

Små skogliga vattendrag i Värmland – Generell beskrivning, förekomst av traktorspår samt spårens inverkan på bottenfaunan



Åsa Bergkvist

Handledare:

Gunnar Wiklander, SLU

Bo-Erland Johansson, Skogsvårdsstyrelsen Värmland/Örebro

Examensarbete vid institutionen för skoglig marklära, SLU

Uppsala, 2002

Nr 6

**Små skogliga vattendrag i Värmland –
Generell beskrivning, förekomst av
traktorspår samt spårens inverkan
på bottenfaunan**

**Small forest streams in the county of
Värmland – General description, machine
track frequencies, and track impacts on
benthic fauna composition**

Åsa Bergkvist

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts vid institutionen för skoglig marklära vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Arbetet omfattar 20 poäng på D-nivå i huvudämnet biologi inom naturresursprogrammet.

Idag saknas regionala beskrivningar av de allra minsta skogsbäckarna inklusive deras bäcknära zoner. I skogslandskapet kan man dessutom på sina håll se kraftiga körskador på bäckar och deras närområden.

En allmän beskrivning av den lilla skogsbäcken inkl omgivning i Värmland, omfattning av traktorspår i dessa miljöer samt konsekvenser av sådana spår ges i två examensarbeten. Föreliggande arbete behandlar bäcken och dess bottenfauna medan det andra examensarbetet (av Emma Gille) behandlar den bäcknära zonen och kvicksilverhalter i körpåverkat ytvatten.

Värd för båda examensarbetena har varit Skogsvårdsstyrelsen i Värmland/Örebro, där man bistått med material från inventeringsprojektet Skog och Vatten.

Uppsala i augusti 2002

Gunnar Wiklander
Handledare

Foton: Författaren

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	3
Innehållsförteckning	5
Inledning	7
Små skogliga vattendrag	7
Små vattendrags känslighet och betydelse	7
Funktionella grupper hos bottenfauna	8
Vad påverkar bottenfaunans artsammansättning?	8
Tidigare studier	8
Syfte	9
Material & metoder	9
Skog och Vatten inventeringen	9
<i>Datainsamling</i>	9
<i>Datautvärdering</i>	9
Bottenfaunastudien	10
<i>Val av vattendrag</i>	10
<i>Beskrivning av traktorspår i vattendragen</i>	10
<i>Provtagning och bestämning</i>	11
<i>Databehandling</i>	12
Resultat	12
Generell beskrivning av vattendrag och deras kantzoner i Värmland	12
<i>Vattendraget</i>	12
<i>Kantzonen</i>	13
Förekomst av traktorspår i och till vattendrag i Värmland	14
Fysiska och kemiska karaktärer i provtagna vattendrag och deras kantzoner	16
Bottenfaunans sammansättning	16
<i>Antal taxa</i>	16
<i>Antal individer sett över alla vattendrag samt i enskilda vattendrag</i>	17
<i>Shannonindex och ASPT-index</i>	18
<i>Funktionella grupper</i>	18
Diskussion	19
Tack	21
Referenser	22
Bilagor	23

SAMMANFATTNING. I samband med skogsbruk är skogsterrängkörning nödvändigt vid ett flertal tillfällen. Vid slutavverkning och markberedning används vanligtvis stora och tunga maskiner som ofta efterlämnar spår i marken. I skogsmark finns många små vattendrag som kan behöva passeras för att en tänkt skogsbruksåtgärd ska kunna utföras. Körning i vattendrag med maskiner kan medföra att finpartikulärt oorganiskt material eroderar ut i vattendraget. Syftet med detta examensarbete var att, med hjälp av databasen från Skog och Vatteninventeringen i Värmland, ge en generell beskrivning av små vattendrag av rang 1 (källflöden i vattensystemen) i Värmland och beskriva hur vanligt förekommande det är med traktorspår i och till små vattendrag. Syftet var också att undersöka om bottenfaunans sammansättning nedströms traktorspår på en erosionspåverkad sträcka av vattendraget hade förändrats jämfört med uppströms traktorspår där ingen erosion åstadkommit. För detta ändamål gjordes en fältstudie av fem små vattendrag med likartade kemiska och fysiska karaktärer, där traktorspårens ålder varierade mellan 2 månader och sex år. Det typiska vattendraget av rang 1 var en rak bäck som var smalare än 0,6 m. Det mest förekommande bottenmaterialet var mo-ler och det var vanligast att botten saknade vegetation. Typiskt var också att vattendraget innehöll små mängder död ved. Resultaten visade att 6,5 % av alla vattendrag hade ett eller flera traktorspår som går antingen i eller till vattendraget. Där kantzonen (0-10 m) hade utsatts för någon skogsbruksåtgärd fanns det traktorspår i eller till vattendraget i vart tionde fall. På produktiv skogsmark som kalavverkats i den omgivande zonen (10-60 m) och i kantzonen (0-10 m) fanns traktorspår i eller till vattendraget i 21 % av alla vattendrag. Traktorspårens djup i kantzonen, vid vattendrag med spår i, var oftast 1-40 cm. I ungefär en tredjedel av vattendragen som har traktorspår i eller till vattendraget hade det uppstått någon form av erosion d v s ringa, måttlig eller stark erosion. Fördelningen av de olika graderna av erosion skiljde sig beroende på kantzonens lutning. Om vattendraget omgavs av en plan kantzon saknades oftast erosion och med ökad lutning i kantzonen ökade andelen vattendrag där erosion uppstått. Kantzonerna med stark lutning hade den största andelen stark erosion i vattendraget. Vad gäller bottenfaunans sammansättning kunde inga tydliga skillnader i antal taxa, antal individer, diversitetsindex, föroreningsindex eller funktionella grupper hittas mellan den erosionspåverkade delen av vattendraget jämfört med den ej erosionspåverkade delen. Detta kan bero på att det i några fall har gått ganska lång tid, upptill sex år, sedan vattendragen utsattes för körning och på denna tid kan bottenfaunan ha återhämtat sig på de erosionspåverkade vattendragssträckorna genom återkolonisation.

Nyckelord: bottenfauna, körskador, skogsbruk, vattendrag, vattenvård, Värmland

SUMMARY. Modern forestry requires a high degree of machine traffic for clear felling and scarification operations. The machines most frequently used are big and the traffic often results in tracks on the forest ground. There are many small streams running through a forest; in connection to logging operations, machines might cross them frequently. These crossings could result in the erosion of fine particulate inorganic matter, which ends up in the stream. The aim of this thesis was to give a general description of small forest streams of order-one in the county of Värmland and to determine the frequency of machine tracks in small streams. This was done by using the database from the "Forest and Water Inventory" in the county of Värmland. It was also determined if the benthic fauna composition had been changed downstream from the tracks, in the parts of the stream that had been affected by erosion. This data was then compared with the parts of the stream that had not been affected. For this purpose, five small streams with similar chemical and physical conditions were chosen for a field study, where the age of the machine tracks varied between 2 months and 6 years. The most typical stream of order-one was straight lined and with a width less than 0.6 m. Usually, the bottom substrate consisted of silt to clay and most of the streams lacked macrophytes. The frequency of large woody debris in the streams was generally low. The results showed that 6.5% of all streams had machine tracks. When the riparian zone (0-10 m) was affected by forestry operations, one out of ten streams had machine tracks. In the case of productive forests that had been clear-cut in the surrounding zone (10-60 m) and in the adjacent zone (0-10 m), 21% of the streams had machine tracks. The depths of the tracks in the riparian zone of streams subject to tracks were commonly in the range of 1-40 cm. About one-third of the streams with machine tracks were subject to erosion: the degree of erosion depended on the gradient of the riparian zone. When no gradient was evident, there was almost no type of erosion in the stream. With increasing gradient in the riparian zone, the proportion of streams with resulting erosion was increasing. The streams with the steepest riparian zones had the largest proportion of strong erosion. No clear differences could be found in numbers of taxa and individuals, diversity index, pollution index, or functional feeding groups between the part of the streams affected by erosion and the part of the streams, which had not been affected. This could be due to the fact that a rather long time – six years at the most – has elapsed from the time when the machine crossed the stream until the time of data collection. In this time, the benthic fauna of the stream affected by erosion could have recovered due to recolonization.

Keywords: benthic fauna, track impacts, forestry, streams, water protection, county of Värmland

INLEDNING

I dagens skogsbruk förekommer körning med maskiner på skogsmark vid ett flertal tillfällen under ett skogsbestånds omloppstid. Vid slutavverkning och markberedning används för det mesta stora och tunga maskiner vilka kan efterlämna spår i marken. Samtidigt blir det allt vanligare med uttag av bio-bränsle i form av GROT (grenar och toppar) och asktillförsel vilket gör att det tillkommer ytterligare tillfällen av körning på skogsmark. Effekter av denna körning i skogsmark på skogens produktion är numera ganska väl undersökt. Marken blir kompakterad vilket medför risk för rottröta och därmed även minskad trädutväxt (Wästerlund 1994). Detta är effekter som resulterar i minskade intäkter för skogsbruket. Vid slutavverkning kan man enligt Wästerlund (1994) räkna med att nästa generations skogsbestånd får en minskad volymstillväxt med ca 6-16 %. Det beror på att marken som använts till stickvägar blivit kompakterad. Även vid gallring kan trädens tillväxt minska. Om avståndet mellan stickvägarna är 20 m och stickvägarna är 4 m breda kan trädens produktion minska med upp till 20 % sett över hela beståndet.

När skogsvårdslagen 1994 ändrades infördes två jämställda mål – ett miljömål och ett produktionsmål. Miljömålet innebär bl a att ”skogen skall brukas så att växt- och djurarter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd” (Skogsstyrelsen 2001). I Sverige finns även femton miljömål som riksdagen beslutat. Målen ska vara utgångspunkt för samhällets miljöarbete och de beskriver miljötillståndet i ett samhälle som från ekologisk synpunkt kan bedömas ha en hållbar utveckling. Tanken är att målen ska vara nådda år 2020. Vad gäller skog och vattendrag är det de två målen ”Levande skogar” och ”Levande sjöar och vattendrag” som är aktuella. Ett av delmålen för målet ”Levande sjöar och vattendrag” är att ”Växter och djur uppträder i långsiktigt livskraftiga bestånd inom sina naturliga utbredningsområden”. Detta innebär bl a att fysisk påverkan av känsliga ekosystem ska förhindras (Naturvårdsverket 1999b).

Denna förändring inom skogspolitiken och skogsvårdslagen från ett enda fokus på produktion till ett större miljötänkande gör att körsador inte bara bör betraktas utifrån ett ekonomiskt perspektiv i form av inkomstbortfall. Körsador bör även betraktas utifrån ett miljöperspektiv med deras eventuella effekter på naturen. I samband med körning på skogsmark sker även körning i och i anslutning till vattendrag. Exempelvis när vattendrag passeras eller när avverkning sker nära vattendrag. Körning med maskiner i vattendrag i samband med skogsbruksåtgärder måste bedömas som en fysisk påverkan på vattendraget, vilket enligt miljömålet för vattendrag ska förhindras.

De lagar som reglerar körning i vattendrag i samband med skogsbruk är skogsvårdslagen (SVL) och

miljöbalken (MB). Skogsvårdslagen §30 behandlar hänsyn till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen. I föreskriften ”Skador på mark och vatten” till denna paragraf anges att skador till följd av skogsbruksåtgärder skall undvikas eller begränsas på mark och vatten. Vad gäller körning med maskiner på skogsmark finns i de allmänna råden mer specifikt angivet att: ”Maskiner bör användas så, att skador på mark och vatten begränsas. Transporter i anslutning till åar och bäckar bör ske med stor försiktighet. Körning i bäckfåror bör, utöver vad som är nödvändigt för att passera vattendragen, undvikas. Särskild försiktighet bör iaktas vid fiskförande vattendrag. Transporter med tyngre maskiner bör så långt möjligt undvikas på fuktig mark vid sådan väderlek att kraftig spårbildning kan väntas” (Skogsstyrelsen 2001). Dock bör det i sammanhanget nämnas att föreskrifter är bindande bestämmelser medan allmänna råd inte är bindande. Utöver skogsvårdslagen måste även miljöbalken följas. Exempelvis kan kapitel 2 nämnas, där de allmänna hänsynsreglerna ingår. Dessa måste alla som bedriver skogsbruk följa.

SMÅ SKOGLIGA VATTENDRAG

Små vattendrags känslighet och betydelse

De små vattendragen är känsliga för störningar. Enligt Nyberg & Eriksson (2001) förekommer flera av de rödlistade botten djuren endast i de minsta källflödena. Vattendrag av rang 1, dvs källflöden i vattensystemen, är känsliga för förändring i avrinning och vattentemperatur p g a att de omfattar en liten vattenvolym. En annan aspekt på små vattendrag är att uppströms liggande kolonisationskällor för bottenfauna är begränsade (Nyberg & Eriksson 2001), vilket ytterligare understryker dessa vattendrags känslighet för störningar. Vattendrag av rang 1 fungerar ofta som tillflyktsort för hotade vattenorganismer. Eftersom dessa vattendrag ofta har både en hög habitat- och artdiversitet brukar de betraktas som områden med höga naturvärden. Bottenfaunan i vattendrag av rang 1 påverkar i hög grad nedströms liggande vattendrag eftersom det är här en stor del av det organiska materialet först angrips och sönderdelas. Således kan förändringar, t ex som en följd av körning i vattendraget, i vattendrag av rang 1 orsaka kumulativa effekter på nedströms liggande ekosystem (Vuori *et al.* 1998). Även Johansson (1995) understryker vikten av de små vattendragen och deras betydelse för tillståndet i de större vattendragen, eftersom de har en stor yttäckning. Vidare anser Johansson (1995) att förhållandena i vattendragens nedre delar i princip är ett resultat av vad som händer längre upp i systemet. Som exempel kan fiskproduktionen i de större vattendragen nämnas. Denna begränsas bl a av den näring som produceras uppströms i de små vatten-

dragen. Små källflöden bidrar även med avkyllt vatten till de större vattendragen.

Kantzonen längs vattendragen och dess vegetation har flera viktiga funktioner för vattendraget. Den verkar utjämnande på flödesvariationer, skuggar vattendraget, förhindrar erosion, tar upp och omsätter näringsämnen samt tillför vattendraget organiskt material. Det organiska materialet som tillförs består av allt ifrån grova stammar till löv och löst organiskt material. Det grövre materialet bidrar till att göra vattendraget till en mer varierad miljö för fiskar och botten djur med dammar och höljor. Det lite finare organiska materialet, kvistar, barr och löv, fungerar som basen i ett vattendrags ekosystem. Små vattendrag är beskuggade i hög grad och är därför starkt beroende av tillfört organiskt material från kantzonen. Detta material fungerar som energikälla för hela ekosystemet eftersom vattendragets egen produktion av organiskt material genom fotosyntesen är mycket låg på grund av den begränsade solinstrålningen (Bergqvist 1999).

Funktionella grupper hos bottenfauna

Omsättningen av det organiska materialet som hamnar i vattendraget sköts av bottenfaunan. Bottenfaunan består av små djur såsom snäckor, musslor, iglar, maskar, kräftdjur, skalbaggar och olika sländor, vilka kan delas in i olika funktionella grupper beroende på deras levnadssätt. Dessa grupper är fragmenterare/sönderdelare, skrapare, filtrerare, detritusätare och rovdjur.

Sönderdelare finns oftast i vattensystemens övre delar och livnär sig på löv som hamnar i vattnet. Andelen sönderdelare minskar i nedströms riktning eftersom löv som näringskälla successivt minskar i betydelse till andra näringskällor längre ner. Sönderdelare finns bland många djurgrupper, men de är vanliga bland bäcksländor.

Skrapare är vanligast lite längre ner i vattensystemen. Där finns frigidord näring vilket medger uppkomst av påväxtalger. Skraparna livnär sig i huvudsak på dessa påväxtalger och de är vanliga bland dagsländerlarver och snäckor.

Längst ner i vattensystemen förekommer filtrerarna och detritusätarna, vilka lever på bakterier och finpartikulärt organiskt material som det finns gott om i de nedre delarna av ett vattensystem. Musslor, knottlarver och nätspinnande nattsländelarver är exempel på filtrerare. Detritusätare består främst av fjädermygglarver och glattmaskar.

Rovdjur finns i vattendragens hela sträckning, men typen av rovdjur skiljer sig beroende på var i vattensystemet man tittar. I de övre delarna finns bäcksländor och nattsländor, lite längre ner finns skalbaggar och trollsländor och allra längst ner finns iglar och sävsländor (Lingdell & Engblom 1995).

Vad påverkar bottenfaunans artsammansättning?

Bottenfaunans artsammansättning påverkas av flera faktorer. Vattendrag kan se väldigt olika ut och omfatta ett stort antal olika biotoper. Förekomst och utbredning av olika botten djur regleras främst av faktorer som pH, typ av botten substrat, avrinningsområdets storlek, vattnets strömhastighet och tillgång på påväxtalger. Även höjd över havet, andel sjöar i avrinningsområdet och kväve- och fosforkoncentrationer är viktiga. Antalet taxa¹ av botten djur är lägst i källområden och ökar med vattendragets storlek. Artrikedomen är också oftast störst i strömmande avsnitt eftersom substratvariationen där är större jämfört med lugnflytande avsnitt där botten substratet är mer enhetligt. Ett enhetligt botten substrat medför en mer likformig miljö och således en lägre artrikedomen. Vegetation i vattendraget bidrar också till en ökning av antalet förekommande biotoper (Ekström 2000).

Tidigare studier

Vad gäller effekter på bottenfauna när kantzonen avverkas, helt eller delvis, finns det ett flertal studier gjorda, mest utomlands men även i Sverige (se litteratursammanställning av Bergqvist 1999; Nyberg & Eriksson 2001; Karlberg 2002). Specifika studier av traktorspårs inverkan på bottenfaunans sammansättning i vattendrag verkar dock saknas. Även kunskap om förekomsten av traktorspår i vattendrag är begränsad. Däremot finns det studier som behandlar effekter på bottenfauna av suspenderat och sedimenterat oorganiskt finpartikulärt material (Wood & Armitage 1997; Rivinoja & Larsson 2000).

När en skogsmaskin kör över ett vattendrag kan vattendraget och dess bottenfauna påverkas genom att finpartikulärt oorganiskt material eroderar ut från strandkanten och omkringliggande mark till vattendraget. Även traktorspår som leder till vattendraget kan vid blött väder transportera ut oorganiskt material till vattendraget. Hur mycket material som transporteras ut i vattendraget beror på kantzons och vattendragets lutning, markens erosionsbenägenhet samt intensiteten och varaktigheten hos flödestopparna (Bergqvist 1999).

Suspenderat finpartikulärt oorganiskt material i vattnet och material som sedimenterar på vattendragens botten kan påverka bottenfaunan på fyra sätt; (1) botten substratets sammansättning förändras så att dess lämplighet minskar för vissa taxa; (2) ökad drift som en följd av sedimentering; (3) påverkad respiration p g a att material fastnar på respirationsorganen eller genom att syreförhållandena i substratet försämras; och (4) negativ inverkan på födointaget hos filtre-

¹ En grupp djur med liknande kännetecken. Kan tex vara art, släkte, familj eller ordning (Eriksson muntl. 2002).

rande djur p g a ökade halter suspenderat oorganiskt material i vattnet (Wood & Armitage 1997).

SYFTE

Syftet med examensarbetet var att få en översiktlig och generell bild av hur små vattendrag av rang 1 i Värmland och deras kantzoner ser ut. Dessutom var syftet att få en bild av hur vanligt förekommande det är med traktorspår i och till dessa vattendrag, beroende på om kantonen utsatts för skogsbruksåtgärder och beroende på kantonens markfuktighetsklass. Därtill har ett antal faktorer i anknytning till traktorspår behandlats, såsom erosion, bottenmaterial och bottenvegetation i vattendragen samt traktorspår djup.

Examensarbetet syftade även till att studera om bottenfaunans sammansättning förändras till följd av traktorspår. Bottenfaunan undersöktes dels på en erosionspåverkad sträcka av vattendraget nedströms ett eller flera traktorspår som korsar vattendraget, och dels uppströms spårerna där vattendraget inte var påverkat av erosion från traktorspår. Delar som studerades var antal ingående taxa, antal individer samt fördelningen mellan olika funktionella grupper. Hypotesen var att antalet taxa och antalet individer skulle vara färre på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget nedströms traktorspårerna jämfört med uppströms.

MATERIAL & METODER

Skog och Vatten inventeringen

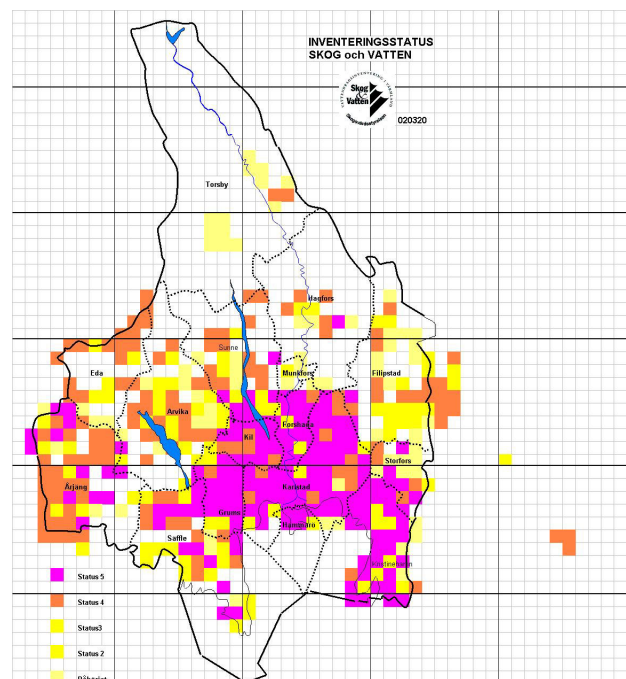
Datainsamling

För att ta fram en generell beskrivning av vattendragen av rang 1 i Värmland samt för att ta reda på hur vanligt förekommande det är med traktorspår i vattendrag har databasen från projektet Skog och Vatten använts. Projektet drivs av Skogsvårdsstyrelsen i Värmland och dess syfte är att kartlägga vattendragen i Värmland med avseende på vattendragens historik, deras utseende idag samt biologiska kvalitéer. Detta görs genom att vattendragen inventeras i fält. Projektet startade i full skala 1997 och pågår fortfarande. Hittills har man inventerat ungefär 40 % (Figur 1) av Värmlands vattendrag (totallängd 2400 mil) (Emilson muntl. 2002). I huvudsak är det de södra delarna av Värmland som är inventerade. Uttryckt i mil omfattar det inventerade materialet 1022 mil vattendrag. Av detta är 545 mil vattendrag av rang 1, d v s de minsta vattendragen i vattensystemen.

I fält delas vattendraget in i avdelningar för att möjliggöra inventering. En avdelning är detsamma som en registreringsenhet och består av en delsträcka av vattendraget och dess kantzoner. Avdelningarna avgränsas med hänsyn till kantonens skogstillstånd (ålder och trädslagsblandning) och dess ståndortsför-

hållanden (markfuktighets- och vegetationsklass) när det är fråga om produktiv skogsmark. Hänsyn tas även till administrativa gränser, avrinningsområdesgränser, förgreningar av vattendraget och tillflöden, ägoslag samt att avdelningen inte blir kortare än 30 m eller längre än 500 m. Totalt finns det 33 001 inventerade avdelningar som omfattar vattendrag av rang 1.

I varje avdelning registreras en mängd uppgifter vilka förs in på en fältblankett (Bilaga 1). Vid inventeringen delas kantonen in i olika breda zoner, 0-5 m, 5-10 m och 10-60 m, för vilka de olika uppgifterna noteras.



Figur 1. Inventerade delar av Värmland t o m mars 2002. Klassningen efter status beskriver hur långt i inventeringsprocessen som kartbladet kommit. Status 5 (lila) betyder således att kartbladet är helt färdigt d v s både inventerat i fält och kvalitetskontrollerat i den slutliga databasbehandlingen.

Datautvärdering

Vid utvärderingen av materialet har en begränsning gjorts till vattendrag av rang 1, små vattendrag. Detta har gjorts eftersom dessa vattendrag är känsliga och viktiga ur biologisk synpunkt, men även för att de står för en stor andel (ca 50 % i Skog och Vatteninventeringen) av vattendragen i skogsmark. För att förenkla datahanteringen har utvärderingen begränsats till vattendraget och dess vänstra kanton sett i motströms riktning. Eftersom det är frågan om en så stor mängd data blir resultaten tillförlitliga trots att inte den högra kantonen ingår i utvärderingen. Databasen är uppbyggd i programmet Microsoft Access, med vilket även datautvärderingen utförts.

En uppgift som registreras vid Skog och Vatteninventeringen och som är av särskilt intresse för detta examensarbete är om det finns traktorspår i och till

vattendraget. Om traktorspår finns noteras deras ålder, djup samt kantzons lutning och om det förekommer erosion i vattendraget.

Vad som är ett enskilt vattendrag i ett avrinningsområde är inte helt enkelt att fastställa. Detta medför att det vid behandlingen av materialet är svårt att ta fram statistik på vattendragsnivå. I stället har statistiken tagits fram på avdelningsnivå, vilket innebär att de flesta resultaten i arbetet redovisas i procentform av det totala antalet inventerade avdelningar. Eftersom det insamlade materialet är stort kan man utifrån detta föra över resultaten till vattendrag. Vad som utgör en viss andel av avdelningarna bör således motsvara en ungefär lika stor andel av vattendragen.

Bottenfaunastudien

För att ta reda på om bottenfaunans sammansättning förändrats till följd av traktorspår har en studie i fält utförts. Vid undersökningar av vattendrag som utsatts för störningar är studier av bottenfaunan användbart. Detta eftersom bottenfaunan kontinuerligt exponeras för variationer i miljön, vilket gör att den speglar tillståndet i ett vattendrag för en längre period. Till skillnad från fysikaliska – kemiska analyser av ett vattenprov som endast ger en momentan bild av vattendragets status (Ekström 2000).

Val av vattendrag

För fältstudien valdes fem vattendrag ut, varav fyra från databasen Skog och Vatten och ett (nr 5) i samråd med Skogsvårdsstyrelsen i Arvika. Även vattendrag 5 finns dock med i databasen. Vattendraget inventerades redan 1997 och efter det har traktorspår uppkommit. Alla fem vattendragen ligger i centrala Värmland (Figur 2 och Bilaga 2). Vattendragen från Skog och Vattendatabasen valdes utifrån ett antal uppställda kriterier:

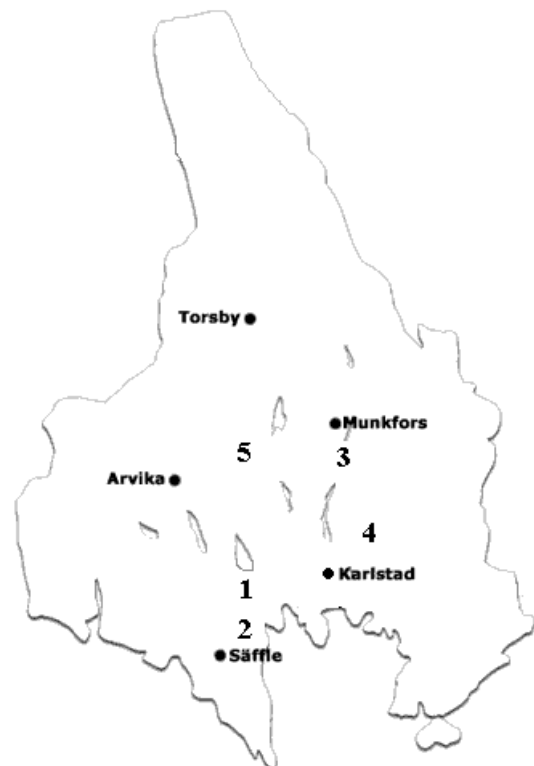
- Vattendraget ska vara av rang 1
- Ett eller flera traktorspår i vattendraget
- Traktorspåret ska ha orsakat stark eller måttlig erosion i vattendraget
- Traktorspåret ska vara nytt när Skog och Vatteninventeringen gjordes
- Kantzonen (0-60 m) får inte vara kalavverkad
- Relativt opåverkad miljö uppströms traktorspåret
- Vattendraget får ej ha karaktären av dike/kanal

Beskrivning av traktorspåren i vattendragen

Traktorspåret i vattendrag 1 bestod av en överfart rakt över vattendraget. Spåret hade uppkommit i november 2000 i samband med uttransport av virke från ett närliggande skifte. Vid Skog och Vatteninventeringen i september 2001 var spåret 30 cm djupt i kantzonen. Spåret hade lagts igen i december 2001.

Traktorspåren i vattendrag 2 bestod av tre överfarter och dessutom fanns två sträckor i vattendraget där

man kört i och längs med detta. Vid Skog och Vatteninventeringen var spåren ca 40 cm djupa i kantzonen och spåren var ungefär lika djupa vid provtagningstillfället. Från vattendraget vek traktorspåren av upp i en backe som ledde till ett hygge. I denna backe var traktorspåren djupa och det fanns tydliga spår av erosion (Figur 3). Från spåren kunde man se att mineraler hade förts ut i vattendraget. Hygget avverkades hösten 1996 och i samband med avverkningen uppkom spåren. Kantzonen längs vattendraget var inte avverkad, utan vattendraget hade helt enkelt använts som körväg till ett hygge.



Figur 2. De fem vattendragens lokalisering i Värmland.



Figur 3. Traktorspår i bäcke som kommer från ett hygge och leder ned till vattendrag 2.

Traktorspårerna i vattendrag 3 hade uppkommit i januari 1999 i samband med gallring av kantzonen och det omkringliggande granbeståndet. Vid Skog och Vatten inventeringen i september år 2000 hade traktorspårerna ett djup av 40-50 cm i kantzonen. Spårerna hade ungefär samma djup vid provtagningstillfället. Vattendraget går genom granbeståndet och vid gallringen hade man kört över vattendraget på nio olika ställen. Det fanns även traktorspår i kantzonen längs med vattendraget.

Traktorspåret i vattendrag 4 bestod av ett spår som gick tvärs över vattendraget. Spåret ledde till granskogen som låg en bit från vattendraget. Spåret hade uppkommit i februari 1996 i samband med att gallring av granbeståndet gjordes. Vid Skog och Vatten inventeringen i maj år 2000 var spåret 60 cm djupt i kantzonen, vilket det också var vid inventeringstillfället.

Traktorspårerna i vattendrag 5 (se framsidan) bestod av tre närliggande överfarter. På båda sidor om vattendraget fanns färskta hyggen, dock hade skyddszon lämnats förutom där spårerna fanns. Avverkning hade skett i slutet av februari år 2002, vilket betyder att skadan var ny vid provtagningstillfället. Spårerna över bäcken var decimeterdjupa, och på grund av detta hade vattendraget dämats upp och tagit nya vägar på flera ställen där det var kört.

Provtagning och bestämning

Bottenfaunaprover togs i vattendraget nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget och uppströms traktorspåret. I de fall som det fanns flera traktorspår togs proven uppströms och nedströms samtliga spår. Vattendrag 1-4 provtogs 3-4 april, 2002 och vattendrag 5 provtogs 23 april, 2002. Förutom bottenfaunaprover togs även ett vattenprov nedströms traktorspåret i varje vattendrag för att bestämma pH, totalfosfor, fosfatfosfor, totalkväve, nitratkväve, löst organiskt kol och konduktivitet. I fält mättes även vattentemperatur, vattendragets bredd och vattendragets djup. Dessutom gjordes en bedömning av vattenhastighet (klass 0-3 där 0 är lugnt, 1 är lugnt flytande, 2 är strömmande och 3 är forsande), vattennivå (låg, medel eller hög), vattendragets beskuggning (klass 1-3, där 1 är 0-5 %, 2 är 5-50 % och 3 är >50 %), trädslag i kantzonen (barrskog, lövskog eller blandskog med där dominerande trädslag), bottensubstrat och bottenvegetation (klass 0-3, där 0 är saknas, 1 är 1-5 % yttäckning, 2 är 5-50 % yttäckning och 3 är >50 % yttäckning). För varje vattendrag bestämdes även höjden över havet ungefärligt från den topografiska kartan (1:50 000).

Provtagningen av bottenfaunan gjordes enligt den standardiserade sparkprovsmetoden (Europastandard SS-EN 27 828), även kallad "SIS-metoden" (Naturvårdsverket 2002). Sparkprovet går till så att botten i vattendraget störs med foten under en minut varefter uppvirvlat material fångas upp i en handhåv, bredd 25 cm, höjd 25 cm och maskvidd 0,5 mm, som hålls ner mot botten och omedelbart efter foten. Både uppströms och nedströms traktorspåret togs fem sparkprov på en sträcka av ca 10 m. De fem proven togs på så olika platser som möjligt, dock eftersträvades att vattnet skulle vara strömmande på alla platser. Där emot togs inte alla prov på hårdbotten då sådan inte fanns närvarande i alla vattendrag. Detta tillvägagångssätt tillämpades för att täcka in de olika habitaten som finns i ett vattendrag och på det sättet få med så många slags arter som möjligt. De fem sparkproven slogs ihop och behandlades som ett samlingsprov, d v s håven tömdes inte mellan sparkningarna. Efter en sällning i en balja med maskvidd 0,5 mm överfördes det uppsamlade materialet till burkar och konserverades med etanol (96 %).

Materialet söktes därefter igenom på laboratorium och alla påträffade djur plockades ut för artbestämning, oftast till familj eller släkte. Antalet individer av varje taxa räknades även. I de fall där det insamlade materialet var mycket stort gjordes en "subsampling", d v s att ett delprov togs ut för bestämning och räkning av antalet taxa. Resultatet räknades sedan upp för hela provet. Det återstående materialet söktes översiktligt igenom för att kontrollera att inga taxa missats.

Databehandling

Shannons diversitetsindex och ASPT-index (Average score per taxon) (Naturvårdsverket 1999a) beräknades i alla vattendrag, både för den erosionspåverkade sträckan av vattendraget och den ej påverkade sträckan. Shannons diversitetsindex är ett mått på mångformighet. Ett högt index indikerar en hög diversitet samt att flera arter dominerar och ett lågt index indikerar en låg diversitet samt att en eller få arter dominerar. ASPT-index är ett "renvattenindex" där varje ingående familj ges en poäng beroende på föroreningstolerans. Ett högt index indikerar förekomst av känsliga arter och ett lågt index indikerar förekomst av toleranta arter. Indexen delas därefter in i klasserna 1-5 enligt Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (1999a), där 1 är ett vattendrag med inga eller med obetydliga effekter av störning.

För att kunna jämföra skillnader i antal taxa och antal individer för de olika taxorna på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget med den ej påverkade sträckan, sett över alla vattendrag, har Chi²-test med 95 % sannolikhet tillämpats. För att jämföra Shannons diversitetsindex och ASPT-index över alla vattendrag på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget med den ej påverkade sträckan har Wilcoxon's rangsummetest med 95 % sannolikhet tillämpats. För att testa om det finns en skillnad, på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget respektive den ej påverkade sträckan, i individantal för enskilda taxa och vattendrag har ett konfidensintervall runt skillnaden i andelar beräknats (Thierfelder muntl. 2002).

RESULTAT

Generell beskrivning av vattendrag och deras kantzoner i Värmland

Vattendraget

I Tabell 1 visas grundläggande fakta för vattendrag av rang 1 i Värmland. Den vanligaste typen av vattendrag var raka eller slingrande (inklusive meandrande) bäckar (52,0 respektive 30,3 %). Resterande vattendrag var diken/kanaler (17,4 %). Både bottenmaterialet och bottenvegetationen i vattendragen bedömdes genom att yttäckningen av de olika materialen respektive vegetationsklasserna uppskattades. Det dominerande bottenmaterialet i vattendragen var mo-ler (53,4 %). Det fanns även en stor andel vattendrag som dominerades av organiskt bottenmaterial (26,6 %).

Vad gäller bottenvegetation så hade över hälften (64,5 %) av vattendragen ingen vegetation alls. Den vanligaste vegetationen var övervattensväxter (17,5 %), d v s rotade växter som växer upp över vattenytan. Även mossor var relativt vanligt (12,0 %).

Den absolut vanligaste mängden död ved i vattendraget var 0,1-4,9 stammar/100 m vattendrag. Nära

70 % av avdelningarna återfanns i denna klass. 35,1 % av vattendragen hade mer än 50 % beskuggning av vattenytan från omgivande strandvegetation. Dock hade även 25,7 % av vattendragen mindre än 5 % beskuggning av vattenytan. Över hälften (55,1 %) av vattendragen var 0,5 m breda eller smalare och ungefär en tredjedel (31,2 %) var 0,6-1,0 m breda.

Tabell 1. Beskrivning av vattendrag av rang 1 (källflöden i vattensystemen) i Värmland

	Andel (%)
Karaktär	
Rak bäck	52,0
Slingrande (inkl meandrande) bäck	30,6
Dike/kanal	17,4
Bottenmaterial (> 50 % av botten)	
Block	6,5
Sten	4,0
Grus	2,9
Sand	6,6
Mo-ler	53,4
Organiskt	26,6
Bottenvegetation (> 50 % av botten)	
Vegetationsfri botten	64,5
Alger	0,7
Mossa	12,0
Undervattensväxter	3,8
Flytväxter	1,5
Övervattensväxter	17,5
Död ved (antal stammar/100 m vattendragssträcka)	
0,1-4,9	68,0
5,0-9,9	19,2
10,0-14,9	7,1
15,0-19,9	2,4
>19,9	3,4
Beskuggning	
> 50 %	35,1
< 5 %	25,7
Vattendragsbredd (m)	
0,1-0,5	55,1
0,6-1,0	31,2
1,1-1,5	7,0
1,6-2,0	3,1
>2,0	3,7

Kantzonerna

I Tabell 2 visas grundläggande fakta för kantzonerna längs vattendrag av rang 1 i Värmland. Tabellen är uppdelad i kantzonbredderna 0-10 m och 10-60 m, och där uppgifter finns för respektive indelning är detta ifyllt. Om uppgift saknas i tabellen betyder det att den aktuella faktorn inte är inventerad.

Nära 80 % av kantzonerna bestod av produktiv skogsmark, medan det endast fanns cirka 5 % myr.

Nära hälften (45,9 %) av kantzonerna (0-10 m) hade utsatts för någon form av skogsbruksåtgärd. Med skogsbruksåtgärd menas här att kantzonerna kalavverkats under den senaste 20-årsperioden, gallrats, röjts eller att vedhuggning förekommit. Vad gäller respektive åtgärd så fanns kalmark längs 7,6 % av vattendragen och 16,9 % hade skog med en be-

ståndsålder på 0-20 år, d v s ungskog. I en fjärdedel (24,8 %) av vattendragen hade kantzonerna gallrats, röjts eller utsatts för vedhuggning.

Över hälften av kantzonerna (0-10 m) var enskiktade d v s träden har ungefär samma ålder.

Den vanligast förekommande markfuktighetsklassen längs vattendragen var frisk mark (85,7 %). Andelen produktiv skogsmark (tillväxt > 1 m³sk/ha och år) skiljde sig mellan markfuktighetsklasserna. För torra, friska och fuktiga marker var andelen 70-90 %, medan det på blöta marker endast fanns en tredjedel (31,7 %) produktiv skogsmark.

Av kantzoner (0-10 m) som helt består av lövträd fanns en femtedel (21,3 %) som dominerades (innehöll mer än 50 %) av klibbal och gråal.

Tabell 2. Beskrivning av kantzonerna (0-10 m och 10-60 m) längs vattendrag av rang 1 (källflöden i vattensystemen) i Värmland

	Andel (%)	
	0-10 m	10-60 m
Ägoslag		
Produktiv mark	76,0	78,3
Myr	5,5	3,5
Skogsbruksåtgärd		
Kalmark, ungskog, gallrad och röjd mark, vedtäkt	45,9	
Bestandsålder		
Kalmark	7,6	10,5
0-20 år	16,9	18,6
Gallring/Vedtäkt/Röjning		
Saknas	75,1	
Finns	24,8	
Skiktning		
Enskiktat	52,9	
Flerskiktat	29,1	
Markfuktighetsklass		
Torr	1,1	
Frisk	85,7	
Fuktig	8,9	
Blöt	4,4	
Produktiv mark i resp markfuktighetsklass		
Torr	79,1	
Frisk	88,1	
Fuktig	71,3	
Blöt	31,7	
Al (%)		
Al (> 50 %) i avdelningar med 100 % löv	21,3	

Förekomst av traktorspår i och till vattendrag i Värmland

I 6,5 % av avdelningarna fanns det ett eller flera traktorspår som går antingen i eller till vattendraget (Tabell 3). Där kantzonen (0-10 m) hade utsatts för någon skogsbruksåtgärd, d v s marker klassade som kalmark, ungskog, gallrad och röjd skog samt mark där vedhuggning förekommit, fanns det traktorspår i eller till vattendraget i vart tionde (9,6 %) fall. På produktiv skogsmark som kalavverkats i den omgivande zonen (10-60 m) och i kantzonen (0-10 m) fanns traktorspår i eller till vattendraget i 21 % av avdelningarna (Tabell 3).

Tabell 3. Förekomst av traktorspår i eller till vattendraget

	Andel (%)
Alla avdelningar	6,5
Avdelningar med skogsbruksåtgärder i kantzonen (0-10 m)	9,6
Avdelningar med kalavverkad produktiv skogsmark i kantzonen (0-60 m)	21,0

I Tabell 4 redovisas hur stor andel i varje markfuktighetsklass som hade traktorspår i eller till vattendraget samt hur stor andel som låg på produktiv skogsmark. Ingen större skillnad förelåg mellan de torra, friska och fuktiga markerna. Ungefär 7-8 % av markerna hade traktorspår varav nästan alla spår (91-95 %) låg på produktiv skogsmark. Endast 4 % av de blöta markerna hade traktorspår varav mindre än hälften (48,9 %) låg på produktiv skogsmark.

Tabell 4. Andel traktorspår i eller till vattendraget i respektive markfuktighetsklass samt andel på produktiv skogsmark

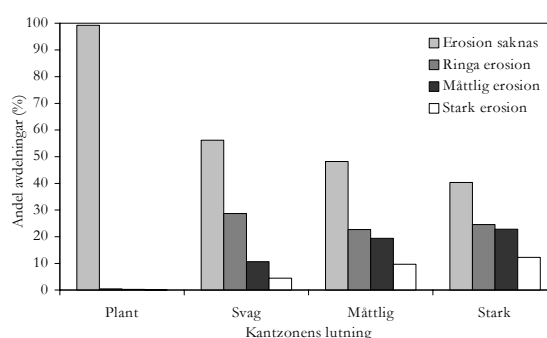
Markfuktighetsklass	Andel (%)	Varav andel på produktiv skogsmark (%)
Torr	7,9	91,3
Frisk	6,8	95,5
Fuktig	7,1	91,1
Blöt	4,0	48,9

Erosion i vattendraget till följd av att det är kört i eller till vattendraget redovisas i Tabell 5. Erosionen är indelad i fyra klasser; saknas, ringa, måttlig och stark. I ungefär en tredjedel av vattendragen hade det uppstått någon form av erosion. Vanligaste typen av erosion var ringa erosion.

Tabell 5. Fördelning av grad av erosion i vattendrag med traktorspår i eller till vattendraget

Grad av erosion	Andel (%)
Saknas	66,7
Ringa	19,2
Måttlig	9,9
Stark	4,1

Fördelningen av de olika graderna av erosion skiljde sig beroende på kantzons lutning (Figur 4). Kantzonens lutning är indelad i klasserna plant, svag, måttlig och stark. Lutningen är bedömd utifrån höjdskillnaden mellan vattenytan där traktorspåret möter vattendraget och den högst belägna spårpunkten. Plan lutning innebär en höjdskillnad på 0-1 m, svag 1-4 m, måttlig 4-8 m och stark lutning mer än 8 m höjdskillnad. Där kantzonen var plan saknades erosion i vattendraget så gott som alltid. Med ökad lutning i kantzonen minskade andelen avdelningar där erosion saknades. Samtidigt ökade andelen måttlig och stark erosion med ökad lutning i kantzonen. Figuren visar också att det var kantzoner med stark lutning som hade den största andelen stark erosion i vattendraget.



Figur 4. Fördelning av erosionsgrad i vattendrag till följd av traktorspår vid olika lutning i kantzonen.

Bottenmaterialet hos vattendrag med traktorspår i eller till vattendraget redovisas i Tabell 6 dels där spåren inte orsakat erosion i vattendraget och dels där spåren orsakat stark eller måttlig erosion. Bottenmaterialet är bedömt så att den aktuella typen ska täcka mer än hälften av botten. I tabellen kan man se att typerna mo-ler och organiskt var de vanligaste oberoende av om det fanns erosion eller inte. Där traktorspåren orsakat stark eller måttlig erosion i vattendraget tenderade andelen mo-ler att öka.

Tabell 6. Bottenmaterial i vattendrag med traktorspår i eller till vattendraget som inte orsakat erosion i vattendraget samt där spåret orsakat måttlig eller stark erosion

Bottenmaterial (> 50 % av botten)	Avd. med traktorspår som inte orsakat erosion i vattendraget (%)	Avd. med traktorspår som orsakat stark eller måttlig erosion i vattendraget (%)
Block	11,9	8,4
Sten	6,2	5,4
Grus	2,8	3,6
Sand	6,0	6,0
Mo-ler	37,6	48,5
Organiskt	35,4	28,1

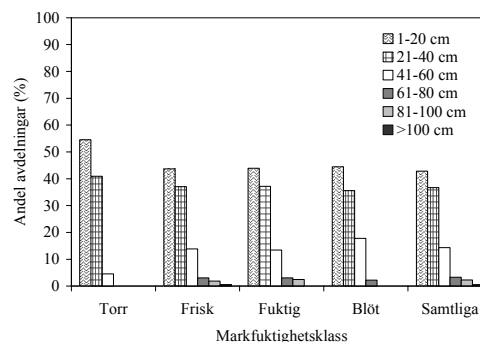
I Tabell 7 redovisas bottenvegetationen hos vattendrag med traktorspår i eller till vattendraget där spåren inte orsakat erosion i vattendraget samt för vattendrag där traktorspåret orsakat måttlig eller stark erosion. I tabellen kan man se att de vanligast förekommande vegetationstyperna var vegetationsfri

botten och mossa. När traktorspåret orsakat stark eller måttlig erosion i vattendraget tenderade andelen övervattensväxter att minska. I övrigt kunde inga större skillnader urskiljas.

Tabell 7. Bottenvegetation i vattendrag med traktorspår i eller till vattendraget som inte orsakat erosion i vattendraget samt där det orsakat måttlig eller stark erosion

Bottenvegetation (>50 % av botten)	Avd. med traktorspår som inte orsakat erosion i vattendraget (%)	Avd. med traktorspår som orsakat stark eller måttlig erosion i vattendraget (%)
Vegetationsfri botten	68,4	64,3
Alger	1,0	2,3
Mossa	15,8	22,1
Undervattensväxter	3,0	3,8
Flytväxter	1,2	0,9
Övervattensväxter	10,7	6,6

I Figur 5 visas fördelningen av traktorspårernas djup inom markfuktighetsklasserna torr, frisk, fuktig och blöt, samt för samtliga klasser. Jämfört med de övriga markfuktighetsklasserna hade torra marker en större andel spår i klassen 1-20 cm och en mindre andel spår i klassen 41-60 cm. De torra markerna hade inga spår djupare än 60 cm och de blöta markerna hade inte några spår som var djupare än 80 cm. Figuren visar även att jämfört med torra, friska och fuktiga marker så hade blöta marker en större andel spår i klassen 41-60 cm. Jämfört med torra och blöta marker så hade friska och fuktiga marker den största andelen spår i klasserna över 60 cm.



Figur 5. Fördelning av traktorspårernas djup i kantzonen (0-10 m), där spåren leder ner i eller till vattendraget, för respektive markfuktighetsklass samt för samtliga markfuktighetsklasser.

Fysiska och kemiska karaktärer i provtagna vattendrag och deras kantzoner

En rad fysiska och kemiska parametrar över vattendragen och deras kantzoner presenteras i Bilaga 2.

Kantzonen längs samtliga provtagna vattendrag bestod av frisk produktiv skogsmark. Trädslaget i kantzonen dominerades oftast av gran, med inslag av mer eller mindre löv. Vattendrag 4 skiljde dock ut sig med en kanton som dominerades av asp. Beståndsåldern var i samtliga kantzoner 20-40 år. Vattendragens beskuggning varierade mellan klass 2 och 3, d v s 5-50 % och >50 %. Vattendragens höjd över havet varierade mellan 105 m och 310 m. Alla de provtagna vattendragen var små, bredden varierade mellan 0,3 och 1,0 m och djupet varierade mellan 0,1 och 0,4 m. Bottensubstratet i vattendragen bestod till största delen av fin och grov detritus samt en del fin och grov sten. Vad gäller sand och grus fanns det i samtliga vattendrag en större yttäckning av dessa material nedströms traktorspårerna på de erosionspåverkade vattendragssträckorna. Den enda bottenvegetationen som fanns i vattendragen var olika mossor. Men allra vanligast var att bottenvegetation saknades helt.

Alla vattendrag var sura. pH varierade mellan 4,6 och 6,1. Vattentemperaturen varierade mellan 3,6 och 8,6 °C. Vattendragen var näringsfattiga. De hade låga halter av både nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor och totalfosfor. Likaså hade samtliga vattendrag låg konduktivitet och låg halt av totalt organiskt kol (TOC) (Bilaga 2).

Vattendragen och deras kantzoner hade också en del likheter med resultaten från det utvärderade materialet från Skog och Vatteninventeringen. Enligt denna var drygt 75 % av kantzonererna produktiv skogsmark och ca 86 % frisk mark (Tabell 2). Ungefär 86 % av vattendragen i utvärderingen hade en bredd av 1 m eller mindre. Cirka en tredjedel av vattendragen hade mer än 50 % beskuggning (Tabell 1). Det allra vanligaste med avseende på bottenvegetation vid utvärderingen var att den saknades helt, vilket också var vanligast i de fem vattendragen.

Vid utvärderingen var det vanligt med organiskt material som bottenmaterial, vilket det även var i de fem vattendragen. Vad gäller bottenmaterialet förelåg dock även en skillnad. Enligt det utvärderade materialet var mo-ler det vanligaste bottenmaterialet. I de fem vattendragen fanns ingen mjåla eller ler förutom i vattendrag 4.

De fem vattendragen är således ganska lika varandra med avseende på kemiska och fysiska karaktärer, speciellt vad gäller den kemiska sammansättningen. Vattendragen är ganska typiska för små vattendrag i skogslandskapet i Värmland, vilket även jämförelsen med det utvärderade materialet bekräftar.

Bottenfaunans sammansättning

Antal taxa

I de fem undersökta vattendragen hittades totalt 23 taxa (Bilaga 3). De fem vanligaste taxorna var Simuliidae (knott), *Nemoura sp.* (bäcksländor), Chironomidae (fjädermygglarver), Nemoridae (bäcksländor) och Oligochaeta (glattmaskar). Lokalen uppströms traktorspåret i vattendrag 4 hade flest taxa (11 st) och lokalen nedströms traktorspåret i vattendrag 1 hade minst antal taxa (6 st) (Tabell 8). I tre av vattendragen fanns flest taxa uppströms på den ej erosionspåverkade sträckan av vattendraget, medan det i två vattendrag fanns lika många taxa uppströms och nedströms. Ingen signifikant skillnad i antal taxa uppströms och nedströms traktorspårerna kunde dock påvisas.

Tabell 8. Antal taxa uppströms traktorspår på ej erosionspåverkad sträcka av vattendraget och nedströms traktorspår på erosionspåverkad sträcka av vattendraget i vattendrag 1-5

Vattendrag	Antal taxa	
	Ej erosionspåverkad sträcka uppströms traktorspår	Erosionspåverkad sträcka nedströms traktorspår
1	10	6
2	10	10
3	7	7
4	11	8
5	8	7

Antal individer sett över alla vattendrag samt i enskilda vattendrag

Antalet individer av de olika taxorna sett över alla vattendrag uppströms och nedströms traktorspår skiljde sig en del mellan olika taxa (Bilaga 3). Tre taxa hade signifikant (5 %) färre individer nedströms på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget (Tabell 9). Dessa var *Eloeophila sp.*, *Plectrocnemia sp.* och Nemoridae (inklusive *Nemurella sp.* och *Nemoura sp.*). Två taxa hade ingen skillnad i individantal (Acarina och Limnephilidae). Sju taxa hade signifikant (5 %) fler individer nedströms (*Pisidium sp.*, Dytiscidae, Chironomidae, Limoniidae, Simulidae, Oligochaeta och Capniidae). Nio taxa gick inte att testa på grund av att de endast fanns antingen uppströms eller nedströms traktorspår i ett vattendrag.

Vid en jämförelse av antalet individer för varje taxa, sett över enskilda vattendrag, ser man att sex taxa (Acarina, *Hydraena sp.*, Culicidae, *Eloeophila sp.*, Ephemeroptera och *Cloeon sp.*) hade signifikant (5 %) färre individer nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget jämfört med uppströms, detta i alla vattendrag där taxan påträffats (Tabell 9). Av de taxa som påträffats i alla vattendrag fanns det två taxa, Chironomidae och *Plectrocnemia sp.*, som hade signifikant färre individer nedströms traktorspåret i alla vattendrag förutom ett. Däremot så hade Simulidae och Oligochaeta fler individer i vardera tre vattendrag nedströms traktorspåret jämfört med uppströms.

Tabell 9. Sammanställning över skillnaden i antalet individer uppströms respektive nedströms traktorspår för varje taxa sett över alla vattendrag respektive enskilda vattendrag. (-) = signifikant (5 %) färre individer nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget jämfört med uppströms (+) = signifikant (5 %) fler individer nedströms traktorspåret jämfört med uppströms (0) = ingen skillnad hittades (x) = den aktuella taxan hittades inte i vattendraget. Där uppgift saknas gick testet inte att utföra

Taxa	Alla vattendrag	Enskilda vattendrag				
	1-5	1	2	3	4	5
Acarina	0	-	-	x	x	-
<i>Pisidium sp.</i>	+	+	-	x	-	x
Dytiscidae	+	+	x	-	x	-
<i>Hydrochus sp.</i>		x	+	x	x	x
Hydraenidae		x	+	x	x	x
<i>Hydraena sp.</i>		x	x	x	-	x
Chironomidae	+	-	-	+	-	-
Culicidae		-	x	x	x	x
Limoniidae	+	-	x	+	-	x
<i>Eloeophila sp.</i>	-	x	x	-	-	x
Simulidae	+	+	+	+	-	-
Tipulidae		x	x	x	+	x
Ephemeroptera		x	x	-	x	x
<i>Cloeon sp.</i>		x	x	x	-	x
Heteroptera		x	+	x	x	x
Oligochaeta	+	+	+	+	-	-
Capniidae	+	x	x	+	x	+
Nemoridae	-					
(inkl. <i>Nemurella sp.</i> och <i>Nemoura sp.</i>)						
Nemoridae (inkl. <i>Nemurella sp.</i>)	Se Nemoridae	+	x	x	x	-
<i>Nemoura sp.</i>	Se Nemoridae	-	+	+	-	x
Leuctra nigra		x	x	x	x	+
Limnephilidae	0	x	0	-	-	x
<i>Plectrocnemia sp.</i>	-	-	-	+	-	-

Shannonindex och ASPT-index

Shannonindex och ASPT-index för alla vattendrag redovisas i Tabell 10. Både diversitetsindexet och renvattenindexet var låga uppströms traktorspåret på den ej erosionspåverkade sträckan av vattendraget och nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget. Det fanns inga signifi-

kanta skillnader mellan lokalerna uppströms och lokalerna nedströms. De låga indexen resulterade i att vattendragen oftast hamnade i klasserna 4 och 5, och mer sällan i klass 3. I sammanhanget så är klass 5 sämst, och indikerar mycket starka effekter av störning på vattendraget.

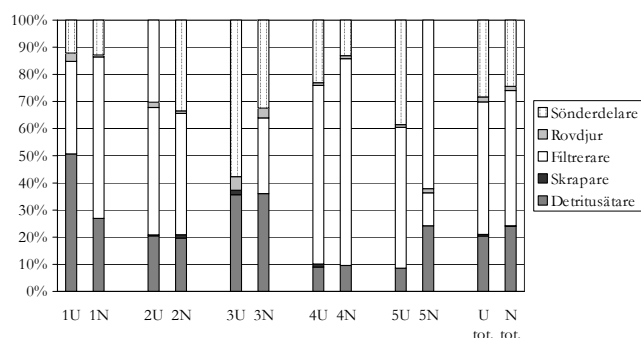
Tabell 10. Shannonindex och ASPT-index för alla vattendrag uppströms respektive nedströms traktorspår samt klassning enligt Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (1999a)

Vattendrag	Shannonindex				ASPT-index			
	Nedströms traktorspår	Klass	Uppströms traktorspår	Klass	Nedströms traktorspår	Klass	Uppströms traktorspår	Klass
1	1,90	4	2,34	3	3,8	5	4,3	5
2	1,90	4	1,87	4	4,9	4	4,6	4
3	2,08	4	1,57	4	5,3	3	5,3	3
4	1,28	5	1,73	4	4,9	4	4,5	4
5	1,76	4	1,44	5	5,7	3	4,0	5

Funktionella grupper

Inga tydliga trender vad gäller fördelningen mellan funktionella grupper gick att urskilja (Figur 6). I vattendrag 1 och 3 var andelen filtrerare större nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget jämfört med uppströms traktorspår. I vattendrag 1 är det de båda grupperna knott och ärtmusslor som är den bakomliggande orsaken. Dessa båda hör till gruppen filtrerare, och fanns i större utsträckning nedströms jämfört med uppströms. I vattendrag 3 beror skillnaden till största delen på knott, vilka helt saknades uppströms. Där- emot i vattendrag 5 var andelen filtrerare mindre nedströms traktorspåret på den erosionspåverkade sträckan av vattendraget medan det i vattendrag 2 och 4 fanns ungefär lika stor andel filtrerare uppströms som nedströms. Skillnaden i vattendrag 5 med avseende på filtrerare beror på att det fanns färre knott nedströms.

För de övriga grupperna så ökade andelen nedströms traktorspåret i vissa vattendrag och i andra minskade andelen nedströms. Sett över alla vattendrag visar detta sig genom att fördelningen mellan grupperna är nästan exakt densamma uppströms som nedströms traktorspåret.



Figur 6. Fördelning mellan funktionella grupper i vattendrag 1-5. U=uppströms traktorspår på ej erosionspåverkad sträcka och N=nedströms traktorspår på erosionspåverkad sträcka. U tot. och N tot. är fördelningen för alla vattendrag totalt.

DISKUSSION

Den generella beskrivningen, avseende vattendragens karaktär, fördelning av bottenmaterial och bottenvegetation, hur vanligt det är med död ved i vattnet och beskuggning av vattendraget, som presenteras i examensarbetet ger en bra bild av hur vattendragen i södra Värmland ser ut. Detsamma gäller beskrivningen av vattendragens kantzoner. Det beror på att det utvärderade materialet från Skog och Vatteninventeringen omfattar en stor mängd data. Det visade sig att det var vanligt med raka bäckar och även med vattendrag som var diken/kanaler. Vattendragen innehöll lite död ved och en fjärdedel hade en beskuggning som var mindre än 5 %. Det kan tolkas som att vattendragen genom tiderna till hög grad påverkats av människans olika aktiviteter.

Något förvånande var ändå den höga förekomsten av skogsbruksåtgärder i kantzonen (0-10 m). I nästan hälften av kantzonerna fanns det kalmare, ungskog eller spår av gallring, röjning eller vedtäkt. Detta är inte en speciellt bred zon på sidan om vattendraget, men trots det har det förekommit skogsbruk i den och därmed troligen också körning med skogsmaskiner. Speciellt anmärkningsvärt var att det fanns kalmare längs 7,6 % av vattendragen. Att hänsynen till kantzonerna längs vattendrag är låg bekräftas också i SUS 2001 (Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter). Enligt den lämnas ingen kantzon (0-10 m) vid hälften av förnygringsavverkningarna.

Där kantzonen (0-10 m) hade utsatts för någon skogsbruksåtgärd fanns det traktorspår i eller till vattendraget i vart tionde (9,6 %) fall. Detta kan jämföras med andelen spår i alla avdelningar, 6,5 %. Att det i vart tionde fall som en åtgärd utförts i närheten av ett vattendrag uppstått traktorspår i vattendraget är oacceptabelt. Särskilt som det kan diskuteras om det överhuvudtaget ska bedrivas skogsbruk i kantzonen. Att det finns ett problem tydliggörs om man enbart tittar på de vattendrag som har produktiv skogsmark i kantzonen (0-60 m) och som förnygringsavverkats ända ner mot vattendraget. I en femtedel av dessa vattendrag hade det uppstått traktorspår. Detta är än mer allvarligt eftersom det dels saknas kantzon och dels är kört i vattendraget.

Vad gäller förekomsten av traktorspår i eller till vattendraget i respektive markfuktighetsklass skiljde sig blöta marker från de övriga, 4 % jämfört med 7-8 %. Detta kan bero på att dessa marker är så pass blöta att de helt enkelt inte går att köra på och således undantas från avverkning. En annan orsak kan vara att de betraktas som en typ av biotop som man anser vara värd att bevara och att man av miljöhänsyn undantar marken från avverkning. Följden blir att dessa marker inte avverkas i samma utsträckning som de övriga och således torde en mindre andel spår i vattendragen uppstå. Detta styrks av att de blöta markerna jämfört

med de övriga markfuktighetsklasserna hade en betydligt mindre andel produktiv skogsmark (Tabell 2). Värt att notera är att av traktorspår på blöta marker så var mer än hälften av dessa på ej produktiv skogsmark. På dessa marker hade det alltså körts fastän skogen där inte borde vara föremål för avverkning. Körningen kan exempelvis ha skett i samband med överfart av vattendraget eller om en basväg har gått fram där till intilliggande mark som avverkats.

Någon form av erosion hade uppstått i en tredjedel av vattendragen till följd av traktorspår i eller till vattendraget. Detta kan tyckas vara en liten andel. I realiteten kan dock andelen vara högre eftersom bedömningen av erosion i vattendraget inte gjorts omedelbart efter att traktorspåret uppstått. Om en tid har gått efter att spåret uppstått kan det eroderade materialet i vattendraget ha transporterats vidare nedströms med vattenströmmen. Detta innebär dock inte att eventuella effekter och skador på vattendragets organismer kan uteslutas. När erosion hade uppstått i vattendraget som en följd av traktorspår i kantzonen, var det vanligast att erosionen var ringa. Vilken grad av erosion som uppstår i vattnet beror av vilken lutning kantzonen har. Kantzoner med stark lutning hade den största andelen stark erosion i vattendragen, och där kantzonen var plan saknades erosion i vattendraget så gott som alltid.

Vid jämförelse av bottenmaterialet i vattendrag med traktorspår och i vattendrag med traktorspår där en stark eller måttlig erosion uppstått i vattendraget tenderade andelen möjligheter att öka något i vattendrag med erosion. I övrigt fanns inga större skillnader, vilket kan tolkas som att erosion till följd av traktorspår inte påverkar bottenmaterialet och bottenvegetationen i vattendragen i någon större utsträckning.

De flesta traktorspår var mellan 1 och 40 cm djupa. Fördelningen av traktorspårens djup skiljde sig en del mellan markfuktighetsklasserna. Torra marker hade en större andel spår i klassen 1-20 cm jämfört med de övriga markerna. De torra markerna hade heller inte några spår som var djupare än 60 cm. Detta hör samman med att torra marker har hög bärighet och således är de ganska motståndskraftiga mot spårbildning. Det går troligen att köra ganska mycket på torra marker innan det resulterar i djupa spår. Vad gäller de blöta markerna så hade de inga spår som var djupare än 80 cm, vilket däremot friska och fuktiga marker hade. Detta kan bero på att det på blöta marker körs och avverkas i mindre omfattning, jämfört med på friska och fuktiga marker, eftersom blöta marker består av en betydligt mindre andel produktiv mark. Det tas kanske en större hänsyn, medvetet eller omedvetet, till de blöta markerna och således uppstår det inte några extremt djupa spår på dessa. Däremot hade blöta marker i jämförelse med de övriga markerna den största andelen spår i klassen 41-60 cm.

Hur ett vattendrag påverkas genom att man kör i och/eller över det är inte helt entydigt. Det finns en hel rad faktorer som påverkar vilken effekt man får, och om man får någon effekt överhuvudtaget. Exempelvis hur vattendragets kant ser ut, om det finns lättroderat material där och om lutningen ner mot vattendraget är stor. Ytterligare faktorer som påverkar är hur många gånger man kör över vattendraget och på hur många ställen, eller om man till och med använder vattendraget som körväg. Resultaten i denna studie tyder på att bottensubstratet nedströms traktorspåren hade en större yttäckning av sand och grus jämfört med uppströms traktorspåren. Detta borde vara en effekt av en erosion som har uppstått i samband med körningen i vattendraget. Andra kornstorlekar som man kan förvänta sig att få en ökning av i vattnet vid erosion är mjåla och ler. Detta behöver dock inte att avspeglar sig i bottensubstratets täckning eftersom mjåla och ler lätt transporteras bort med vattenströmmen. Då sanden och gruset fanns där kan detta tolkas som att en erosion verkligen hade skett.

En av slutsatserna i projektet SILVA – ”Skyddsri-dåer Längs Vattendrag” är att man ska iaktta försiktighet vid överfart av vattendrag p g a risk för erosionsproblem i vattendraget (Nyberg & Eriksson 2001). Resultat från försök med effekter av hyggen nära vattendrag och skyddszonens bredd visade på att det i medeltal sedimenterade 15-17 kg finsediment/m² bäckbotten. Enligt Nyberg & Eriksson (2001) var det inte skyddszonens utformning och bredd som direkt var avgörande för mängden. Utan även körskador, marklutning, markberedning, och mineraljordens kornstorlek. Författarna anser att det är denna ökade sedimenttransport som tillhör de allvarligaste effekterna på vattendrag. Trots att försöket gällde hyggeseffekter kan problemen med erosion direkt överföras till körning med skogsmaskiner över och i vattendrag.

Vilken effekt detta har på bottenfaunan är inte helt lätt att säga. I detta examensarbete användes fem vattendrag med likande kemiska och fysiska karaktärer som även var typiska för vattendrag i Värmland. Detta gav bra förutsättningar för studien och borde göra resultaten allmängiltiga för små vattendrag i Värmland.

I examensarbetet kunde något förvånande ingen skillnad i antal taxa hittas nedströms traktorspår på den erosionspåverkade delen av vattendraget jämfört med uppströms traktorspåren. Inga påtagliga skillnader i antal individer kunde heller hittas.

Ingen skillnad har heller kunnat påvisats i Shannon-index och ASPT-index uppströms respektive nedströms traktorspår. Indexen var låga överlag både uppströms och nedströms traktorspåren. Detta tyder på att det var frågan om artfattiga och ganska påverkade vattendrag. Det faktum att det handlar om små vattendrag nära källflödena borde också bidra till de låga indexen.

Fördelningen mellan de olika funktionella grupperna uppvisade inga tydliga mönster. Sammansättningen uppströms respektive nedströms traktorspåren varierade från vattendrag till vattendrag och inte beroende på traktorspåren. Detta visade sig också genom att sett över alla vattendrag så var fördelningen nästan exakt den samma uppströms traktorspåren som nedströms. Den i vattendrag 5 mindre andelen filterare (knott) nedströms traktorspåren jämfört med uppströms är intressant eftersom dessa spår endast var ca två månader gamla vid provtagningen. De andra traktorspåren var 1,5-6 år gamla och de hade inte någon mindre andel filterare nedströms. Denna skillnad kan bero på att de fastsittande och filterande knottlarverna, vilka är erosionskänsliga, direkt efter påverkan släpper taget och följer med vattenströmmen nedåt. Efter en tid när erosionen upphört och förhållandena förbättrats kan knotten återkolonisera platsen.

Denna företeelse att bottenfauna kan återkolonisera en störd biotop bör vara en viktig faktor till varför resultaten överlag inte visar några skillnader uppströms och nedströms traktorspåren. Tiden som gått från det att bottenfaunan stördes av erosionen, till följd av traktorspåren, till tidpunkten för provtagning verkar vara tillräcklig för att bottenfaunan ska återhämta sig.

I projektet SILVA (Nyberg & Eriksson 2001) diskuteras också bottenfaunas återkolonisationsförmåga som en viktig faktor. Här hade bottenfaunan undersökts i vattendrag med olika bredder på skydds-zonen. Inte heller här kunde några förändringar i bottenfaunas sammansättning hittas, trots att en ökad sedimentation av oorganiskt material kunde påvisas i vissa vattendrag. Detta förklaras med att bottenfauna kan drifva från områden uppströms det påverkade området. Om vattendraget uppströms störningen är ostört kan larver härifrån återkolonisera den störda biotopen, genom att följa med strömmen nedströms. Merparten av de djur som ingår i bottenfaunan har en kolonisationscykel som innebär att larver driver nedströms med strömmen varefter vuxna djur flyger uppströms för äggläggning. Därigenom kan förluster av larver som släpper taget på grund av en störning även kompenseras av vuxna djurs uppströmsflykt.

I sammanhanget bör man då diskutera om denna störning är acceptabel bara för att bottenfaunan efter en tid faktiskt verkar återhämta sig. Det är ju trots allt en störning av vattendraget, om än av övergående natur. För att störningen ska vara övergående krävs det att det uppströms störningen finns ett bottenfaunasamhälle som kan bidra med individer till den störda delen av vattendraget, vilket kan vara begränsat i källflöden. Om ett vattendrag utsätts för omfattande körning på en lång sträcka av vattendraget kan man tänka sig kumulativa effekter som gör det än svårare för bottenfaunan att återkolonisera.

I en annan studie har Karlberg (2002) undersökt effekter av skogsbruk på bottenfauna i små vattendrag. Två undersökningar gjordes. En i 17 vattendrag med olika påverkansgrad beroende på andelen kalhygge i avrinningsområdet och skyddszonens bredd samt andra störningar i vattendraget, t ex traktorspår, vandringshinder och öppna diken. Den andra gjordes i ett och samma vattendrag och där var syftet att se förändringar i bottenfaunans sammansättning nedströms ett kalhygge jämfört med uppströms hygget. Resultaten av båda undersökningarna visade att ingen klar effekt på bottenfaunans sammansättning förelåg. Denna studie behandlade i första hand effekter av kalhyggen på bottenfauna, och inte effekter av traktorspår, även om det i vissa av vattendragen fanns traktorspår. Trots det visar det på att effekter av skogsbruk på bottenfauna inte alltid är helt lätta att påvisa.

Däremot finns det studier där man kunnat påvisa effekter av erosion på örting och flodpärlmussla (Nyberg & Eriksson 2001). Dessa arter finns i större vattendrag än de som undersökts i detta examensarbete. Örtingen och flodpärlmusslan påverkas genom att botten slammas igen när erosion uppstår som en följd av exempelvis traktorkörning. Det inverkar negativt på örtingens ägg och yngel samt på flodpärlmusslans födointag och reproduktion. Vattendrag med örting och flodpärlmussla har dock betydligt mindre utbredning i skogsmark jämfört med små vattendrag. Det är också mer allmänt utbrett att ta hänsyn till större vattendrag än små vattendrag av rang 1, genom att lämna skyddszon och att inte köra i vattendraget.

Om det, som detta examensarbete tyder på, är möjligt att passera ett litet vattendrag med en skogsmaskin utan att det förstörs för en lång tid framöver, borde det rimligtvis vara positivt för skogsbruket. Detta får ändå inte betyda att man ska köra över och i vattendrag hur som helst och när som helst, vilket man allt för ofta kan se prov på ute i skogen. Det finns dessutom angivet i skogsvårdslagen att skador till följd av skogsbruksåtgärder ska undvikas eller begränsas på mark och vatten. Några av vattendragen i detta examensarbete var helt sönderkörda och hade tagit nya vägar vilket i hög grad bör påverka bottenfaunan just där, även om inte bottenfaunan nedströms traktorspårerna hade påverkats. Flera vattendrag som var aktuella för provtagning gick inte att använda i studien eftersom de var så sönderkörda att det var praktiskt omöjligt att provta dem. Det finns också en etisk och estetisk aspekt på problemet. Skogsbruk måste kunna bedrivas med hänsyn till naturen och utan att förstöra vattendragen. Men här är det väl tyvärr ofta så att det är ekonomiska värden och inte naturvärden som faller avgörandet. Detta trots att skogsvårdslagen innehåller två jämställda mål – miljömålet och produktionsmålet.

För att ytterligare öka kunskapen om effekter på bottenfauna av traktorkörning i små vattendrag behövs fler undersökningar. En intressant uppföljande studie skulle kunna vara att undersöka bottenfaunans sammansättning före det att körning förekommit i vattendraget, och sedan när traktorspår uppkommit göra en ny provtagning. Ett bra komplement skulle även vara att mäta sedimentationen i vattendraget. Detta är dock svårt att genomföra av rent praktiska skäl, då det är svårt att veta när en skogsmaskin kommer att köra i ett vattendrag. Undersökningen skulle nog behöva utföras genom att man vid ett bestämt tillfälle kör i vattendraget. Fördelen med en sådan studie skulle vara att man får färre spår i vattendraget och direkt kan undersöka vilken effekt spåret gett.

TACK

Jag skulle vilja tacka min handledare Gunnar Wiklander för allt du har ställt upp med. Både med tid, bra synpunkter samt alla bra och mindre bra skämt. Sen vill jag också tacka min andra handledare, Bo-Erland Johansson, för hjälp med bottenfaunaprovtagningen och andra praktiska ting. Emma Gille vill jag särskilt tacka för ett mycket trevligt samarbete och sällskap både framför datorn, i fält och på fikastunderna. Även Stig Emilson och Nicklas Avén på Skogsvårdsstyrelsen i Karlstad ska ha tack för hjälp med databasen och kartor. Jag vill även tacka Lars Eriksson på Institutionen för miljöanalys, SLU för hjälp med artbestämning av bottenfaunan. Ett speciellt tack vill jag rikta till Sarah Abell på Wordfix i Stockholm som gett mig synpunkter på engelskan. Min bror, mamma och pappa ska också ha tack för uppmuntran och omtanke. Till sist, men inte minst, har vi Jörgen Eriksson som bidragit med synpunkter, idéer och tankar. Men som även har muntrat upp mig och låtit bli att tala om exjobbet när jag helst har velat slippa. Tack till dig!

REFERENSER

- Bergqvist, B. 1999. Påverkan och skyddszoner vid vattendrag i skogs- och jordbrukslandskapet – en litteraturöversikt. *Fiskeriverket Rapport 1999:3*. Göteborg.
- Eddington, J. M. & Hildrew, A. G. 1995. *Caseless Caddisflies of the British Isles-A key with ecological notes*. Freshwater Biological Association.
- Ekström, C. 2000. Bottenfaunaprovtagning i rinnande vatten – metodikstudie. *Naturvårdsverket rapport nr 5072*. Stockholm.
- Emilson, Stig. Projektledare Skog och Vatten. Skogsvårdstyrelsen i Karlstad. Muntligen 2002-06-13.
- Eriksson, Lars. Institutionen för miljöanalys (Sveriges Lantbruksuniversitet). Muntligen 2002-06-13.
- Johansson, T. 1995. Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg. *Skogsstyrelsen rapport nr 1*. Jönköping.
- Karlberg, A. 2002. Skogsbrukseffekter på små vattendrag – en bottenfaunaundersökning i 17 bäckar i Jämtlands län. *Institutionen för miljöanalys (SLU). Rapport 2002:7*.
- Lingdell, P-E. & Engblom, E. 1995. Skogsbrukseffekter på bottenfaunan. *Skogsstyrelsen rapport nr 3 – Skogsbruk vid vatten*. Jönköping.
- Naturvårdsverket. 2002. Handbok för miljöövervakning – bottenfauna i sjöar och vattendrag: tidsserier. http://www.viron.se/dokument/mo/hbmo/del3/sotvatten/botfauna_tid.pdf
- Naturvårdsverket. 1999a. Bedömningsgrunder för miljökvalitet, sjöar och vattendrag. *Rapport 4913*.
- Naturvårdsverket. 1999b. Miljökvalitetsmål 3, Levande sjöar och vattendrag. *Rapport 4996*.
- Nilsson, A. 1996. *Aquatic Insects of North Europe - A Taxonomic Handbook*. Vol 1 & 2. Apollo Books. Stenstrup.
- Nyberg, P & Eriksson, T. 2001. Skyddsridåer längs vattendrag (SILVA). *Fiskeriverket informerar 2001:6*. Göteborg.
- Rivinoja, P & Larsson, S. 2000. *Effekter av grumling och sedimentation på fauna i strömmande vatten – en litteratursammanställning*. Institutionen för vattenbruk, SLU Umeå.
- Skogsstyrelsen. 2001. *Skogsvårdslagen – handbok*. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping.
- Skogsstyrelsen. 2002. Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av frivilliga avsättningar, områdesskydd samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkningar. *Skogsstyrelsen Meddelande 2002:2. Delmeddelande i SUS 2001*.
- Thierfelder, Tomas. Institutionen för biometri och informatik (Sveriges Lantbruksuniversitet). Muntligen 2002-05-30.
- Vuori, K-M, Joensuu, I, Latvala, J, Jutila, E & Ahvonen, A. 1998. Forest drainage: a threat to benthic biodiversity of boreal headwater streams. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*. 8: pp 745-759.
- Wood, P.J & Armitage, P.D. 1997. Biological effects of fine sediment in the lotic environment. *Environmental Management*. Vol. 21, No. 2, pp 203-217.
- Wästerlund, I. 1994. Forest responses to soil disturbance due to machine traffic. In: *Interactive workshop and seminar Forsätrisk, soil, tree, machine interaction*. Feldafing, federal republic of Germany, 4-8 July, 1994.

Skog & Vatten 97

Fältblankett sidan 2/2

Vattendraget

sett motströms

Ja

Nej

Karaktär

- Dike/Kanal
 Rak bäck / å
 Slingrande bäck / å
 Meandrande bäck / å
 Älv

Nyligen rensat (<5 år)

Tecken på erosion

Rang

Vattenförhållanden

Vattenförande vid inventeringstillfället

Helt

Delvis

Inte alls

Vattennivå

Låg

Medel

Hög

Vattendragsbredd

Våt yta

decimeter

Medelbredd längs avdelningens sista 10 meter uppströms.

Normal fåra

decimeter

Vattendrag över 3 m avrundas till närmaste halvmeter.

Vattenhastighet

Dominerande vattenhastighet i ytan anges för varje kvartär i avdelningen (sett motströms)

1:a	2:a	3:e	4:e
-----	-----	-----	-----

0=Stilla, 1=Lugnt, 2=Ström, 3=Fors

Längd forsande och strömmande vatten

meter

Finns vattenfall

Ja

Nej

Antal Tillflöden

fr. Vänster

fr. Höger

Skogsbäck		
Nytt dike		< 5 år
Gammalt dike		> 5 år
Täckdike		
Avlopp		

Tecken på erosion

Ja Nej

Ja Nej

Ja Nej

Ja Nej

Ja Nej

Bottenmaterial

Block	Sten	Grus	Sand	Mo-Ler	Organiskt
Veg. Fri botten	Alger	Mossa	Underva.v.	Flytväxter	Överva.v.

Bottenvegetation

Beskickning

Täckning av botten resp. yta 0= Saknas, 1= 0-5 %, 2= 5-50 %, 3= >50 %

Död ved

st

Antal stammar grövre än 10 cm i eller över vattnet

Mänsklig påverkan

	Antal	Diameter	Höjd	V. nivå ut	V. nivå in	cm	Hindrande?
Trumma							<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Ris						meter, totallängd	
Damm							<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Annat		Text					<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej

Signalarter

	Ja	Nej
Strutbräken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Missne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gullpudra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hassel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bäver

Hydda	<input type="checkbox"/> Nej	<input type="checkbox"/> Ja
Färskt gnag	<input type="checkbox"/> Inget	<input type="checkbox"/> Enstaka <input type="checkbox"/> Måttligt <input type="checkbox"/> Rikligt
Äldre gnag	<input type="checkbox"/> Inget	<input type="checkbox"/> Enstaka <input type="checkbox"/> Måttligt <input type="checkbox"/> Rikligt
Damm	<input type="checkbox"/> Nej	<input type="checkbox"/> Ja
Utter	<input type="checkbox"/> Inget	<input type="checkbox"/> Spår <input type="checkbox"/> Spilling <input type="checkbox"/> Utter

Övrigt

Fri kod:

Bilaga 2. Beskrivande parametrar av vattendrag 1-5. Samtliga vattenprov togs nedströms alla förekommande traktorspår. U=uppströms traktorspår på ej erosionspåverkad sträcka och N=nedströms traktorspår på erosionspåverkad sträcka av vattendraget

	1 U	1 N	2 U	2 N	3 U	3 N	4 U	4 N	5 U	5 N
Identitet										
Kartblad	10C6c	10C6c	10C2c	10C2c	11D5f	11D5f	11D3f	11D3f	11C4j	11C4j
Avrinningsområdets nummer	1289	1289	1234	1234	1909	1909	1905	1905	1696	1696
Avdelningens nummer	13	13	5	5	8	9	17	17	19	19
X koordinat	6581	6581	6563	6563	6628	6628	6615	6615	6621	6621
	365	365	724	724	657	792	751	751	838	838
Y koordinat	1314	1314	1310	1310	1376	1376	1375	1375	1345	1345
	793	793	081	081	296	111	538	538	587	587
Kantzonen										
Ägoslag	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark	Prod. mark
Granskog	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja
Lövsog	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej
Blandskog	Ja	Ja	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Dominerande trädslag/inslag av	Gran/löv	Gran	Gran/löv	Gran/löv	Gran/löv	Gran/löv	Asp	Asp	Gran/löv	Gran/löv
Bestånds-ålder (år)	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60	20-60	-	-
Markfuktighetsklass	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk
Vattendraget										
Höjd över havet (m)	185	185	175	175	310	285	105	105	200	200
Beskuggning	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3
Vattnets karaktär	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.	Ström.
Vattendragsbredd (m)	1,0	0,7	1,0	1,0	0,3	0,4	0,4	1,0	1,0	0,5
Vattendjup (m)	0,2	0,15	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3
Vattennivå	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel
Vatten-temperatur (°C)	-	3,6	-	5,7	-	4,2	-	4,7	-	8,6
pH	-	6,05	-	5,26	-	4,62	-	5,87	-	5,10
Konduktivitet (mS/m)	-	22	-	31	-	24	-	30	-	31
N-tot (mg/l)	-	0,21	-	0,30	-	0,22	-	0,55	-	0,19
NO ₃ -N (mg/l)	-	0,01	-	0,06	-	0,01	-	0,33	-	0,00
P-tot (mg/l)	-	0,011	-	0,006	-	0,001	-	0,016	-	0,090
PO ₄ -P (mg/l)	-	0,005	-	0,000	-	0,000	-	0,013	-	0,000
Totalt organiskt kol (TOC) (mg/l)	-	8,1	-	8,1	-	8,9	-	8,6	-	11,5
Bottensubstrat										
Fin detritus	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
Grov detritus	3	2	1	1	3	2	2	1	2	2
Mjäla/ler	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
Sand	0	3	1	2	1	2	0	0	1	2
Grus	0	1	1	3	0	1	0	2	1	2
Fin sten	0	0	3	2	0	1	0	1	2	2
Grov sten	1	0	2	2	1	1	3	2	3	2
Fina block	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grova block	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Häll	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bottenvegetation										
Övervattensväxter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Flytbladsväxter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosettväxter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Submers, hela blad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Submers, fina blad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontinalis (näckmossa)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Övriga mossor	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2
Gröna trådalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Övriga makroalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bilaga 3. Artlista med antal individer för vattendrag 1-5, där U är uppströms traktorspår på ej erosionspåverkad sträcka och N är nedströms traktorspår på erosionspåverkad sträcka

Taxa	1 U	1 N	2 U	2 N	3 U	3 N	4 U	4 N	5 U	5 N
ACARINA, sötvattens kvalster										
Oidentifierad	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
BIVALVIA, musslor										
<i>Pisidium</i> sp. (ärtmusslor)	32	104	1	0	0	0	24	0	0	0
COLEOPTERA, skalbaggar										
Dytiscidae (dykarbaggar)	2	8	0	0	4	0	0	0	3	4
<i>Hydrochus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hydraenidae (palpbaggar)	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
<i>Hydraena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
DIPTERA, tvåvingar										
Chironomidae (fjädermyggor)	126	32	48	52	80	272	48	32	45	44
Culicidae (stickmyggor)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limoniidae (småharkrankar)	2	0	0	0	0	8	4	0	0	0
<i>Eloeophila</i> sp.	0	0	0	0	4	0	12	4	0	0
Simuliidae (knott)	168	544	143	188	0	216	708	540	401	32
Tipulidae (storharkrankar)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EPHEMEROPTERA, dagsländor										
Oidentifierad	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Cloeon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
HETEROPTERA, skinnbaggar										
Oidentifierad	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHAETA, glattmaskar										
Oidentifierad	174	260	15	31	0	8	52	36	21	16
PLECOPTERA, bäcksländor										
Capniidae	0	0	0	0	0	40	0	0	0	4
Nemoridae	0	140	0	0	0	0	0	0	298	160
<i>Nemoura</i> sp.	70	0	92	137	128	204	228	80	0	0
<i>Nemurella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	fanns	0
<i>Leuctra nigra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
TRICHOPTERA, nattsländor										
Limnephilidae	0	0	1	3	4	0	12	8	0	0
<i>Plectrocnemia</i> sp.	14	0	5	2	8	28	12	8	4	0

**EXAMENSARBETEN UTFÖRDA OCH PUBLICERADE VID
INSTITUTIONEN FÖR SKOGLIG MARKLÄRA, SLU FR O M ÅR 2001**

1. Gustafsson, Maria. 2001, Carbon loss after forest drainage of three peatlands in southern Sweden.
2. Isberg, Susanna. 2002. Elementkoncentrationer i gran utmed en markfuktighetsgradient.
3. Munter, Fredrik. 2002. Kloridhalter i gran utmed en depositionsgradient för havssalter.
4. Poggio, Laura. 2002. Epiphytic algae on Norway spruce needles in Sweden – geographical distribution, time-trends and influence of site factors.
5. Zander, Niclas. 2002. Beskogad åkermark – Förändringar av mark-pH efter plantering.
6. Bergkvist, Åsa. 2002. Små skogliga vattendrag i Värmland – Generell beskrivning, förekomst av traktorspår samt spårens inverkan på bottenfaunan.

I denna serie publiceras examensarbeten utförda vid institutionen för skoglig marklära, SLU. Tidigare nummer i serien kan i mån av tillgång beställas från institutionen. De kan också laddas ner från institutionens hemsida: www.sml.slu.se.

Institutionen för skoglig marklära
SLU
Box 7001
750 07 Uppsala
Tel. 018-672212

ISSN 1650-7223
ISBN 91-576-6283-5

Institutionen för skoglig marklära
SLU
Box 7001
750 07 Uppsala
