

Denna syntes är ett utdrag ur rapporten "Naturhänsyn vid avverkning - en syntes av forskning från Norden och Baltikum". I rapporten sammanfattas och syntetiseras 120 vetenskapliga studier som belyser effekten av hänsyn vid slutavverkning av skog. Den första delen behandlar kantzoner utmed vattendrag. Kommande delar har rubrikerna Hänsynsytor, Högstubbar, Död ved, Asp, Kostnadseffektiv hänsyn och Internationella kunskapsöversikter.

Rapporten är framtagen inom forskningsprogrammet Smart Hänsyn och kommer att publiceras i sin helhet våren 2016.

Författare är Lena Gustafsson, SLU, Jan Weslien, Skogforsk, Mats Hannerz och Yvonne Aldentun, Silvinformation.



Syntes

– kantzoner utmed vattendrag

01



Kantzoner utmed vattendrag

Skog utmed vattendrag har ofta särskilda kvaliteter som gynnar den biologiska mångfalden. Luftfuktigheten är hög och miljön är skuggig. Ofta finns mer lövträd än i omgivande skog och i kanten finns särskilda substrat som stenar, fuktiga jordslänter och väl utvecklade trädbaser.

En del partier består också av ofta våt mark. Kantzoner hyser därför ibland arter som är känsliga för störningar som kalavverkning. En vanlig åtgärd är att lämna en träd- eller buskbevuxen zon kring vattendraget. Kantzonens påverkan på olika arter har varit föremål för olika vetenskapliga studier, liksom betydelsen av bredden på zonen och olika miljöfaktorer.

”Sex av tio rödlistade arter fanns kvar i kantzonen”

Begränsat antal studier

Endast ett 10-tal studier av naturhänsyn i form av kantzoner utmed vattendrag har utförts i Sverige, Norge och Finland, och ingen i Baltikum. Olika organismgrupper som mossor, lavar, kärlväxter, fåglar, småfjärilar och landsnäckor har varit i fokus. Flest studier har gjorts i Sverige där framförallt mossor studerats. Nyligen har en kunskapsöversikt gjorts över kantzoners effekt på både vattenkvalitet och biologisk mångfald (8).

Rikare mångfald i kantzoner än på angränsande hyggen

Flera studier visar att antalet arter och förekomster av organismer är högre om kantzonen är trädbevuxen jämfört med om den är kalavverkad. Vilka arter som förekommer beror på miljöförhållandena i och omkring vattendraget.

I en studie minskade täckningen av mossor kraftigt (ner till 30 %) efter kalavverkning, men mindre (ner till 60 %) om kantzonen var trädbevuxen (4). När samma studie upprepades 10–11 år efter avverkningen hittades 60 % av arterna i kantzoner men bara 20 % på de avverkade ytorna (6). I samma studieområde framkom att antalet arter och individer av landsnäckor var högre i kantzoner jämfört med på hyggesytorna (6). Höga pH-värden och förekomst av block bidrog till fler arter av mossor i kantzoner (5).

I en finsk studie över nattflyn och mätare fanns ingen skillnad mellan kantzoner och gammal skog men däremot hade hyggena lägre art- och individantal (9). Kantzonerna i studien var mycket breda, 30 – 70 meter. Två av arterna var vanligare i kantzoner än i gammal skog och författarna diskuterar att för dessa kan kantzoner eventuellt fungera som spridningskorridorer.

Kantzoners bredd betyder mycket

Den enda studien där effekten av kantzoners bredd undersökts är gjord i Norge. I den hittades ett starkt samband mellan kantzonsbredd och antalet fågelarter, ju bredare desto fler arter, upp till 30 m från vattendragen. Fler arter fanns i rika än fattiga vegetationstyper och artantalet gynnades också av en hög andel gran och låg genomsiktighet. Vissa arter som fanns i skog saknades helt i kantzoner, t.ex. duvhök, nötväcka och större hackspett (7). I några svenska studier har kantzoner med 10 m bredd undersökts och forskarna drar slutsatsen att detta inte är tillräckligt för att bevara artsamhällena av landsnäckor och mossor (2, 3).

Praktiska råd

- Hyggen bör inte tas upp samtidigt på båda sidor om ett vattendrag.
- Kantzonerna bör vara särskilt breda där det finns mycket upphöjda substrat som lågor och stenar
- Kunskapsöversikten över vattenkvalitet och biologisk mångfald ger rådet att koncentrera kantzoner till större utströmningsområden, dvs. till blöta marker, eftersom det där finns en hög artrikedom av kärlväxter samtidigt som det är gynnsamt för vattenkvaliteten. Enligt andra forskare bör man om man vill bevara landsnäckor och mossor istället lämna särskilt breda kantzoner på friska-fuktiga marker eftersom sådana arter överlever bättre på blöta än frisk-fuktiga marker.
- Det är svårt att baserat på studierna rekommendera en specifik bredd för kantzoner. 10 meter verkar dock för lite för att bevara alla mossor och landsnäckor. De norska fågelforskarna föreslår att minst 30 m breda kantzoner bör lämnas.



Effekter kvarstår länge i kantzoner

I en studie av ett antal bestånd i Norrland framkom att mossfloran vid vattendrag där kanterna avverksats 30–50 år tidigare var utarmad jämfört med kantzoner i gammal skog (1). Artantalet var även lägre jämfört med nyligen lämnade kantzoner, men högre än på hyggen. I en studie av mossor hade kantzonerna fortfarande en viktig roll ett tiotal år efter avverkning (6). Sex av tio rödlistade mossor fanns kvar jämfört med bara två av tio på de intilliggande, öppna hyggesytorna.

Högre artantal och överlevnad på våta än på friska och fuktiga marker

I en studie i Mellannorrland klarade landsnäckor avverkning utmed kantzoner bättre på våta än friska-fuktiga marker, och våta miljöer kan därför enligt författarna fungera som refugier för dessa arter (6). En förklaring är att moss-täcket, som är fuktighetshållande, förblev intakt.

Refererade källor

1. Dynesius, M. & Hylander, K. 2007. Resilience of bryophyte communities to clear-cutting of boreal stream-side forests. *Biological Conservation* 135, 423-434. - Sid 6
2. Hylander, K., Jonsson, B G. & Nilsson, C. 2002. Evaluating buffer strips along boreal streams using bryophytes as indicators. *Ecological Applications* 12(3), 797-806. - Sid 7
3. Hylander, K., Nilsson, C. & Göthner, T. 2004. Effects of buffer-strip retention and clearcutting on land snails in boreal riparian forests. *Conservation Biology* 18(4), 1052-1062. - Sid 8
4. Hylander, K., Dynesius, M., Jonsson, B G., & Nilsson, C. 2005. Substrate form determines the fate of bryophytes in riparian buffer strips. *Ecological Applications* 15 (2), 674-688. - Sid 9
5. Hylander, K. & Dynesius, M. 2006. Causes of the large variation in bryophyte species richness and composition among boreal streamside forests. *Journal of Vegetation Science* 17, 333-346. - Sid 10
6. Hylander, K. & Weibull, H. 2012. Do time-lagged extinctions and colonizations change the interpretation of buffer strip effectiveness? – a study of riparian bryophytes in the first decade after logging. *Journal of Applied Ecology*. 49, 1316-1324. - Sid 11
7. Hågvar, S., Nygaard, P. & Bækken, B.T. 2004. Retention of forest strips for bird-life adjacent to water and bogs in Norway; effect of different widths and habitat variables. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19, 452-465. - Sid 12
8. Kuglerová, L., Ågren, A., Jansson, R. & Laudon, H. 2014. Towards optimizing riparian buffer zones: Ecological and biogeochemical implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 334, 74-84. - Sid 13
9. Mönkkönen, M. & Mutanen, M. 2003. Occurrence of moths in boreal forest corridors. *Conservation Biology* 17, 468-475. - Sid 14



Kantzoner hjälper mossor att överleva avverkningen

Ett referat av: Dynesius, M. & Hylander, K. 2007. Resilience of bryophyte communities to clear-cutting of boreal stream-side forests. *Biological Conservation* 135, 423-434.

Miljön kring ett vattendrag är ofta gynnsam för mossor. Men vad händer med mossorna när skogen avverkas? En studie i norra Sverige visade att antalet arter av levermossor och bladmossor minskar efter kalavverkning. Mossor på stenar och ved missgynnas också. Effekten är stor de närmaste åren efter avverkning men kvarstår till viss del även efter 30-50 år. Om en kantzon lämnas runt vattendraget mildras effekterna och även känsliga arter kan överleva. Det är dock osäkert hur deras överlevnad ser ut på lång sikt.

Kantzoner avverkade nyligen, för 30-50 år sen och avverkningsmogen skog jämfördes

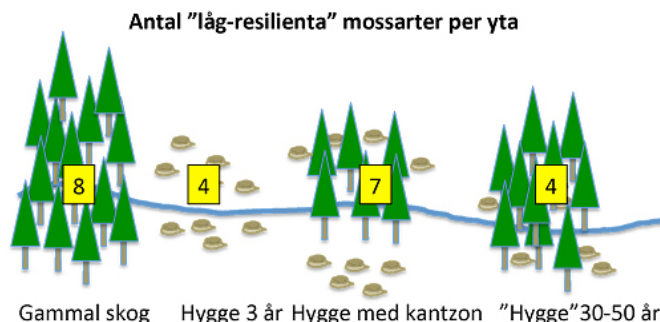
Studiens huvudsyfte var att undersöka de kortsiktiga effekterna på mossor längs skogsvattendrag efter kalavverkning, och om effekterna kvarstår när beståndet har vuxit upp. I två parallella studier undersöktes mossor i en 10 meter bred zon närmast vattendragen. I den ena studierades de kortsiktiga effekterna, 2,5 år efter avverkning, i ett område i södra Norrland. Ytorna inventerades före och tredje sommaren efter avverkning. I den andra studien undersöktes de långsiktiga effekterna. Områden avverkade för 30-50 år sedan jämfördes med ståndortsmässigt jämförbara ytor i avverkningsmogen skog, i olika delar av Norrland.

I samtliga provytor gjordes en noggrann inventering av alla mossor och totalt registrerades nästan 300 arter. Mossorna klassificerades med hänsyn till huvudsaklig livsmiljö i fyra grupper: skogslevande arter; klippor, öppna våtmarker och störda miljöer som vägkanter och flodbänkar. De delades dessutom in i substratgrupper, t.ex. konvexa substrat som stenar, lågor och trädbaser.

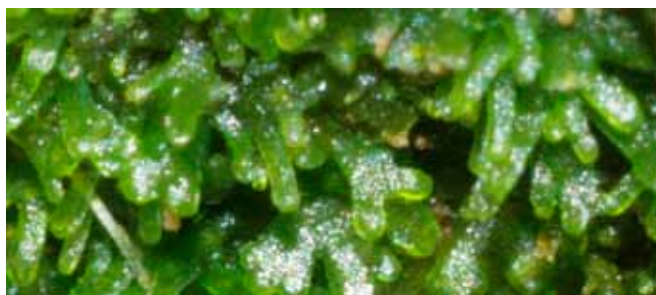
En särskild grupp klassades som arter med låg resiliens, d.v.s. arter som har svårt att återhämta sig. Det var arter som fanns i färre antal efter kalavverkning i både långtids- och korttidsförsöket.

Kalavverkning påverkar en hel del arter negativt

I korttidsförsöket var antalet levermossor och arter knutna till lågor och stenar högre efter 2,5 år i den sparade än i den avverkade kantzonen. Långtidsförsöket visade att dessa skillnader bestod fortfarande efter 30-50 år. Samtidigt gjorde avverkningen att en del störningsgynnade arter ökade men denna ökning hade dock försvunnit efter 30-50 år. Ett stort antal arter var knutna till den avverkningsmogna skogen, t.ex. 5 av 7 rödlistade arter.



Många levermossor längs vattendrag minskar efter kalavverkning och effekten kvarstår även 30-50 år efter hyggesupptagningen. I studien såg man dock att vissa låg-resilienta arter (arter som har svårt att återhämta sig) klarade sig bättre om en kantzon lämnas runt vattendraget.



Exempel på en art som missgynnas av kalavverkningen (överst), fingerbål-mossa (*Riccardia palmata*), och en art som i stället gynnas av avverkning (nederst), sumpsidenmossa (*Plagiothecium denticulatum*). Foton från Wikipedia commons (Hermann Schachner och Kristian Peters).

Kantzoner kan hjälpa känsliga arter

De arter som hade svårast att anpassa sig till miljöförändringen efter en kalavverkning är också de arter som har störst behov av naturhänsyn. Kantzoner kring vattendrag gjorde att färre känsliga mossarter försvann i den utförda studien. Om arterna förmår överleva långsiktigt och sprida sig ut i det uppväxande beståndet finns det ännu inget svar på. ■

Mossor som indikatorer på miljöförändringar längs skogliga vattendrag

Ett referat av: Hylander, K., Jonsson, B.G. & Nilsson, C. 2002. Evaluating buffer strips along boreal streams using bryophytes as indicators. Ecological Applications 12(3), 797-806.

Många mossor är känsliga för förändringar i mikroklimatet, och kan därför fungera som indikatorer på miljöförändringar. I den här studien har forskare placerat ut tre mossarter i olika bäcknära skogsmiljöer och studerat hur de har reagerat under en tre månader lång period. I den intakta skogen växte de transplanterade mossorna bra. På hygget växte de däremot mycket lite, och många skott av mossorna dog. En kantzon runt bäcken hade en viss positiv effekt på våta marker, däremot en lägre effekt på friska-fuktiga marker.

Effekten av kantzoner vid skogs bäckar

Studiens syfte var att undersöka miljöförändringarna efter kalvhuggning med och utan en kantzon kring skogliga vattendrag. Kantzonerna var ungefär 10-15 meter breda på vardera sidan om vattendraget. Tre mossarter användes som indikatorer – mörk husmossa (*Hylocomastrum umbratum*), skogssäckmossa (*Calypogeia integristipula*) och stor lobmossa (*Tritomaria quinqueidentata*). Alla dessa växer naturligt i fuktiga och skuggiga miljöer i området, men har lite olika preferenser på växtplats. Referensytor lades ut i intakt skog. Alla försöksled upprepades sex gånger på våta respektive friska-fuktiga marker i ett brukat barrskogslandskap i Västerbotten.

Mossorna växte i odlingskrukor som placerades i de olika miljöerna strax efter midsommar. Efter tre månader mättes deras tillväxt. I några fall var tillväxten negativ eftersom mossorna hade dött. Den aktuella sommaren (1999) var varmare och torrare än normalt, vilket kan ha påverkat resultaten.

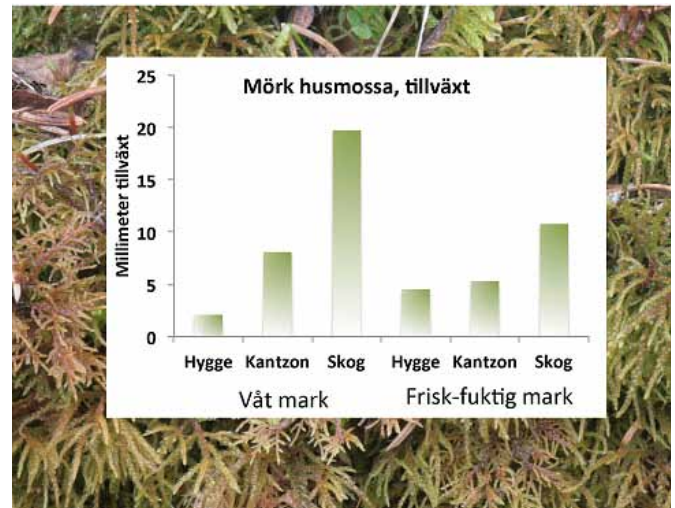
Effekt på våta marker

De tre mossarterna var utvalda för att de har lite olika växtsätt. Mörk husmossa är en bladmossa som växer på marken i skuggiga skogar. Skogssäckmossa växer på substrat som trädbaser, död ved och på blottad humusrik skog, medan stor lobmossa ofta växer inbäddad med andra marklevande mossor på våta marker. Den växer dessutom på skuggiga, våta klippor. Den mörka husmossans tillväxt kunde mätas i absoluta tal (millimeter), medan levermossorna mättes i relativa tal.

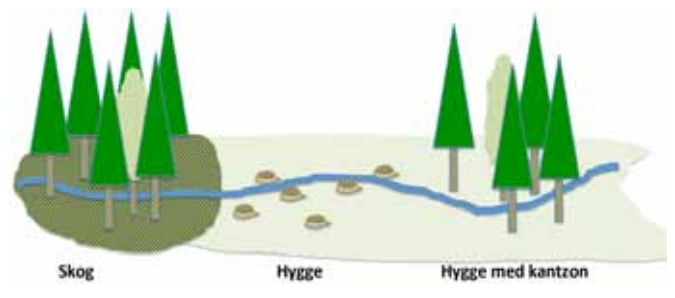
Efter tre månader hade alla mossor växt bäst i referensytan, med undantag för stor lobmossa som växte bäst i kantzonen på våta marker. Allra sämst växte mossorna i de kalavverkade ytorna. De båda levermossorna hade till och med en negativ relativ tillväxt där. Mossorna växte nästan lika dåligt i kantzoner på friska-fuktiga ytor som på hyggena.

Bredare kantzoner på friska-fuktiga marker

Kantzoner har en viss positiv effekt på mossorna även om de inte kan kompensera för miljön i den intakta skogen.



Mörk husmossas tillväxt på våta och friska-fuktiga marker runt vattendrag i skogen. Foto på mörk husmossa: Hermann Schachner, Wikipedia commons.



Försöksleden intakt skog, hygge och hygge med kantzon studerades på 12 platser vardera – 6 våta och 6 friska-fuktiga miljöer.

Författarna drar därför slutsatsen att kantzoner runt skogliga vattendrag bör vara bredare än de 10-15 meter på varje sida som användes i studien, särskilt i friska-fuktiga miljöer. Denna slutsats motsäger de då gängse rekommendationerna i skogsbruket, som säger att kantzoner bör vara bredare på våta marker. ■

Snäckor gynnas av kantzoner runt skogsbäckar

Ett referat av: Hylander, K., Nilsson, C. & Göthner, T. 2004. Effects of buffer-strip retention and clearcutting on land snails in boreal riparian forests. Conservation Biology 18(4), 1052-1062.

Landsnäckor har dålig spridningsförmåga och de anses därför känsliga för miljöförändringar. Många landsnäckor är beroende av fuktig förna med högt kalciumförråd. Fuktiga, bäcknära miljöer och särskilt sådana med mycket lövträd och högt pH är platser där landsnäckor trivs. Men vad händer när skogen avverkas?

Landsnäckor inventerades i 15 avverkade bestånd

Studiens syfte var att undersöka hur landsnäckor längs skogliga vattendrag påverkas av kalhuggning, och om en kantzon kring en bäck kan mildra effekterna. Studien utfördes i Västernorrland och Jämtlands län där 15 skogsbestånd med vattendrag undersöktes. I varje bestånd gjordes en kalavverkning ner till vattendraget på en sträcka, och på en annan sträcka lämnades en kantzon på 10 meter på vardera sida av bäcken. Utöver dessa valdes 10 intakta referensbestånd i naturreservat.

Snäckorna inventerades i transekter före och 2,5 år efter avverkningen. Så långt som möjligt identifierades snäckorna till art, men i vissa fall fick man nöja sig med släkte eller grupper av arter. Miljövariabler registrerades som markfuktighet, förekomst av klippor, grundyta av träd och täckning av träd, buskar, mossor och kärlväxter.

Minst effekt av kalhuggning på våta marker

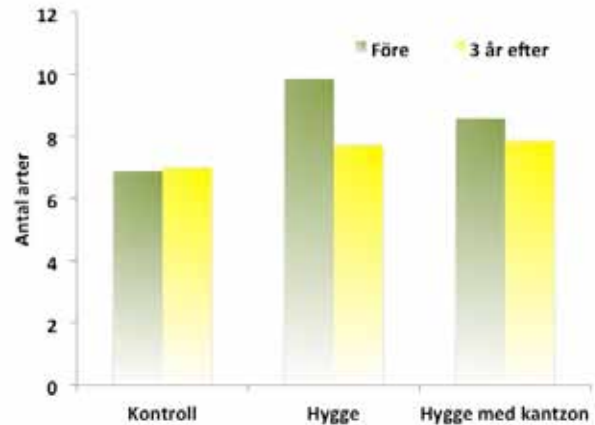
Både antalet individer och arter av landsnäckor minskade efter avverkning där kantzon inte lämnats, även om det var signifikant bara för artantalet. I 13 av 15 bestånd minskade antalet arter efter kalavverkning. En minskning sågs också i kantzoner där träd lämnats, även om minskningen inte var statistiskt signifikant.

En modell som tog hänsyn till miljöfaktorerna tydde på att kalhuggning hade minst effekt på våta marker med ett intakt mosstäcke. I kantzoner var dessutom grundytan en viktig förklarande variabel – ju högre grundyta av de kvarlämnade träden, desto fler arter återfanns.

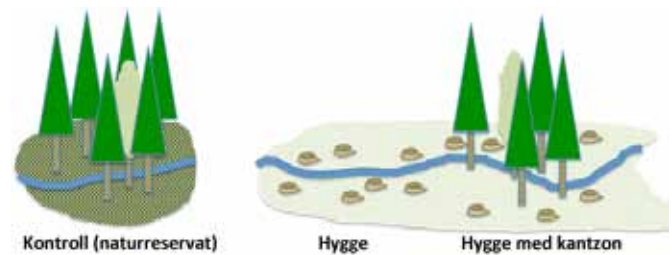
Tre arter visade en signifikant nedgång på kalhyggesytorna, däribland den rödlistade glanssnäckan (*Vertigo ronnebyensis*) som återfanns på enbart 5 av de 13 ytor där den fanns före avverkningen. I kantzoner var det två arter som hade minskat signifikant.

Våta marker ett refugium för landsnäckor

En slutsats från studien är att kalavverkningen påverkar landsnäckorna radikalt och leder till en minskning på de flesta ytor. På de ytor som klassades som våta påverkades dock landsnäckorna mindre eller inte alls. En förklaring som ges är att mosstället förblev intakt och att den underliggande förnan inte utsattes för solsken. Våta marker kan därför fungera som refugier för landsnäckor efter avverkning.



Antal arter av landsnäckor per yta i de tre olika försöksleden före och 3 år efter avverkningen



Försöksleden hygge och hygge med kantzon studerades i 15 bestånd. 10 intakta skogsbestånd (naturreservat) användes som referens.

Resultaten tydde också på att olika arter har olika känslighet för förändringar. Studien var dock inte tillräckligt omfattande för att kunna uttala något om enskilda arter.

Kantzoner visade en förändring som låg mellan referensytorna och kalytorna. Kantzoner kan därför ha en positiv effekt på landsnäckorna men de behöver sannolikt vara bredare än de 10 meter som använts i studien, enligt författarna. ■

Mossor på upphöjda substrat kräver bredare kantzoner kring skogliga vattendrag

Ett referat av: Hylander, K., Dynesius, M., Jonsson, B G., & Nilsson, C. 2005. Substrate form determines the fate of bryophytes in riparian buffer strips. Ecological Applications 15 (2), 674-688.

Många mossarter klarar sig bättre i kantzonen längs skogliga vattendrag än på hygget. En kantzon på 10 meters bredd räcker dock inte för att bevara alla arter. Framför allt levermossor på upphöjda substrat som lågor och stenar minskar även med en lämnad kantzon. Bredare kantzoner kan krävas på platser där det finns många känsliga arter, däribland rödlistade mossor.

Mossor inventerade i 15 avverkade bestånd

Denna studie syftade till att utvärdera kantzonernas effekt på mossor i bäcknära skogliga miljöer. Studien utfördes i södra Norrland (Medelpad och östra Jämtland). Totalt undersöktes 15 bestånd som avverkats och 10 referensbestånd i naturreservat. I varje bestånd hade en sträcka längs bäcken kalavverkats ända ner till vattnet och på en annan sträcka hade en 10 meter bred kantzon lämnats på varje sida om skogsbäcken. I varje försöksled och inom varje område inventerades en yta på 1000 m² uppdelad i fem delar på 200 m².

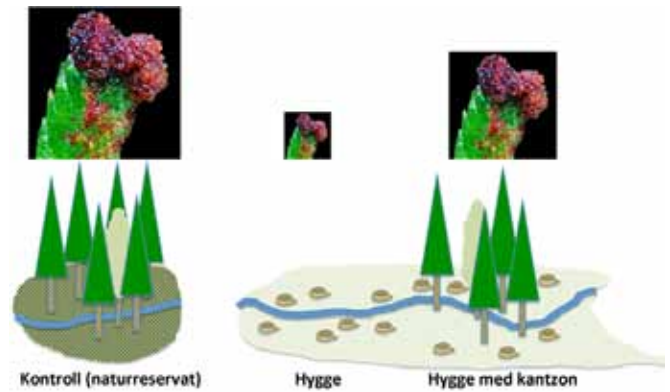
Mossorna inventerades före och 2,5 år efter avverkningen. I analysen var man särskilt intresserad av vilka typer av mossor som hade påverkats och vilka substrat och miljöer de växte i.

Hälften av rödlistade arter kvar i kantzonen

Före avverkningen var mossornas täckningsgrad lika i de tre försöksleden (80-85 %). Efter avverkningen minskade den till 64 % i kantzonerna och 27 % i de kalavverkade ytorna. Artsammansättningen i kantzonen och på hygget var statistiskt skild från kontrollytorna i naturreservat. Det visade sig att arter som växte på upphöjda substrat (trädbaser, lågor, stenar och frisk mark) minskade både i kantzonen och på hygget, men i högre grad på hygget. I liten skala (200 m²-ytor) hade hygget förlorat ungefär två arter per provyta jämfört med kantzonen.

Artförändringen i kantzoner och på hyggen jämfört med kontrollytorna berodde främst på att arter hade försvunnit men en del pionjärarter också hade tillkommit (arter som kan dyka upp på till exempel bar jord i vägkanter och på flodbänkar). Här var det dock skillnad mellan bladmossor och levermossor. För bladmossorna var det främst nyttillkomna arter som bidrog till förändringen. För levermossor var det i stället arter som hade försvunnit. I kantzonerna hade 25 % av levermossarterna försvunnit och på hygget 43 %, när man tittade i de små 200 m²-ytorna.

I försöksytorna fanns flera rödlistade arter. Dessa drabbades hårt av avverkningen. 90 % av deras kolonier försvann i hyggesytorna och hälften i kantzonerna. De fyra vanligaste rödlistade arterna tillhörde de som drabbades hårdast: vedtrappmossa (*Anastrophyllum hellerianum*), vedsäckmossa (*Calypogeia suecica*), liten hornflikmossa (*Lophozia ascendens*) och vedflikmossa (*Lophozia longiflora*).



I kantzonerna fanns hälften av de rödlistade arterna kvar och på de kalavverkade ytorna bara 10 % jämfört med tillståndet före avverkning. Bilden visar den rödlistade vedtrappmossan (*Anastrophyllum hellerianum*), en av de arter som drabbades av avverkningen. Foto: Des Callaghan, Wikipedia commons

Kantzoner kan rädda många, men inte alla, arter

Författarna drar slutsatsen att kantzoner fyller en viktig funktion eftersom mosstäcket förblev mer eller mindre intakt och att antalet försvunna arter var betydligt lägre än i de kalavverkade ytorna. Kantzonerna kan dock inte bevara alla arter jämfört med den gamla, icke avverkade, skogen. Mossor på upphöjda substrat drabbas hårdast, medan mossor i sänkor och på våt mark klarade sig relativt oskadda.

Mossfloran i våta, strandnära miljöer är ofta rikare än omgivande skog. Därför är det extra viktigt att ta hänsyn till den vid avverkning. Kantzoner med träd och buskar kan fungera som ett refugium för många arter, men deras funktion påverkas av risken för vindfällning. I bäcknära miljöer med mycket mossor på upphöjda substrat, och med mycket levermossor, behöver kantzonerna vara bredare. Dessutom föreslår författarna att hyggen inte bör tas upp samtidigt på båda sidor om ett vattendrag. ■

I samma område har en studie om landsnäcker utförts: Hylander et al. 2004. "Sniglar gynnas av kantzoner runt skogsbänkar"

Substratkvaliteten viktig för rödlistade mossor i kantzoner mot vattendrag

Ett referat av: Hylander, K. & Dynesius, M. 2006. Causes of the large variation in bryophyte species richness and composition among boreal stream-side forests. *Journal of Vegetation Science* 17, 333-346.

Kantzoner mot vattendrag är ofta artrika och värdefulla refugier för många mossor, särskilt på våta och högproduktiva marker. I denna studie undersökte två forskare vilka faktorer som påverkar mossornas sammansättning i de bäcknära miljöerna och vilken betydelse dessa miljöer har för arternas förekomst i ett landskapsperspektiv. En slutsats var att kvaliteten på den bäcknära miljön var viktig för rödlistade mossor. Miljöer med upphöjda substrat kunde rymma många arter som är känsliga för skogsbruk.

37 skogsbestånd i Norrland

Totalt undersöktes 37 skogsbestånd i mellersta Norrland (Medelpad, Jämtland och Västerbotten). Alla bestånd hade ett fullmoget trädskikt av gran, tall och lövträd, och ett mindre vattendrag (å eller bäck) som flöt genom beståndet.

Mossorna inventerades i provtytor i alla bestånd. Dessutom noterades ståndortsfaktorer som markfuktighet och täckningsgrad av trädkronor, buskar, fält- och bottenkikt, samt förekomst av substrat som stenar, håligheter, exponerad mineraljord och död ved. pH skattades indirekt med kunskap om vilka surhetsgrader olika mossarter föredrar.

Högt pH och block viktigast för artantalet

Antalet mossarter varierade mellan 34 och 125 i de 1000 m² stora provtytor. De mest artrika miljöerna hade högt pH och mycket uppstickande block. Artrikedomen var dock inte korrelerad med förekomst av våt och fuktig mark eller med trädens grunddyta. De mest artrika miljöerna hade också en hög andel arter som normalt inte är skogsarter.

Blad- och levermossor skiljde sig något åt genom att bladmossornas artantal var mest korrelerade med högt pH medan levermossorna samvarierade med förekomsten av block och stenar. Något förvånande var artantalet av vedlevande mossor bara svagt korrelerat med förekomsten av död ved, däremot starkare korrelerat med pH.

Basiska bäckmiljöer ger ett varierat utbud

Den starka effekten av pH på artantalet kan förklaras av att neutrala eller basiska miljöer har ett bredare spektra av mikrohabitat. Även om pH är högt i marken så finns det surare miljöer som stubbar, lågor och stenar. Det skapar ett större utbud av miljöer som kan hysa flera olika arter.

Totalt hittades 12 rödlistade mossarter. Sju av dessa var knutna till ved och de utgjorde 90 % av alla fynd av rödlistade mossor. Det fanns ingen tydlig korrelation mellan provtyornas artrikedom och förekomst av rödlistade arter, vilket tyder på att det inte räcker med att skydda artrika miljöer. Det är lika



Kantzoner mot vattendrag tillhör de mest artrika miljöerna för mossor i skogen. Högt pH och mycket block och sten indikerar högt artantal. Foto: Mats Hannerz.

viktigt att väga in vilka substrat som finns, och för de rödlistade arterna är det till stor del förekomsten av död ved i olika nedbrytningsgrader. ■

Kantzoner mot vatten viktiga för mossor under minst 10 år

Ett referat av: Hylander, K. & Weibull, H. 2012. Do time-lagged extinctions and colonizations change the interpretation of buffer strip effectiveness? – a study of riparian bryophytes in the first decade after logging. *Journal of Applied Ecology*. 49, 1316-1324.

Kunskap om naturhänsynens effekter på lång sikt är viktig. Försvinner arter i de kvarlämnade områdena? I vilken utsträckning vandrar nya arter in? Det kommer att ta tid att få svar eftersom modern hänsyn bara tagits i några decennier. I en studie i södra Norrland studerade forskare överlevnaden hos mossor i kantzoner mot vattendrag 2,5 och 10,5 år efter avverkning. Sex av tio rödlistade mossor fanns kvar i kantzoner efter 10 år, medan bara 2 av 10 återfanns på de intilliggande, öppna hyggesytorna.

13 kantzoner i Västernorrland och Jämtland studerades

Tretton blandskogar (gran, tall och björk) 90-150 år gamla som genomkorsades av ett vattendrag ingick i studien. Mossor inventerades i utlagda provytor i de områden som skulle bli kantzoner dels före avverkning (1998) dels efter avverkning (2001 och 2009). Inventeringar gjordes också i likartade referensbestånd som inte avverkades, samt på hygget utanför kantzonen. I studien särskilde man känsliga, rödlistade mossor från övriga mossor.

280 mossor

Totalt hittade man 280 olika arter av mossor i de utförda inventeringarna. Man kunde också se att artsammansättningen förändrades mellan inventeringstillfällena i såväl kantzoner som i avverkade områden och referensområden.

Vissa arter försvinner, andra kommer till

Från den första inventeringen 1998 till den sista (2009) hade 12 % av mossarterna försvunnit från kantzoner, 18 % från de avverkade områdena och 7 % från referensområdena. Samtidigt kunde man se en nyetablering av arter både i kantzoner och i de avverkade områdena som var högre än i referensområdena.

Rödlistade mossor får svårt på hygget

Bland de rödlistade mossorna återfanns 60 % av arterna i kantzoner efter den senaste inventeringen, medan endast 20 % återfanns i de avverkade områdena. I referensområdena var överlevnaden signifikant högre. Intressant är också att de rödlistade arter som försvann hade försvunnit redan vid den första återinventeringen. Dessa arter reagerade alltså snabbt på omvärldsförändringen vilket indikerar att deras klassning som rödlistade verkligen är motiverad.

Kantzoner fungerar

Den utförda studien visar på det stora värdet av kantzoner för mossor, men sannolikt också för andra arter. Kantteffekter på grund av förändringar i mikroklimatet har för mossor upp-



I kantzoner överlevde 60 % av de rödlistade mossorna, och på hygget bara 20 %. Foto: Nic Kruys.

mäts så långt som 40-50 meter in i frisk, boreal skog. Men även smala kantzoner fyller en viktig funktion. I de studerade områdena hade en del träd fallit omkull från 1998 till 2009. Det gjorde att krontäckningsgraden minskat något i ytorna samtidigt som mängden död ved ökat. Denna ved var emellertid alltför ung för att kunna få något positivt genomslag i den utförda studien.

Det är fortsatt intressant att följa hur kantzoner kan varieras och optimeras med hänsyn till både skogsbruk och mångfaldsaspekter. Inte minst är de långsiktiga effekterna viktiga att fortsätta undersöka. ■

Kantzoner uppskattas av fåglar

Ett referat av: Hågvar, S., Nygaard, P. & Bækken, B.T. 2004. Retention of forest strips for bird-life adjacent to water and bogs in Norway; effect of different widths and habitat variables. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19, 452-465.

Naturhänsyn i form av kantzoner mot sjöar, vattendrag och myrar har praktiserats länge i Norden, men det biologiska värdet av denna hänsyn är fortfarande bristfälligt känt. En grupp norska forskare undersökte kantzonerens betydelse för häckande fåglar och kom fram till att kantzoner är bra hänsyn. Artrikast är kantzoner mot vatten.

Kantzoner jämfördes med slutna skog

Kantzoner lämnas både för att skydda vattenmiljöer, till gagn för landlevande organismer och av estetiska skäl. De kantzoner som lämnas av skogsbruket i samband med avverkning varierar i bredd. I den utförda studien har man undersökt förekomsten av häckande fåglar i kantzoner indelade i tiometersklasser upp till 100 meters bredd och jämfört resultatet med häckfågelförekomsten i uppvuxen skog. Mellan 1989 och 1992 räknade man antalet häckfåglar i 370 kantzoner i sydöstra Norge. Varje plats besöktes en gång, under tidig morgon, i maj-juni. En rad uppgifter om kantzoner samlades in, som: bredden på kantzonen, dominerade vegetationstyp, trädhöjd, grundtyta, träd täckningsgrad, genomsiktighet (densitet), lutning och exposition. Som jämförelse undersöktes förekomsten av häckfåglar i äldre skog i närheten av Oslo år 2000.

Kantzonsens bredd viktigaste faktorn

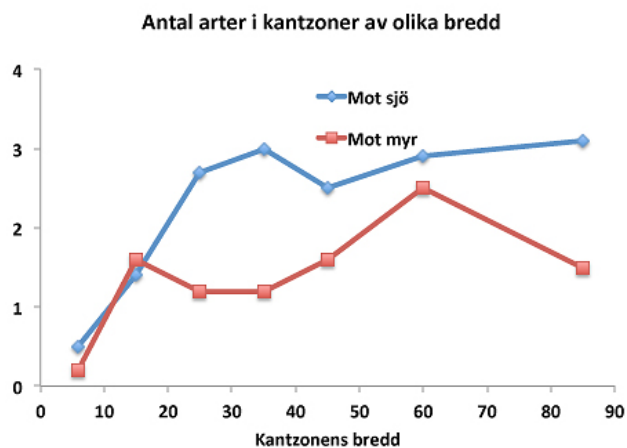
Det visade sig att kantzonsens bredd var den viktigaste faktorn för en hög fågeltäthet, följt av grundytan av gran i kantzonen och låg genomsiktighet. Faktorer som bidrog till att sänka fågeltätheten var lågproduktiva vegetationstyper och mycket tall. Fågeltätheten var också generellt högre i kantzoner mot vatten jämfört med kantzoner mot myr.

Nitton fågelarter utgjorde mer än 90 % av de observerade häckfågeln i kantzoner. Lövsångare, bofink, bergfink, kungsfågel och trädpiplärka utgjorde tillsammans två tredjedelar av de observerade häckfågeln både i den slutna skogen och i kantzoner bredare än 10 meter.

Extra metrar betydelsefulla

Artantalet fåglar ökade med kantzonsens bredd upp till 30 meter mot vatten, medan en signifikant ökning i artantalet endast sågs upp till 20 meters bredd i kantzoner mot myr. Det studerade antalet kantzoner mot myr var emellertid något lägre i studien och dessa resultat är därmed något osäkrare. Några extra meters bredd på kantzonen hade en positiv inverkan på såväl artantalet som individantalet i intervallet 11-30 meter i materialet som helhet.

I de smalaste kantzoner, mellan 2-10 meter, var antalet häckande fåglar generellt lägre och där var öppenmarksarter som gulärta och sävsparv vanligare. I den smalaste kantzonen



Siffrorna visar antal arter per 100 meter lång kanton av olika bredd mot sjö och mot myr.

kunde man heller inte se något samband mellan antalet fågelarter och vegetationstyp. Den skillnaden var desto tydligare i kantzoner med 11-20 respektive 21-30 meters bredd, där artantalet ökade ju rikare vegetationstypen var.

Fler arter än i den slutna skogen...

Den genomsnittliga fågeltätheten i den slutna skogen var bara en tredjedel så stor som i kantzoner med 11-30 meters bredd. Medan man kunde notera 20 fågelarter i kantzoner på sammanlagt 5-10 ha krävdes det upp till 40 ha skogsmark för att stöta på lika många arter.

...men vissa arter saknas i kantzoner

Å andra sidan fortsatte man att stöta på nya fågelarter i skogen även då de sammanhängande skogsområdena var upp till 70-80 ha stora. Arter som duvhök, nötskrika, ringduva, större hackspett, gröngöling och nötväcka hittades inte alls i de inventerade kantzoner med upp till 100 meters bredd.

Både kantzoner och skyddade områden behövs

Kantzoner är en viktig typ av naturhänsyn, särskilt för de fåglar som är generalister eller trivs i brynmiljöer. Men i barrskogsregionen i Fennoskandien finns också fåglar som behöver större sammanhängande områden med gammal skog för sin överlevnad. Skydd av stora sammanhängande skogsområden är därför ett viktigt komplement till sparande av kantzoner i den brukade skogen. ■

Kunskapsöversikt över kantzoner utmed vattendrag

Ett referat av: Kuglerova, L., Ågren, A., Jansson, R. & Laudon, H. 2014. Towards optimizing riparian buffer zones: Ecological and biogeochemical implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 34, 74-84.

En litteraturgenomgång har gjorts om kantzoner utmed vattendrag från boreala och tempererade områden. De utgår från hydrologin och tar upp olika ekologiska funktioner men också den biologiska mångfalden. De poängterar att utströmningsområden är mycket viktiga ur en rad aspekter och att kantzoner bör prioriteras till sådana områden. Digitalt kartmaterial om grundvattenflödet i skogslandskapet är ett utmärkt underlag för att identifiera utströmningsområden och för att planera hänsyn till vattendrag.

En svensk forskargrupp

Sammanställningen har gjorts av forskare vid Umeå universitet och SLU. Syftet var att sammanfatta kunskapen om hydrologiska principer och hur dessa styr olika ekologiska processer. Särskilt vikt lades vid utströmningsområden och avsikten var att resultatet skulle kunna tillämpas i praktiken.

Kantzoner har hög biologisk mångfald

Artrikedomen är ofta högre i kantzoner mot vattendrag jämfört med annan skog och artsammansättningen är också ofta speciell. Detta gäller kärlväxter och mossor men sannolikt också t.ex. fåglar och skalbaggar. Det är framförallt vattendynamiken som ger upphov till störningar och därmed många nischer. Konkurrensen mellan arter är förhållandevis låg vilket gör att många kan finnas på samma plats. Kantzonerna är också viktiga för den biologiska mångfalden i vattnet eftersom träden till viss del styr vattentemperaturen och ger skugga. Organiskt material från kantzonen är också viktigt för många akvatiska organismer.

Utströmningsområden skiljer ut sig

Författarna jämför via litteraturen ekologiska funktioner i utströmningsområden med kantzoner som saknar utströmmande vatten. Utströmningsområden kan ha en positiv betydelse för upptag av kväve och fosfor eftersom vattnet ofta är mer stillastående och rotkontakten är stor. De kan också vara mindre erosionskänsliga och fånga upp sediment bättre, på grund av ofta högre täckning på vegetationen. De anses också lagra kol bättre eftersom marken är fuktigare och vegetationen är rikligare. En del negativa egenskaper hos utströmningsområden listas också, t.ex. att de kan ha högre avgång av växthusgasen metan och kvicksilverhalten kan vara hög vilket innebär en risk för läckage till vattendraget.

Hotspots



Författarna förordar varierande bredd på kantzonerna, med större bredd i utströmningsområden. Norrbotten. Foto: Lena Gustafsson.

Utströmningsområdenas ringa areal jämfört med kantzonerna som helhet och deras speciella ekologiska funktioner, gör att de ibland kallas "hotspots". Till detta bidrar också att den biologiska mångfalden ofta är ännu artrikare jämfört med andra kantzoner och att de ofta hyser speciella arter. Författarna framför att hotspotegenskaperna ofta är kopplade till att trädtaget är någorlunda intakt.

Spara mest skog i utströmningsområden

Hydrologiska aspekter är viktiga att beakta vid planering av generell hänsyn eftersom de är viktiga för olika ekosystemtjänster. Författarna är kritiska till att fasta bredder på kantzoner ofta används av svenskt skogsbruk eftersom de resulterar i homogena kantzoner som avviker från naturskogslandskapets mer varierade mönster. På grund av det mycket stora antalet vattendrag kan det också vara ineffektivt att göra lika överallt, eftersom kantzonerna då riskerar att bli mycket smala. De förordar istället att bredden varierar och att mest skog sparas i utströmningsområden.

Nya kartverktyg kan underlätta planering av hänsyn till vattendrag

Ståndortsanpassad kantzonsskötsel innebär alltså att trädzonerna anpassas till grundvattenflödet i landskapet, med bredare zoner i fuktiga och våta partier där det finns utströmmande vatten. Information om grundvattenflöden finns idag tillgänglig via högupplösta kartor. Författarna är inte emot viss plockhuggning i kantzonerna eftersom det kan öka heterogeniteten men störning av marken måste alltid undvikas. Det som, förutom risken för markskador, talar för att lämna zonerna till fri utveckling är tr addedynamiken där avdöende med luckbildning och tillskott av död ved kan vara viktigt för vissa ekologiska funktioner. ■

Lämnade skogskorridorer viktiga för skogslevande nattflyn och mätare

Ett referat av: Mönkkönen, M. & Mutanen, M. 2003. Occurrence of moths in boreal forest corridors. Conservation Biology 17, 468-475.

Skogslevande småfjärilar ur familjerna nattflyn och mätare undviker hyggen. Däremot fångas de i lika hög grad i lämnade korridorer som inne i den slutna skogen, visar en finsk undersökning. Korridorerna kan därför ha en viktig roll för fjärilarnas spridning i skogslandskapet.

Norra Finland

Spridningskorridorer i form av lämnad skog kan binda samman skogsbestånd och underlätta för skogslevande arter att sprida sig. Det är i alla fall en teori, men det finns förvånansvärt få studier av korridorernas effekt. De flesta som har gjorts har behandlat ryggradsdjur. I den här studien har två finska forskare undersökt skogslevande småfjärilar.

Studien genomfördes i norra Finland (Pudasjärvi, 65°30' N) i ett hårt brukat landskap. Fokus låg på bäcknära miljöer där fångstfällor placerades ut i 1/ inne delen av mogen skog (mer än 110 meter från skogskant), 2/ i skogskant (17-25 meter från kanten), 3/ korridorer med mogen skog omgivna av hyggen och ungskog (30-70 meter breda), 4/ hyggen (minst 50 meter från närmaste uppvuxna skog).

De olika försöksleden var upprepade fyra gånger. Fångster genomfördes under en sommar (28 juni-10 augusti 1999). Fällorna var betade med en blandning av öl, jäst och socker som hade fått jäsa. Fjärilarna flög in genom ingångshål och dödades med kloroform.

Principskiss för försöket. Denna försöksuppsättning upprepades på fyra platser. I varje försöksled (skogskant, korridor etc.) placerades tre fällor ut.

Få fjärilar på hygget

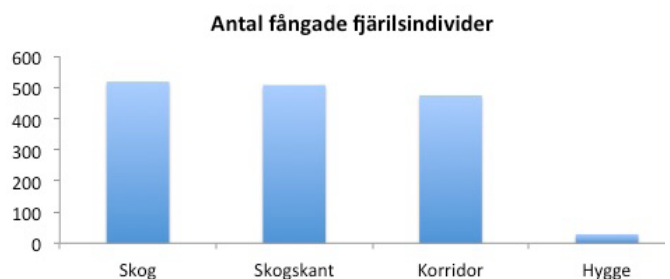
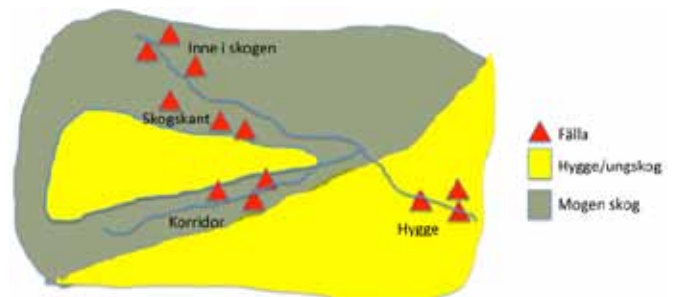
Totalt fångades 6485 individer från 57 olika arter. Nio arter fångades i 100 exemplar eller mer (4 nattflyn och 5 mätare) och analyserades statistiskt var för sig. Arktiskt jordfly (*Xestia speciosa*) var den mest fångade arten med nära hälften av fångsterna. Den lever främst i gamla, fuktiga grandominerade skogar, där honan lägger ägg på flera olika värdväxter, bland annat blåbär.

På hygge och i ungskog fångades signifikant färre antal fjärilar, och artrikedomen var också lägre. Däremot hittades ingen skillnad i antal och diversitet mellan skog, skogskant och korridor.

Resultaten tyder på att korridorerna är viktiga för de skogslevande fjärilarna som habitat och för spridning. Två arter var till och med vanligare i korridorerna än inne i skogen. ■



Arktiskt jordfly (*Xestia speciosa*), en småfjäril som bland annat lever av blåbär i gammal granskog, och den art som fångades i störst antal i studien. Foto: Dumi Wikipedia commons.



Antal individer som fångades i de fyra försöksleden.