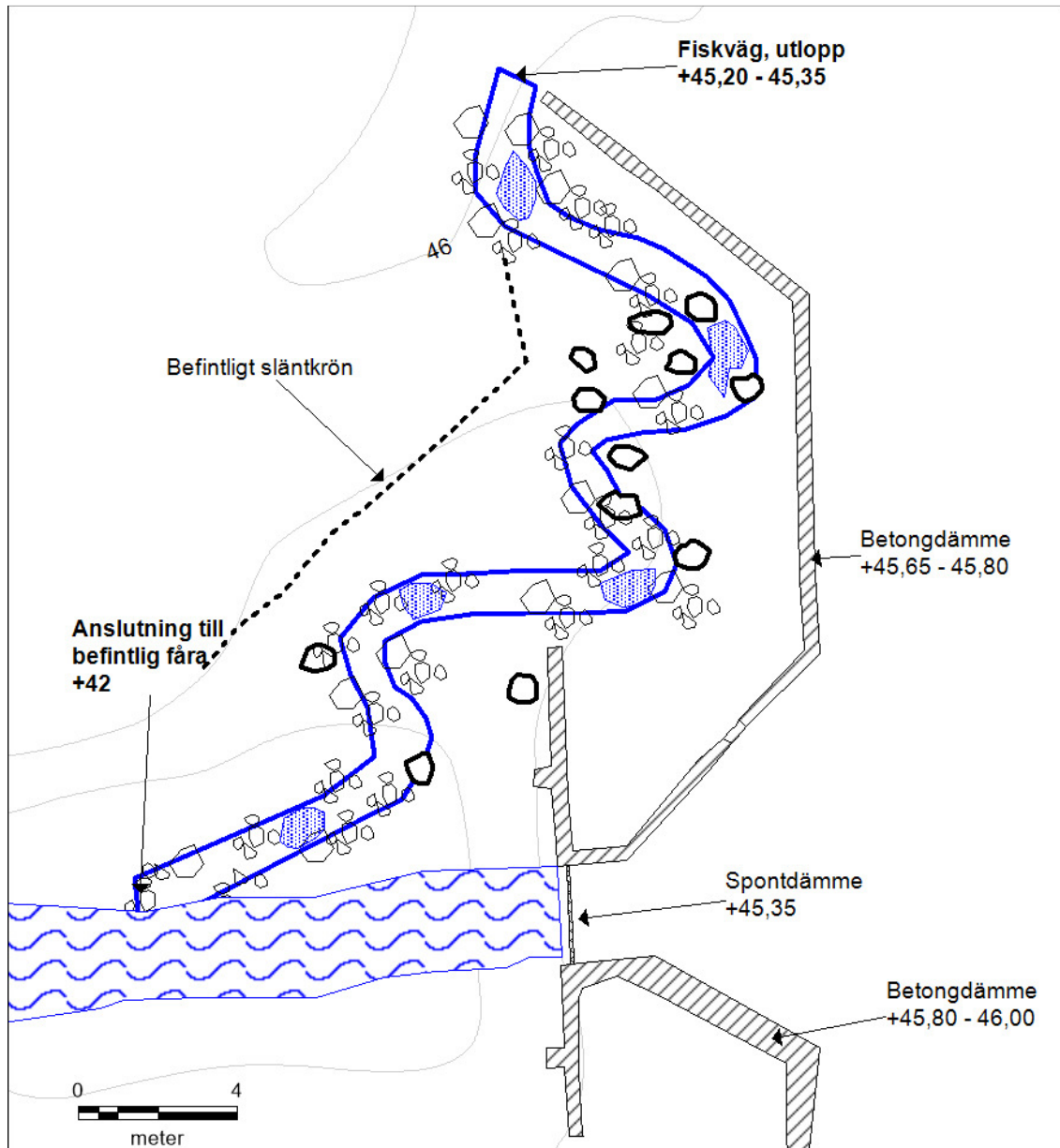
Figur 30. Figuren visar ett fingerat flöde in och två olika flödessituationer ut, den ena med befintligt dämme och den andra med ett dämme där den spontade delen sänkts med 30 cm.

Förslag till andra förändringar vid dämmet

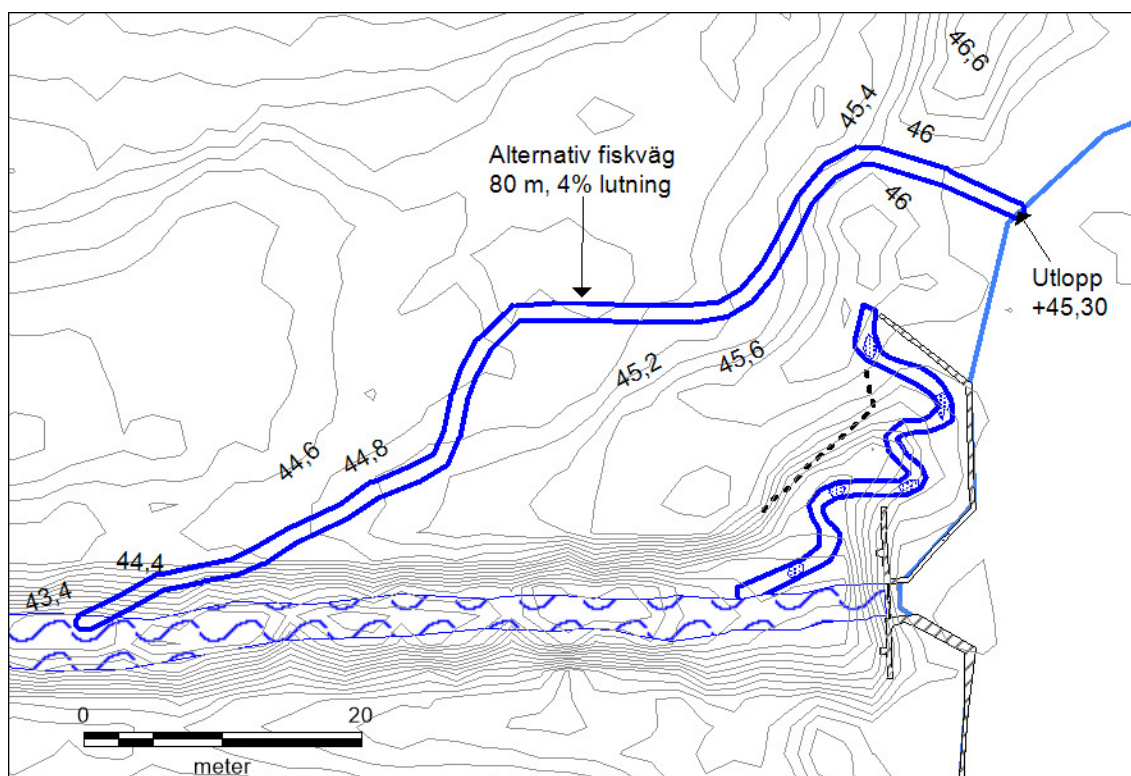
Med nuvarande konstruktion av dämmet (se tidigare kapitel) utgör det troligen ett definitivt vandringshinder. Möjligen är det passerbart för vissa arter (öring) vid mycket höga vattenföringar, då det går mycket vatten över betongdämmet (se figur 28). Under förutsättning att dämmet ska behållas krävs att en vandringsväg anläggs för att göra dämmet passerbart även vid lägre flöden och för svagsimmande arter.

Vandringsväg

Relativt enkelt och mest fördelaktigt är det att anlägga en vandringsväg, för fisk och annan strömvattenlevande fauna, norr om dämmet (där det bitvis redan idag rinner vid höga flöden, se figur 31). I anslutning till betongdämmets avslutning i norr kan man göra en skålformad anvisning, 1-2 m bred, som har en tröskel på ungefär samma nivå som, eller helst någon dm lägre än, spontdämmet, se figur 28. Genom att lägga ut grus och flytta befintliga stenar kan man åstadkomma en slingrande, ca 35-40 m lång, väg som ansluter till befintlig bäckfåra ca 10 m nedströms spontdämmet. Fallet på sträckan blir (om man lägger tröskeln i höjd med dagens utloppströskel) drygt 3 m och alltså en lutning på ca 8 %. Fiskvägen bör anläggas så att det finns några mindre djuphål (>0,4m) där fisken kan stå och som är vattenfyllda även vid låga flöden.



Figur 31. Förslag till vandringssväg för fisk med ca 8 % lutning.



Figur 32. Alternativ fiskväg med 4 % lutning. Höjdkurvor 0,2 m ekvidistans

En annan möjlighet är att lägga ett omlöp i en befintlig svacka väster och norr om den ovan föreslagna, se figur 32. Denna skulle bli längre och därmed mindre brant (ca 80 m lång med 4 % lutning). Nackdelen är dock att svackan är relativt bred, och med mjuk botten, varför det skulle krävas en hel del tillförsel av lämpligt material för att bygga upp omlöpet med lämpligt bottensubstrat. Denna flackare lutning på vandringsvägen skulle göra det möjligt även för mer svagsimmande arter än öring att passera.

Utrivning av dämnet

En utrivning av dämnet, d v s en total utrivning, där både spontat utskov och betongdämme tas bort, skulle innebära att den flödesutjämnande förmågan förändrades dramatiskt, naturligtvis beroende på hur det ”nya” utloppet utformas. Förmodligen skulle det torrlagda området fungera som en grund våtmark eller översvåmningsområde med en viss flödesutjämnande effekt. En utrivning skulle dock, åtminstone inledningsvis, kunna få svåra konsekvenser för sedimenttransporten nedströms Vassen, om inte bottensedimenten schaktas bort i samband med utrivningen.

Diskussion och slutsatser

I föreliggande rapport har undersökningar och tekniska utredningar genomförts för att kunna diskutera vilka åtgärder som bör utföras för att Torpsbäcken skall förbättra sin ekologiska status enligt vattendirektivet. Resultaten som sammanfattas nedan har mynnat ut i två större diskussionspunkter

- Hur påverkar dämningen av Vassen Torpsbäckens ekologiska status?
- Är bärgning av sjösediment en bra åtgärd för att minska läckaget från sjön och därmed återföra fosfor till kretsloppet?

Båda frågeställningarna är komplexa och diskuteras var för sig nedan.

Sammanfattning av resultaten

Från ovanstående redovisning av förhållandena i Vassen kan vi dra följande övergripande slutsatser:

- Från sjön Vassen skedde ett fosforläckage (ca 100 kg) under månaderna juni till augusti som kan påverka totalfosforhalten vid bäckens utlopp till Vombsjön och därmed bäckens ekologiska status.
- Det är osäkert om den totala årliga transporten av fosfor från Torpsbäcken till Vombsjön påverkas negativt av läckaget från Vassen. Sjön kan fungera som både fosforfälla och fosforkälla.
- Sedan sjön dämades upp har det ansamlats ca 30 ton fosfor i sjöns sediment. Detta innebär en reduktion av i snitt 400 kg fosfor/år och en kapacitet på ca 25 kg/ha och år.
- Vassen utgör i nuläget en mycket väl fungerande kvävefälla. I de sediment som avsatts i Vassen under 80 år har drygt 2 ton kväve lagrats per år med en effektivitet på ca 130 kg/ha och år. Till detta kommer den kväveavgång som skett genom denitrifikation framförallt under den varma delen av året.
- Den flödesutjämnande möjligheten i sjön Vassen kan förstärkas genom avsänkning av befintligt dämme. Vattennivån i sjön skulle då få en större variation än idag. Om man däremot helt river ut dämmet skulle den flödesdämpande effekten försämrast drastiskt.
- Det är fullt möjligt att bygga en vandringsväg för fisk och strömvattenlevande fauna förbi nuvarande dämme. Två olika alternativ presenteras.
- Sjöns sediment omfattar ca 76 000 m³. Detta innebär att ca 950 m³ sediment kvarhållits i Vassen årligen istället för att transporteras vidare till Vombsjön.
- Fyra olika tekniker för upptag av sediment från Vassen beskrivs. En översiktlig beräkning ger ett pris på mellan knappt 0,8 – 3 Mkr för upptag av 10 000 m³ eller samma kostnad per år under 7-8 år vid bortförsel av allt sediment, d.v.s. totalt mellan ca 6-19 Mkr för teknikerna. grävuddring, suguddring eller uppgrävning från torrlagd sjöbotten. Tekniken lågflödesuddring blir betydligt dyrare.
- Det är tekniskt möjligt att ta upp det sediment som finns upplagrat i sjön. En begränsande faktor är dock var sedimentet skall läggas upp. I nuläget är det inte möjligt att återföra sedimentet till närbelägen åkermark p.g.a. för höga metallhalter i förhållande till befintliga gränsvärden för metaller.

Hur påverkar dämningen av Vassen Torpsbäcken ekologiska status?

Diskussion av två olika alternativ för dämnet

Ovanstående resultat ligger till grund för att diskutera för- och nackdelar med två olika alternativa lösningar för sjön Vassen, antingen behålla eller riva ut dämnet. I denna jämförelse utelämnas diskussionen om hur läckaget från sjön skall åtgärdas. Syftet med jämförelsen är att tydliggöra de två olika alternativen inför nedanstående diskussion om åtgärder i Torpsbäcken för förbättrad vattenstatus.

Alternativ 1. Restaurering av befintligt dämme, anläggning av fiskväg

Grunden i detta alternativ är att Vassen kvarstår som en dämjd sjö där nuvarande dämme behålls, restaureras och eventuellt justeras för att öka buffertvolymen i sjön. I detta fall byggs en fiskväg förbi dämnet enligt något av förslagen i denna utredning.



Figur 33. Vy över den dämnda sjön Vassen idag.

Fördelar

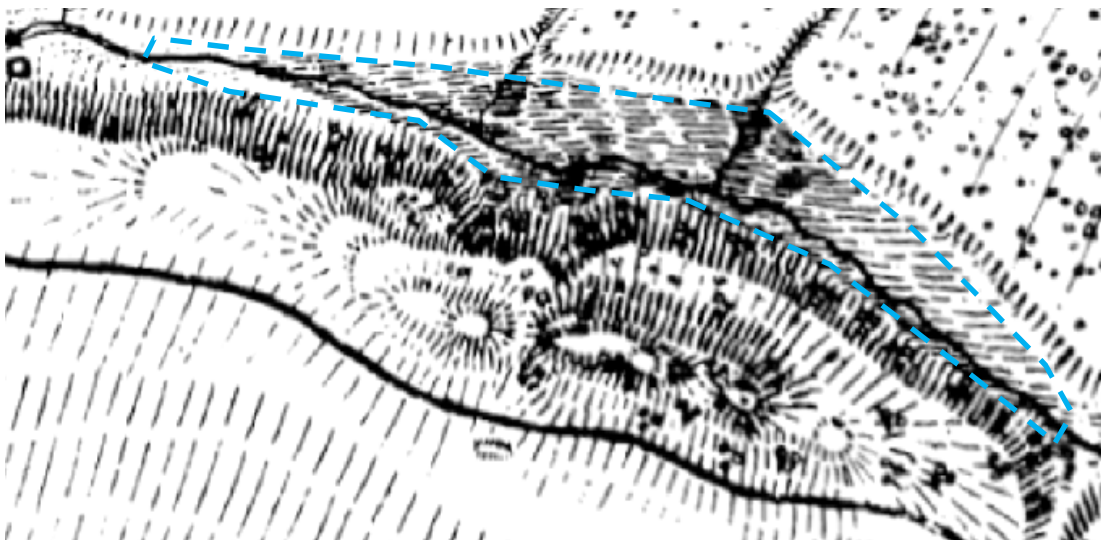
- Sjön kan behålla/förbättra sin kapacitet som flödesdämpare
- Sjöns näringsreducerande kapacitet kvarstår
- De fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorerna försämras inte
- Konnektiviteten i vattendraget kan förbättras genom en vandringsväg för fisk och andra arter
- Ett uppskattat rekreativmål behålls

Nackdelar

- Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer uppnås inte.
- Sjön fortsätter att läcka fosfor under sommarhalvåret

Alternativ 2. Utrivning av befintligt dämme, avsänkning av hela sjön, återskapa bäck med svämplan

Området där sjön ligger återställs till ett meandrande vattendrag med omkringliggande temporära översvämningsmarker. Befintligt dämme rivs ut helt eller justeras för önskad funktion (t.ex. temporär dämning). Området sköts genom bete.



Figur 34. Området där sjön Vassen ligger idag (blåstrekat) som det såg ut i början av 1800-talet (Skånska rekognoseringskartan). Kartan visar ett meandrande vattendrag omgivet av fuktiga marker.

Fördelar

- Torpsbäckens kontinuitet återställs

Nackdelar

- Befintlig dämpning av flödet vid högflöden försämras.
- Reduktion av kväve och fosfor minskar eftersom uppehållstiden och ytan för vattnet i området minskar.
- Stor risk att det sediment (inklusive näring) som nu stannar i sjön transporteras till Vombsjön istället.
- Det nuvarande friluftslivet får ändrade förutsättningar.

Vilket alternativ för dämnet är bäst för att uppnå ekologisk status i Torpsbäcken?

I det förbättringsbehov som satts upp för Torpsbäcken (VISS) är målet att minska transporten av fosfor till Vombsjön med ca 500 kg/år. För att uppnå denna reduktion ska bl.a. 75 ha våtmarker anläggas. Genom framförallt Kävlingeåns Vattenvårdsarbete har det hittills anlagts ca 57 ha i avrinningsområdet (källa VISS). De flesta våtmarkerna är dock anlagda innan förbättringsbehovet fastställdes (2014). För att uppnå målsättningen kvarstår därmed anläggning av ca 70 ha. Åtgärdsarbetet har pågått länge i avrinningsområdet och platser för att skapa ytterligare våtmarker kommer att bli svåra att hitta.

Vid en utrivning av dämnet i Vassen, d.v.s. om dammen ersätts med ett svämplan, är det troligt att den nuvarande reningspotentialen försvinner eller reduceras kraftigt. I sämsta fall förlorar Torpsbäcken då 16 ha våtmarksyta och nuvarande reduktionen av ca 300 kg fosfor/år (kvarhållning minus läckage) minskar. Om denna mängd, med tillhörande sediment, istället

transporteras till Vombsjön, är risken stor att det totalt sett kan bli en större transport av fosfor än idag. Samma risk gäller för kväve.

I jämförelsen mellan de två olika åtgärdsalternativen, att riva ut dämnet *eller* behålla sjön ställs två av statusklassningens kvalitetsfaktorer mot varandra. I ena fallet (utrivning) förbättras de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna i Vattenförvaltningens statusklassning medan de fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorerna riskerar att försämrats. I det andra fallet (sjön är kvar) behålls eller förbättras statusen för de fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorerna, medan de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna inte blir helt återställda.

En annan viktig aspekt, som blir tydlig i detta fall, är att en enskild vattenförekomst och målsättningar för denna även måste ses i förhållande till vattenförekomster nedströms. I detta fall gäller det Vombsjön som har problem med algbloomingar och samtidigt är en viktig vattentäkt.

Vår rekommendation i nuläget är därför att dämnet behålls, en vandringsväg för fisk och strömvattenlevande fauna anläggs samt att dämnet restaureras och möjligheten att förbättra flödesdämpningen utreds.

Är bärgning av sjösediment en bra åtgärd för att minska läckaget från sjön?

Det finns en osäker kring huruvida läckaget från Vassen verkligen har en stor betydelse för de fosforhalter som uppmäts i Torpsbäcken utlopp. Men med stor sannolikhet finns ett läckage (ca 100 kg) ut från sjön som uppgår till ca 10 % av den totala transporten från bäcken till Vombsjön (ca 1 ton)²⁷. Därför bör arbetet med att åtgärda det pågående läckaget fortsätta.

Sedimentbärgning

Med utgångspunkt från de slutsatser som kan dras av den aktuella utredningen är vi tveksamma till att gå vidare med en sedimentbärgning i sjön i nuläget. Kostnaderna är relativt stora och oklarhet råder om huruvida sedimenten kan återföras till åkermarken. I dagsläget pågår dessutom ett antal vattenvårdsprojekt där sedimentupptagning är aktuellt med olika tekniker för att bland annat minska problem med syrefria bottenar. Man bör därför även avvakta resultat av hur de påverkar en sjös funktion långsiktigt innan beslut om åtgärd tas.

En vidare fråga gällande sedimentbärgning är återförandet av fosfor till kretsloppet som en resurs. För att detta ska bli möjligt behövs tydliga direktiv/föreskrifter med hänsyn till anrikning av metaller i åkermarken. Långsiktigt kan detta bli en mycket viktig fråga, dels för att anlagda våtmarker/dammar kommer att behöva rensas för att behålla sin reningskapacitet, dels för att fosfor är en ändlig resurs. En fördjupad utredning om gränsvärden bör därför, via vattenrådet, lyftas till berörda myndigheter.

Andra alternativ

I uppdraget för föreliggande rapport har en utredning av andra alternativ för restaurering av sjön inte ingått. Förutsatt att sjön behålls så bör även andra lösningar utvärderas. I rapporten Fysisk restaurering av sjöar²⁸ tas exempel upp såsom t.ex. förändring av vattennivån genom sänkt vattenyta, syresättning av bottenvatten, uttappning av näringsrikt bottenvatten, reduktionsfiske av bottenlevande fisk, inplantering av predatorer (t.ex. gädda) eller etablering av makrofytter (vattenväxter). I nuläget är kunskapen om sjön Vassens biologiska och fysikaliska egenskaper

²⁷ SMHI: <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

²⁸ Degerman E., m.fl., 2017, Fysisk restaurering av sjöar, Aqua reports 2017:10, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet

inte tillräcklig för att kunna utvärdera om någon eller flera av dessa metoder kan tillämpas på Vassen. För detta krävs ytterligare undersökningar dels av biologiska förhållanden (fiskpopulationen, förekomst av makrofyter m.m.) dels av fysikaliska förhållanden (siktdjup, syrgashållanden, fosforhalter på olika djup m.m.). Andra metoder med kemisk bindning av sjöns sediment kan också övervägas.

Eftersom osäkerheten kring sedimentbärgning i nuläget är stor så rekommenderar vi att man utför kompletterande undersökning för att kunna utreda andra åtgärdsalternativ.

Slutgiltiga rekommendationer

Att förorda sedimentbärgning av sjön för att åtgärda fosforläckaget anser vi är förknippat med allt för stora osäkerheter i nuläget. Åtgärden kan dock bli aktuell i ett senare skede. Det kan även finnas andra tekniker för att åtgärda läckaget av fosfor som inte studerats i föreliggande undersökning. Vår slutsats, att det bästa för Torpsbäckens status är, att behålla dämnet och sjön bör diskuteras med berörda myndigheter så att en bred samsyn uppnås om vad som är bäst för Torpsbäckens väg till en god ekologisk status.

Vi föreslår därför att man i nuläget fokuserar på fördjupade undersökningar av sjön och en utredning av andra åtgärdsalternativ samtidigt som man tar ställning till vilket restaureringsalternativ som långsiktigt är bäst. Vi föreslår även att man arbetar vidare med problematiken kring att återföra sjösediment. Dels utifrån frågan om gränsvärden för metaller men även utifrån behovet av att långsiktigt kunna rensa alla anlagda våtmarker för att de ska behålla sin reningskapacitet avseende fosfor.

Det är även viktigt att kunna föra en fördjupad diskussion om hur läckaget från Vassen påverkar Vombsjön. Beror de förhöjda totalfosforhalterna i bäckens utlopp under sommaren på läckage från Vassen? Genom en stickprovtagning utmed bäcken från Vassen och ned till utloppet kan detta utredas.

Med utgångspunkt från resultat och slutsatser i föreliggande rapport föreslår vi:

- En projektering som underlag för upphandling av:
 - Anläggning av en vandringsväg för fisk och strömvattenlevande fauna
 - Restaurering av dämnet med möjligheten att förbättra flödesdämpningen
- Fördjupad undersökning av hur fosforläckaget från Vassen påverkar fosforhalterna i Torpsbäckens utlopp?
 - Stickprovtagning av näringsämnen utmed sträckan mellan Vassen och sjön
- Fördjupad utredning om alternativa åtgärder, t.ex. makrofytetablering, fiskreduktion, olika tekniker för kemisk bindning av fosfor. Inledningsvis utförs undersökningar i sjön genom:
 - Mätning av Syrgashalt, siktdjup samt provtagning av fosforhalter på olika djup i sjön
 - Provfiske för att klargöra fiskens sammansättning
 - Inventering av makrofyter
- Att Vattenrådet initiera en fördjupad utredning om gränsvärden för att återföra sjösediment till åkermark