

Skyddszoner och strandskogar



En tillräckligt bred skyddszon är viktig både för vattenvården, landskapet och med tanke på mångfalden.
Bild: © Kalle Vanhatalo.

Kuvas

Längs vattendrag och småvatten lämnas i regel skyddszoner, det vill säga relativt smala, trädbevuxna områden. Syftet med skyddszonerna är att minimera den negativa inverkan på vattenkvaliteten, mångfalden och landskapet som åtgärder inom skogsbruket kan orsaka. Skyddszonerna fångar upp fasta partiklar och näringsämnen, skyddar vattenfåran och strandzonen från erosion och upprätthåller mikroklimatet och fuktigheten i marken. Samtidigt mildrar de avverkningens effekter på landskapsbilden. I rekommendationerna för skogsvård görs en uppdelning av sötvattenförekomster i vattendrag och småvatten. Till vattendragen hör bl.a. sjöar, åar och älvar, tjärnar och bäckar, medan bl.a. källor och rännilar räknas till småvattnen.

De viktigaste fördelarna med skyddszoner för mångfalden och landskapet

Skyddszoner kring sjöar och småvatten har inte betydelse bara med tanke på vattenvården, utan också för mångfalden i skogs- och vattenmiljön och för landskapet. Förhållandena och artsammansättningen i en strandskog avviker i allmänhet klart från den omgivande skogen, och genom att etablera skyddszoner kan man upprätthålla de här särdragen.^{[1][2][3]}

Växtligheten på en skyddszon utgör föda för många vattenlevande arter. En bred skyddszon gynnar mångfalden genom att bevara livsmiljön för både strand- och vattenlevande arter.

Nyttan av en trädbevuxen skyddszon är allra störst om man undviker att söndra markytan, bevarar buskskiktet och skuggande träd och inte använder växtskyddsmedel.

Trädbevuxna skyddszoner är viktiga för att reglera vattentemperaturen ^{[4][5]} och för att producera den bladförna och döda ved som vattenlevande arter, ^[6], såsom bottendjur och fiskar, är beroende av. Den biologiska mångfalden berikas också av träd som fallit i vattnet och lämnats där. Den beskuggning av vattnet som träden i en skyddszon ger gör att vattentemperaturen hålls låg, vilket ger bättre livsvillkor för fiskarter som trivs bäst i svalare vatten, t.ex. öring, harr och andra laxfiskar. En skyddszon fungerar också som en ekologisk korridor längs vilken olika arter kan förflytta sig från ett område till ett annat^{[6] [7]}.

Beståndsbehandling nära ett vattendrag påverkar ofta landskapet, men den här effekten kan mildras genom att avgränsa området enligt landskapets former och låta bredden på skyddszonerna variera.



Längs öringsbäckar är det med tanke på öringsbeståndet viktigt att lämna en skuggande skyddszon, gärna innehållande lövträd. Flera olika vatteninsekter använder bladföna från lövträd som föda. Bild: Sami Säily, Vastavalo

Avgränsa skyddszonen enligt objektet

Hur bred en skyddszon behöver vara med tanke på vattenvården beror av typen av vattendrag eller småvatten, dess naturtillstånd, ytvattenflödet, markens lutning och jordarten.

Förnyelseytor som sluttar brant mot vattendrag och finkorniga marker (sand, mo, mjäla, lera och motsvarande moräner) kräver bredare skyddszon än om marken är mer plan eller jordarten mer grovkornig, särskilt på de platser där ytvatten flödar ut. Då bredden på en skyddszon mot ett vattendrag bestäms, måste översvämningsbenägenheten beaktas för att fasta partiklar och näringsämnen inte ska komma ut i vattendraget vid en översvämning. Den del av strandområdet som regelbundet översvämmas räknas inte med i skyddszonens bredd.

Man bör inte röra sig med skogsmaskiner på en skyddszon om det inte är nödvändigt. Det är också i övrigt en bra princip att hålla skogsmaskinerna så långt från strandkanten som möjligt. Om en skogsmaskin rör sig på en skyddszon kan spårbildningen leda till att kemikalier läcker ut i vattendraget och själva spåren fungerar som strömfåror, vilket avsevärt försämrar skyddszonens effekt.

Skyddszonens bredd och dess inverkan på miljön och ekonomi

Hur bred en skyddszon är och hur den behandlas påverkar avsevärt dess förmåga att producera ekosystemtjänster, såsom att upprätthålla en god vattenkvalitet. Bredden har också en inverkan på skyddszonens natur- och rekreationsvärde.

Skyddszoner som är minst 30 meter breda och orörda har visat sig kunna upprätthålla egenskaperna hos vattenmiljön också efter en avverkning:

- mikroklimatet kring småvattnen förändras inte i någon större utsträckning [\[8\]](#)
- småvattnen bibehåller huvudsakligen sin temperatur [\[9\]](#)[\[8\]](#)
- det faller ned tillräckligt mycket förna och död ved i vattendragen och småvattnen med tanke på vattenlevande arter [\[10\]](#)[\[11\]](#)[\[9\]](#)
- moss-, svamp- och fågelarter bevaras [\[12\]](#)[\[5\]](#)[\[7\]](#)
- risken för att det uppstår vindfällen är mindre än om skyddszonen är smal [\[13\]](#)
- strandlandskapet bibehålls
- strandens och strandzonens strukturella egenskaper bibehålls
- utflödet av fasta partiklar och näringsämnen från avverkningsområden hålls på en låg nivå [\[14\]](#)[\[15\]](#)[\[16\]](#)
- artsammansättningen hos vattenorganismerna förändras inte [\[9\]](#)

Obehandlade skyddszoner som är minst 30 meter breda är värdefulla både för den biologiska mångfalden och för att upprätthålla tillståndet i vattendragen. Det går att utföra plockhuggning på en skyddszon utan att det får några större konsekvenser för vattendragen [\[17\]\[18\]](#). Däremot kan plockhuggning ha negativa effekter på mångfalden i själva skyddszonen [\[8\]\[9\]](#). Grandominerade skyddszoner utgör här ett undantag eftersom en plockhuggning kan gynna uppkomsten av lövträd, som i sin tur påverkar vattendragens tillstånd i positiv riktning [\[19\]\[10\]\[11\]](#). Vid planering av plockhuggning i en strandzon är det viktigt att sträva till att undvika att det uppstår körspår i skyddszonen. Skogsmaskiner ska användas på skyddszoner bara om det är absolut nödvändigt.

I medeltal 15 meter breda, obehandlade skyddszoner kan i allmänhet förhindra att fasta partiklar och näringsämnen kommer ut i vattendragen vid en avverkning [\[20\]\[7\]](#). Dessutom klarar de av att upprätthålla strandens rekreationsvärden och livsmiljöerna för vissa mer krävande arter, samt producera lövförna och död ved för de vattenlevande organismerna [\[9\]\[21\]](#). Trädbeståndet på ett så här smalt område är emellertid känsligt för vind, vilket kan leda till vindfällan.

I medeltal minst 10 meter, men överallt minst 5 meter breda skyddszoner är ett minimikrav i PEFC-certifieringen (2022). Förmågan hos en skyddszon av det här slaget att fånga upp fasta partiklar och näringsämnen är beroende av jordarten, hur näringsrik marken är och hur mycket den lutar samt hur kraftigt vattenflödet är under flödestopparna [\[22\]\[23\]\[24\]](#). På bland annat torvmarker kan en 10 meter bred skyddszon vara otillräcklig för att fånga upp partiklar och näringsämnen [\[20\]\[7\]\[25\]](#). Den förmår att upprätthålla livsmiljöer för allmänt förekommande arter, men är i regel alltför smal för att göra det för mer krävande arter [\[8\]\[9\]](#). En smal skyddszon är också mycket känslig för vindskador [\[26\]\[13\]](#).

Päätöksenteko

Skyddszoner - Natur



Lövträdsdominerade, breda skyddszoner är viktiga med tanke på mångfalden och vattenmiljön. Bild: © Leena Finér.

Skyddszoner har en tydlig och positiv effekt på tillståndet i vattendrag och småvatten och för mångfalden i och med att de fångar upp fasta partiklar och näringsämnen som annars skulle läcka ut i vattendragen i samband med skogsbruksåtgärder. Därmed utgör de en viktig vattenvårdsmetod. Breda skyddszoner gör det möjligt att trygga ekologiskt värdefulla närmiljöer invid vattendrag och småvatten som källor, bäckar och rännilar, genom att bevara deras mikroklimat och de arter som lever där.

Mångfalden i strandzonen

En bred, trädbevuxen skyddszon bevarar mångfalden genom att upprätthålla strandzonens typiska miljö, till vilken hör ett fuktigt mikroklimat och beskuggning som hindrar att vattentemperaturen stiger [\[8\]](#). Lövträdsdominerade skyddszoner är särskilt värdefulla med tanke på mångfalden. En skyddszon producerar löv- och barrförna samt död ved som är viktiga för de vattenlevande organismerna [\[7\]](#)[\[9\]](#)[\[14\]](#) [\[11\]](#). Samtidigt utgör skyddszonen en

viktig livsmiljö för många landlevande arter, särskilt för de arter som trivs i fuktiga miljöer^[5]^[2]. Om skogen på skyddszonen består av ett tätt granbestånd kan man gynna mångfalden genom att skapa utrymme för lövträd genom en lätt plockhuggning. Mer information: [Handboken Hyvät käytännöt suojavyöhykkeiden muodostamiseen vesistöjen varsille Itämeren alueella \(på finska\).](#)

Bredden på en skyddszon har stor betydelse för dess förmåga att upprätthålla mångfalden. Skyddszonerna är viktiga särskilt med tanke på mångfalden i småvattnen och för tillståndet i våra vatten. Skyddszoner som är minst 30 meter breda och orörda har visat sig kunna upprätthålla egenskaperna hos vattenmiljön också efter en avverkning:

- mikroklimatet kring småvattnen förändras inte i någon större utsträckning^[8]
- småvattnen bibehåller huvudsakligen sin temperatur^{[8][9]}
- det faller ned tillräckligt med förna och död ved i vattendragen och småvattnen med tanke på vattenlevande arter^{[10][11]}
- moss-, svamp- och fågelarter bevaras^{[12][5]}
- risken för att det uppstår vindfällen är mindre än om skyddszonen är smal^[13]
- artsammansättningen hos vattenorganismerna förändras inte^[9]

Minst 15 meter breda, orörda skyddszoner klarar av att upprätthålla strandens rekreationsvärden och livsmiljöerna för vissa mer krävande arter, samt producera lövförna och död ved för de vattenlevande organismerna^[9]^[21]. De är emellertid känsliga för vind^[13], och ju fler vindfällen, desto färre träd står kvar.

Skyddszoner som i genomsnitt är 10 meter breda förmår upprätthålla livsmiljöer för allmänt förekommande arter, men är i regel alltför smala för att göra det för mer krävande arter^[26]. Dessutom är de känsliga för vindskador^[13].

Inverkan på vattendrag

En skyddszon påverkar vattendrag och småvatten både genom att förhindra att fasta partiklar och näringsämnen som frigörs vid beståndsbehandling når vattendraget och genom att upprätthålla mikroklimatet vid stranden och förhindra att vattnet värms upp. Dessutom utgör den förna som faller ned från träden på skyddszonen en viktig näringskälla för vattenorganismerna.

Förmågan hos en skyddszon att fånga upp näringsämnen och fasta partiklar är beroende av

jordart, näringsnivå i marken, marklutning, flödes hastighet vid flödestoppar samt typ av skogsvårdsåtgärd [\[15\]](#)[\[23\]](#)[\[24\]](#) [\[27\]](#). På grund av detta bör bredden på skyddszonen anpassas till objektet och till åtgärden. På torvjord uppstår till exempel större belastning på vattendragen än på mineraljord, oberoende av åtgärd [\[27\]](#).

Skyddszoner som är minst 15 meter breda och där marken inte söndrats, klarar på mineraljordar i regel av att hindra ett utflöde av näringsämnen och fasta partiklar i vattendrag och småvatten [\[14\]](#)[\[15\]](#) [\[16\]](#). På områden där det förekommer risk för erosion är däremot en 15 meter bred skyddszon otillräcklig. På torvjordar är det i första hand en höjning av grundvattennivån som kan orsaka belastning på vattendragen. Om vattenytans nivå stiger kraftigt efter åtgärden, ökar belastningen [\[27\]](#). I sådana fall kan det finnas behov av en bredare skyddszon.

Skyddszoner - Ekonomi

Skyddszonernas inverkan på ekonomin beror av dels zonens storlek, dels av de åtgärder som utförs i zonen. En bred skyddszon som lämnas utan beståndsbehandling minskar den areal som är tillgänglig för virkesproduktion och den minskar också virkesfångsten, vilket sänker intäkterna från virkesförsäljning. Å andra sidan uppkommer inga förnyelsekostnader då området lämnas oavverkat.

Hur mycket avverkningsintäkterna minskar beror av vilket slags virke det förekommer i skyddszonen. Om där växer träd som har ett lågt ekonomiskt värde som t.ex. asp, rönn eller al, eller om träden har dålig kvalitet, behöver förlusten inte nödvändigtvis vara så stor. För en skogsägare som vill prioritera ekonomin lönar det sig att koncentrera naturvårdsträden till just skyddszonen.

I en skyddszon kan man utföra plockhuggning. Då måste man emellertid komma ihåg att beakta de begränsningar som skogscertifieringen sätter. PEFC-certifieringen tillåter plockhuggning i skyddszoner, medan det enligt FSC-certifieringen är förbjudet ifall syftet inte är restaurering eller naturvårdsavverkning på skyddszoner så som de är definierade i certifieringsstandarden.

De ekonomiska konsekvenserna av att lämna skyddszoner kan också påverkas genom god planering. Om skyddszonen avgränsas utgående från markens vattenhushållning och erosionsbenägenhet kan bredden tillåtas variera, vilket är ett mer kostnadseffektivt alternativ än att använda en enda standardbredd [\[28\]](#) [\[29\]](#).

Skyddszoner - Bromsning av klimatförändringen

Skyddszoner medverkar till att bromsa klimatförändringen.

Skyddszoner medverkar till att bromsa klimatförändringen genom att binda atmosfäriskt kol i trädbestånd, mark och övrig vegetation [\[30\]](#). Kolförrådet i skyddszonen ökar om man lämnar levande och döda träd. Vilken effekt detta har är närmast beroende av hur mycket träd och vilka slags träd och död ved som lämnas kvar. Död ved har en stor betydelse för att upprätthålla kolförrådet i skogen [\[31\]](#)[\[32\]](#)

Toteutus

Planering av skyddszoner vid beståndsbehandling

Skyddszoner rekommenderas längs vattendrag (sjöar, tjärnar, åar, älvar och bäckar) och småvatten (rännilar, källor, källområden, flador och glosjöar). Ju bredare skyddszon, desto större är nyttan med tanke på mångfalden och vattendragens tillstånd.

I skyddszonen lämnas busk- och trädskiktet, och särskilt sådana träd och buskar som ger skugga. Många olika faktorer inverkar på den optimala bredden på skyddszonen: vattendragets eller småvattnets egenskaper, vilken typ av beståndsbehandling som ska utföras, skogsägarens målsättningar, vilket certifieringssystem som gäller på området samt skogslagen och vattenlagen.

Då skyddszonen planeras görs en bedömning av hur beståndsbehandlingen kan komma att påverka tillståndet i vattnen nedströms. Bredare skyddszoner rekommenderas särskilt längs småvatten, på erosionskänsliga områden och där marken lutar kraftigt.

Beslutsstöd för avgränsning av skyddszoner

Vilket slag av vattendrag eller småvatten angränsar till figuren?	Beakta de egenskaper hos vattendraget eller småvattnet som inverkar på skyddszonens bredd. Småvatten är känsligare än större vattendrag och behöver därför ha bredare skyddszon. Rännilar kan vara svåra att upptäcka i terrängen, vilket gör det svårt att dra gränser för skyddszonerna. Det är allra viktigast att identifiera och avgränsa de rännilar som, fyller skogslagens kriterier, dvs. bildar bäddar för fortgående rinnande vatten.
Vilka begränsningar sätter lagstiftning och skogscertifiering?	Beakta vatten- och skogslagens krav. I samband med planeringen bör man utreda ifall närmiljöerna kring vattendrag eller småvatten på området hör till de särskilt viktiga livsmiljöer som omnämns i skogslagen och vars särdrag måste bevaras. Till lagobjekten hör till exempel den omedelbara närmiljön för källor, rännilar, bäckar samt högst 0,5 ha stora tjärnar som befinner sig i naturtillstånd eller nära naturtillstånd. Om det aktuella området ingår i något skogscertifieringssystem ska kriterierna för detta beaktas. Vid avverkningen bör skyddszonerna då vara minst lika breda som certifieringen kräver. Mer information om hur man identifierar småvatten och om lagstiftningen kring dem finns i Finlands Miljöcentrals handbok Pienvesiopas (på finska).

Vilka särdrag bör beaktas på olika slags objekt?	Beakta objektets särdrag, såsom topografi och jordart. De viktigaste egenskaperna är: Områdets vattenhushållning: fuktiga strandskogar hör till de främsta belastningskällorna. För dem rekommenderas därför en avgränsning som följer gränsen mellan den fuktiga strandskogen och torrare mark. Det lönar sig att använda fuktighetsindexkartor vid planeringen (Sykes rapport, på finska). Naturliga svämområden räknas inte med då skyddszonens bredd bestäms. Vid avgränsningen ska man helst utnyttja naturliga övergångszoner som återspeglas i trädbeståndet och annan växtlighet. Jordart: på finkornig mark behövs en bredare skyddszon än på grovkornig mark. På erosionskänsliga områden är det viktigt att lämna så mycket träd och annan vegetation som möjligt för att undvika erosion. På torvjord lönar det sig att lämna bredare skyddszoner än på mineraljord eftersom torvens förmåga att binda näringsämnen och fasta partiklar är mindre. Planeringen underlättas om man använder t.ex. jordarts- och erosionskartor. Markens näringsnivå: det finns mer lösliga näringsämnen i näringsrik jord jämfört med näringsfattig. Det behövs därför en bredare skyddszon där marken är näringsrik för att undvika att näringsämnen läcker ut i vattendragen. Marklutning: det behövs bredare skyddszoner invid förnyelseeytor där marken lutar kraftigt mot något vattendrag, jämfört med flacka områden.
Vilka verktyg finns det för planering av skyddszoner?	En skyddszon planeras så att dess bredd varierar baserat på bland annat vattenhushållningen och topografin. För planeringsarbetet rekommenderas att man använder geografiska informationssystem (GIS) av olika slag. Med hjälp av t.ex. kartor som visar var det föreligger risk för erosion eller kartor över fuktighetsindex som indikerar grundvattenytans nivå kan man identifiera områden som kräver bredare skyddszoner. En skyddszon av varierande bredd där informationen från fuktighetsindexkartan har beaktats kan också vara mer kostnadseffektiv lösning än om man planerar in en jämbred zon. Här finns mer information om hur man bäst planerar skyddszoner med varierande bredd: Finlands Miljöcentrals publikation och Skogscentralens webbsidor (på finska).

Skyddszonens bredd vid beståndsbehandling

Skogsägaren beslutar om hur bred skyddszonen ska vara och hur den ska behandlas, men med de begränsningar som lagstiftningen och en eventuell skogscertifiering sätter.

Det går att undvika ekonomiska förluster genom att koncentrera naturvårdsträden till skyddszonen och dess närhet och genom att utföra plockhuggning på skyddszonen. Plockhuggningen ska helst utföras så att trädbeståndet utvecklas mot ett olikåldrigt, lönträdsdominerat blandbestånd med rikligt med död ved.

- **En skogsägare med avvägda mål** kan rekommenderas att lämna en i medeltal minst 15 meter bred, trädbevuxen skyddszon. Ju bredare skyddszonen är, desto bättre förhindrar den läckage av näringsämnen och fasta partiklar i vattendragen och desto mer gynnar den mångfalden, både i skogen och i vattenmiljön.
- **En skogsägare som vill prioritera naturvården** ska gärna lämna en minst 30 meter bred, trädbevuxen skyddszon av varierande bredd som beaktar särdragen i strandområdet. Skyddszonen är bredare än minimikraven, men tryggar strand- och vattenmiljön bättre än en smalare zon. Om man prioriterar naturvården är det befogat att undvika plockhuggning i skyddszonen eftersom åtgärden kan försvaga mångfalden och särdragen, bl.a. mikroklimatet.
- **En skogsägare som vill prioritera ekonomin** bör lämna en minst så bred skyddszon som minimikraven förutsätter. På erosionskänslig och kraftigt lutande mark lönar det sig att lämna en bredare skyddszon än det här, även om man prioriterar ekonomin.

Exempel på inverkan av den valda bredden på uppställda mål. Som utgångspunkt för jämförelsen har använts en jämbred skyddszon med en bredd på 5 meter.

Bredden hos en trädbevuxen skyddszon invid vattendrag eller småvatten	Vattenvårdande effekt: näringsämnen	Vattenvårdande effekt: fasta partiklar	Effekt på mångfalden: land- och vattenlevande organismer	Effekt på avverkningsintäkterna	Bromsande inverkan av klimatförändringen på småvatten

I genomsnitt 10 meter	+	Effekten är beroende av flera olika faktorer	Effekten är beroende av flera olika faktorer	-	Inga starka vetenskapliga bevis
I genomsnitt 15 meter	+	+	Effekten är beroende av flera olika faktorer	-	+
I genomsnitt 30 meter	++	++	++	--	++

++ klart positiv effekt

+ positiv effekt

- negativ effekt

-- klart negativ effekt

Skogscertifieringens krav beträffande skyddszoner

Vid avverkningar bör skyddszonerna vara minst lika breda som krävs av det certifieringssystem som gäller på området.

Skogsägaren kan också lämna bredare skyddszoner än det här, vilket gynnar mångfalden och tillståndet i vattendragen.

PEFC™-certifiering

I kanten av vattendrag och källor lämnas en skyddszon som ger skugga, tryggar mångfalden och binder fasta partiklar och näringsämnen. Den naturliga vegetationsskiktningen bevaras. Med vattendrag avses här hav, sjöar, tjärnar, åar, älvar och bäckar. Mindre vattenfåror där det förekommer vatten året runt och där fiskar kan vandra betraktas som bäckar. En skyddszon bör vara minst 10 m bred i genomsnitt, men bredden får aldrig underskrida 5 meter. I en skyddszon får endast utföras plockhuggning, och på så sätt att träd av olika storlek lämnas kvar och lövträd gynnas. Vid kanten av öppna torvmarker och torvmarker som lämnats att återgå till naturtillstånd lämnas en minst 10 meter bred skyddszon som bör lämnas orörd och där endast plockhuggningsliknande avverkning är tillåten.

I en skyddszon på ett PEFC-certifierat område får man inte utföra:

- markberedning
- gödsling
- stubbrytning
- röjning av buskskiktet
- kemisk bekämpning med växtskyddsmedel

FSC®-certifiering

- Bredden bör vara minst 10 m vid alla skogstjärnar och sjöar.
- Bredden bör vara minst 15 m vid bäckar, åar och havsstränder.
- Bredden bör vara minst 30 m vid flador och glosjöar.
- Längs diken lämnas en minst 1 meter bred, intakt dikesren.

På finkornig och sluttande mark behöver man lämna bredare skyddszoner eftersom erosionsrisken där är större. Det samma gäller platser där avrinningsområdet varifrån vattnet flödar in på förnyelseytan är stort.

- Svåmområden räknas inte in i skyddszonens bredd; man bör alltså utgå från den normala högvattennivån när skyddszoner planeras.
- Skyddszonerna lämnas utanför normal beståndsbehandling. Endast sådan avverkning som ingår i en restaureringsplan eller som har naturvårdande syfte är tillåten.
- Vid gödsling lämnas ogödslade skyddszoner mellan det gödslade området och vattendraget enligt följande minimibredder:
 - vattendrag (hav, sjö, å, älv eller tjärn): flygspridning 50 m; markbaserad, maskinell spridning 30 m
 - bäckar: 20 m
 - diken: 5 m.

Lagstiftningens krav beträffande skyddszoner

Skogslagen (1093/1996) förpliktigar till att bevara strukturdragen hos närmiljön kring källor, rännilar, bäckar och högst 0,5 ha stora tjärnar som är i naturtillstånd eller nära naturtillstånd. De särskilt viktiga livsmiljöer som omnämns i skogslagen får skötas och användas genom försiktiga åtgärder vid vilka livsmiljöernas särdrag bevaras eller förstärks.

När åtgärderna vidtas ska den för livsmiljön utmärkande särskilda vattenhushållningen, strukturen på trädbeståndet, gamla överståndare, döda och murkna träd bevaras och vegetation, variation i terrängen och jordmån beaktas. Finland Skogscentral har gett en [tolkningsrekommendation](#) gällande tolkningen av lagen.

I vattenlagen (587/2011) som strävar till att förbättra tillståndet i vattenmiljön finns omfattande bestämmelser om utnyttjandeformer för vatten. Enligt vattenlagens 2 kap. 11 § (skydd av vissa typer av vattennatur) är det förbjudet att äventyra de naturliga förhållandena i flador eller glosjöar på högst tio hektar eller källor eller, någon annanstans än i landskapet Lappland, tjärnar eller sjöar på högst en hektar eller rännilar.

I vattenlagen avses med en bäck ett rinnande vattendrag vars avrinningsområde är under 100 km² stort. I en bäck rinner det vatten året om, vilket skiljer den från en rännil. Under långa perioder av torka kan emellertid också bäckar undantagsvis torka upp. Bäckar kan också vara dikeslika, rensade och ha ett jämnt botten. Med rännil avses en vattenfåra som är mindre än en bäck och vars avrinningsområde är mindre än 10 km² och där det inte ständigt rinner vatten och fisk inte kan vandra i nämnvärd omfattning.

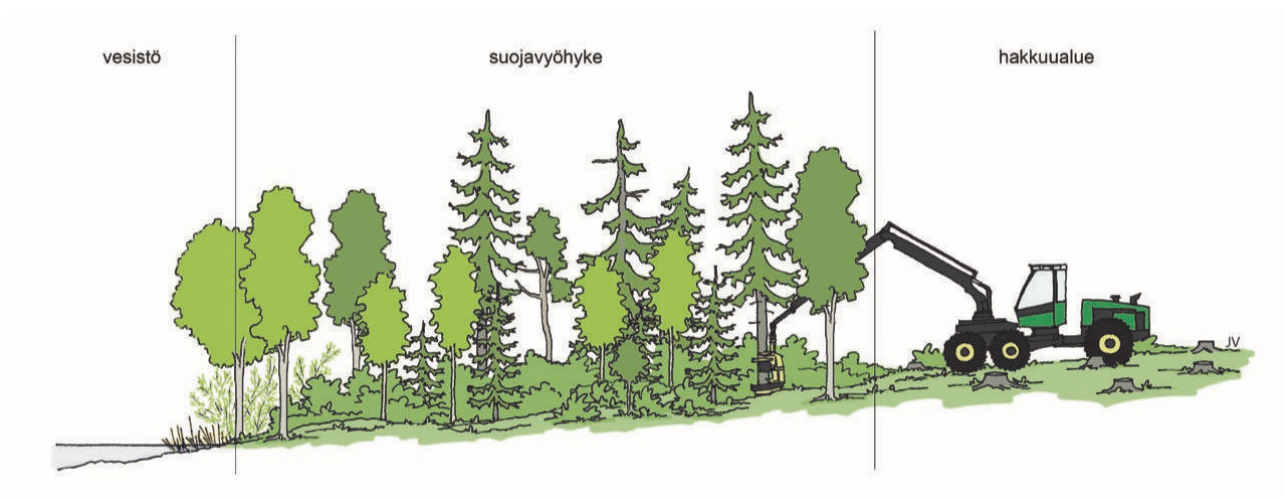
Mer om [tryggandet av vatten och vattenmiljöer](#).

I Miljöskyddslagen (527/2014) stadgas om förorening av miljön och om förpliktelser och bestämmelser som är förknippade med detta. Lagen förutsätter att en verksamhetsutövare känner till vilken miljöpåverkan och miljörisker verksamheten orsakar och hur riskerna ska hanteras samt möjligheterna att begränsa de negativa effekterna (6 §). Lagen förpliktigar också verksamhetsutövaren att förhindra och begränsa miljöskador på förhand (7 §).

I lagstiftningen tas inte direkt ställning till skyddszonernas bredd i meter, men det är inte tillåtet att försvaga tillståndet hos livsmiljöer i omedelbar närhet till vattendrag och småvatten som är i naturtillstånd.

Mer information om hur man identifierar småvatten och om lagstiftningen kring dem finns i Finlands Miljöcentrals handbok [Pienvesiopus](#) (på finska).

Skyddszoner vid beståndsvårdande och förnyelseavverkning



Körning med skogsmaskiner ska undvikas i en skyddszon och hyggesrester ska inte heller lämnas kvar. En skyddszon kan också lämnas helt utan behandling. Bild: Juha Varhi © Tapio

Innan en avverkning utförs ska den som utför arbetet få [information om skyddszonens gränser i enlighet med planen](#). Vid behov märks gränsen också ut i terrängen. På skyddsområdet utförs ingen avverkning alls, eller så utförs plockhuggning, beroende vilka preferenser markägaren har.

Skyddszoner vid beståndsvårdande avverkning

Vid beståndsvårdande avverkning följs samma rekommendationer som vid annan virkesdrivning. Det lönar sig att göra avgränsningen för en skyddszon i ett så tidigt skede av beståndsbehandlingen som möjligt så att den kan ligga som grund för alla beståndsvårdande avverkningar som utförs i framtiden. Om avverkningsytan omfattas av skogscertifieringen bör man följa åtminstone de krav som det ifrågavarande certifieringssystemet förutsätter.

Skyddszoner vid drivning av energived på förnyelseytor

Vid drivning av energived bör man beakta vilket slag av energived som det är fråga om. Stubbrytning söndrar markytan på en stor del av förnyelseytan, vilket innebär att skyddszonen behöver vara bredare än vid drivning av andra typer av energived. I övrigt ska samma principer användas annan virkesdrivning.

Vid drivning av energived är det viktigt att markytan i skyddszoner inte får söndras. Beakta också att markytan i allmänhets bryts sönder på en radie av flera meter runt en stubbe när den lyfts upp. Därför rekommenderas att man inte bryter stubbar i omedelbar närhet av en skyddszon. Lagring av energived ska enligt rekommendationerna inte ske i skyddszoner, inte ens tillfälligt. Om avverkningsytan omfattas av skogscertifieringen bör man följa inte bara skogs- och vattenlagen, utan också åtminstone de krav som det ifrågavarande certifieringssystemet förutsätter.

Skyddszoner vid kontinuerlig beståndsvård

Jämfört med beståndsvård trädskiktsvis, utförs det vid kontinuerlig beståndsvård vanligen inte sådana skogsbruksåtgärder som förnyelseavverkning och markberedning som skulle orsaka belastning på vattendragen eller äventyrande av naturvärden. Betydelsen av en skyddszon som vattenvårdsmetod blir därför mindre. Också inom kontinuerlig beståndsvård bör man ändå undvika att söndra markytan nära vattendrag och se till att särdragen hos särskilt viktiga livsmiljöer inte förändras. Det här är aktuellt bland annat vid planeringen av körstråk. Vid kontinuerlig beståndsvård kan man också lämna en skyddszon helt utan åtgärder. Dessutom kan man stärka naturvärdena genom att lämna bredare skyddszoner än vad minimikraven förutsätter.

På skogscertifierade områden måste som minimum skogscertifieringens krav följas. Kraven omfattar också kontinuerlig beståndsvård. Detta kan påverka möjligheterna att utföra luck- och plockhuggning i närheten av vattendrag.

Utförande av plockhuggning i en skyddszon

Om man vill utföra en plockhuggning i en skyddszon bör man beakta följande:

- Beakta eventuella skogscertifikat och dess krav. FSC-certifikatet tillåter till exempel endast avverkningar i restaurerings- eller naturvårdande syfte i en skyddszon.
- Undvik att köra med maskin i själva skyddszonen för att markytan och markväxtligheten ska hålls intakt.
- Om skyddszonen är så bred att detta inte lyckas, sträva till att utföra avverkningen då marken är så bärande som möjligt.
- Planera körstråken omsorgsfullt, de bör följa strandlinjens riktning och inte dras ut

mot vattendraget.

- Kör med skogsmaskin så långt från vattendrag eller småvatten som möjligt.
- Undvik att köra då marken är fuktig och att korsa vattenfåror, bäckar, rännilar och diken.
- Om det inte går att undvika överfart, välj ett så bärande ställe som möjligt och skydda det vid behov med trädtoppar och virke eller med en tillfällig körbro.
- Avlägsna skyddet efter drivningen.
- Lämna gärna i första hand lövträd och andra värdefulla naturvårdsträd, såsom gamla träd, hålträd och döda träd.
- Lämna inte hyggesrester kvar i en skyddszon.

Skyddszoner vid skogsvård

Skyddszoner vid markberedning

Innan markberedning utförs ska den som utför arbetet få [information om skyddszonens gränser i enlighet med planen](#). Vid behov märks gränsen också ut i terrängen.

Den rekommenderade bredden på en skyddszon är beroende av jordart och marklutning. På finkornig och sluttande mark och då avrinningsområdet är stort är det klokt att utnyttja fuktighetsindexkartor och erosionsmodeller för att bestämma bredden på en skyddszon.

Dessutom rekommenderas att man inte markbereder närmare än en meter från en dikeskant. Onödiga överfarter över bäckar och rännilar undviks och överfarten placeras så att det inte uppstår markskador.

Vatten får inte avledas så att det försvagar särdragen hos de särskilt viktiga livsmiljöer som definieras i skogslagen. Av den här anledningen får man inte leda in vatten i en särskilt viktig livsmiljö utan vattenvårdsåtgärder, och inte håller dränera den. Vattenhushållningen hos andra värdefulla naturobjekt ska också helst bevaras i ursprungligt skick. På grundvattenområden rekommenderas endast lätt markberedning. På grundvattenområden av klass E är det speciellt viktigt att se till att inte livsmiljöer som är beroende av grundvattnet förstörs eller försvagas.

Om avverkningsytan omfattas av skogscertifieringen bör man som minimum följa [de krav som det ifrågavarande certifieringssystemet förutsätter](#).

Skyddszoner vid plantskogsvård

Den omedelbara strandzonen rekommenderas att lämnas utanför plantskogsvården. Om plantskogsvård utförs i skyddszonen lämnas mer lövträd och andra träd som är värdefulla med tanke på mångfalden. På skogscertifierade områden måste följa åtminstone certifieringens minimikrav.

Skyddszoner vid gödsling

Skyddszoner gödslas inte. Vid gödsling bör man beakta diken så att gödselmedlet inte hamnar i dem.

Om gödslingsobjektet omfattas av skogscertifieringen bör man följa åtminstone de krav som det ifrågavarande certifieringssystemet förutsätter beträffande bredden på den ogödslade skyddszonen.

Skyddszoner vid hyggesbränning

För att minska effekterna på vattendragen växtplatserna ska enligt rekommendationerna lämnas en minst fem meter bred skyddszon längs vattendrag och småvatten där man varken utför röjning, markberedning eller hyggesbränning. Skyddszonen minskar mängden näringsämnen, närmast fosfor och kväve, som har frigjorts vid hyggesbränningen från att nå vattendraget.

Skyddszoner vid istandsättningsdikning

Gamla diken som leder ut i vattendrag rekommenderas att lämna orensade på en så lång sträcka som möjligt, men minst några tiotals meter närmast vattendraget. På det här sättet kan man skapa en skyddszon som fångar upp fasta partiklar och näringsämnen och som ger skugga och gynnar mångfalden i strandzonen. Gamla diken som ligger inom en skyddszon täpps igen så att de inte ger upphov till sidoflöden. Vattnet leds till skyddszonen genom att dra diket vid sidan av den gamla dikesfåran. Dikena ska placeras så långt från vattendraget att nivån på dikesbotten ligger ovanför vattendragets medelvattennivå. Då stiger inte vatten upp i diket om vattennivån i vattendraget varierar.

Sanasto

Flada

En flada är en brackvattensbassäng som håller på att avsnöras från havet till följd av landhöjningen men som fortfarande har en smal förbindelse till havet. Med tiden blir fladan till ett glo utan någon som helst förbindelse till havet.

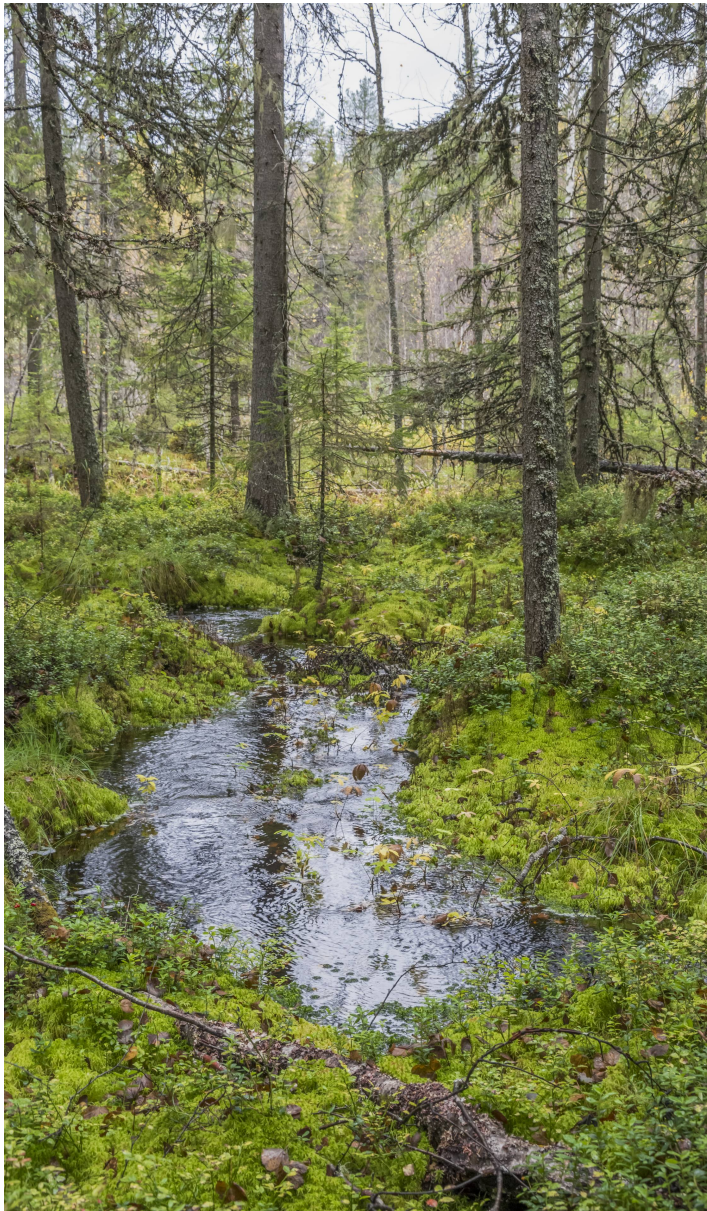
Fasta partiklar



Ett översilningsområde binder både fasta partiklar och näringsämnen. Diket som leder in vattnet på torvmarken gör att vattennivån inte stiger alltför högt uppströms från översilningsområdet. Bild: © Jani Antila

Med fasta partiklar avses små partiklar såsom ler, silt eller torv som är uppblandade i vatten. Partiklar av organiskt kol kan också räknas som fasta partiklar. De fasta partiklarna orsakar grumlighet i vattnet. Grumlighetsgraden kan mätas. Skogsbruksåtgärder kan leda till att fasta partiklar sköljs ut i vattendragen, bland annat från diken, vid markberedning då markytan söndras och vid spårbildning nära vattendrag.

Källa



En källa kan vara öppen som på bilden eller en sippervattenyta som saknar en tydlig upprinnelsepunkt. Ett källområde är en helhet av sammankopplade källor och/eller sippervattenytor. Bild: © Vastavalo.

Geomorfologisk grundvattenbildning som uppstår då grundvattenytan når markytans nivå.

En källa är en plats där grundvattnet flödar ut ur marken eller i ett vattendrag. En källa utgör en upprinnelsepunkt för grundvattnet som är öppen och tydligt avgränsad. På en sippervattenyta sipprar vattnet ut ur marken och syns inte någon tydlig upprinningspunkt. Sippervattenytor är ofta små och blöta och växtligheten avviker från den i omgivningen. Ett källområde är en helhet av sinsemellan förbundna källor och eller sippervattenytor.

Källområde

Ett källområde är ett enhetligt markområde där källverkan är tydlig och där det kan finnas öppna källor, källbäckar och rännilar samt sippervattenytor.

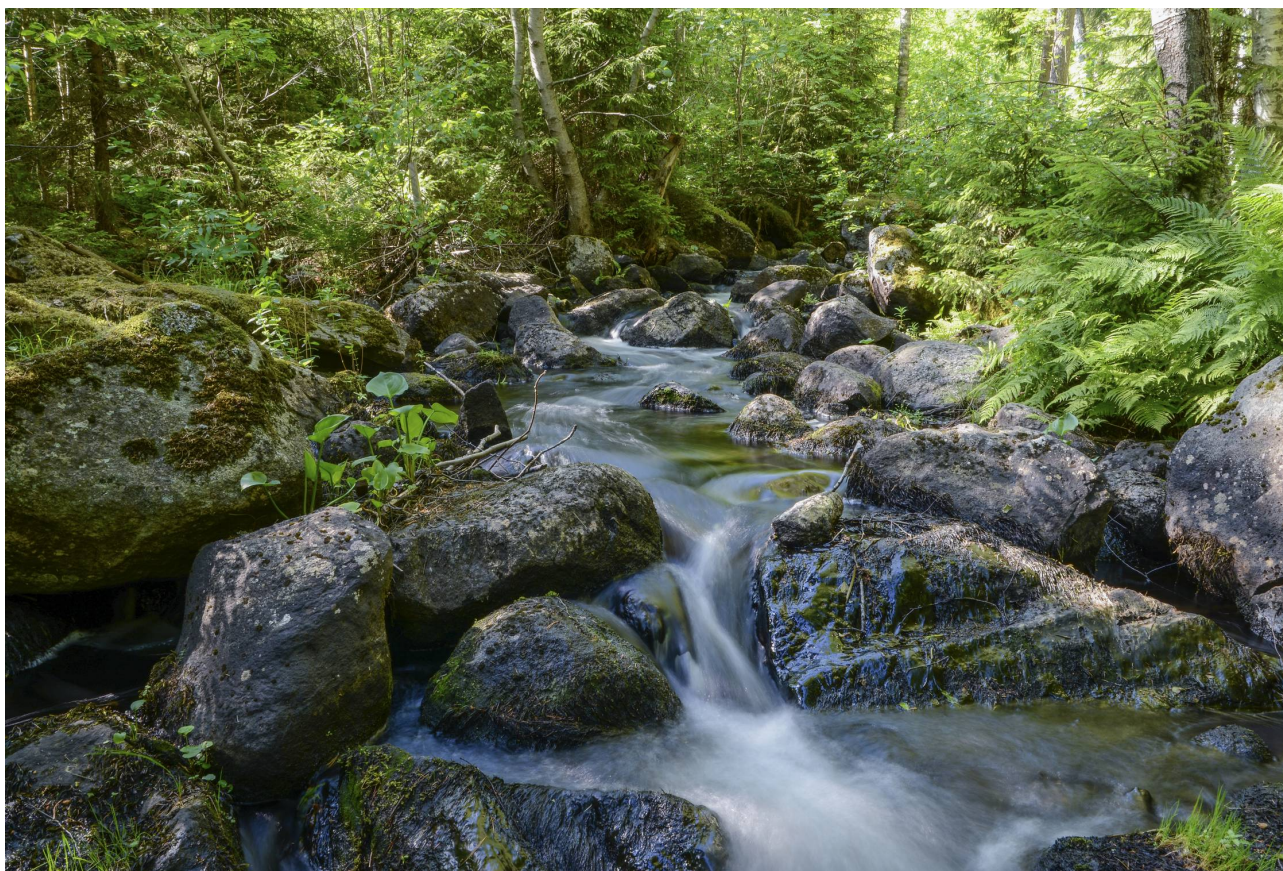
Rännil



Rännilarna torkar i regel ut under en del av året. Det går ändå att identifiera skogslagsobjekt som rännilar och bäckar när som helst under året tack vare de särdrag i deras närmiljö som beror på närheten till vatten samt på det typiska träd- och buskskiktet. Vattenlagen tryggar naturtillståndet hos rännilar överallt i landet utom i landskapet Lappland. Bild: © Markku Sakari Meriluoto.

En rännil definieras som en vattenfåra som är mindre än en bäck och vars avrinningsområde är mindre än tio kvadratkilometer och som inte har ett permanent vattenflöde och där fisk inte kan vandra i nämnvärd utsträckning. En tolkning görs alltid från fall till fall.

Småvatten



Bäckar i naturtillstånd är bra exempel på småvatten kring vilka det råder ett speciellt mikroklimat. Bild: © Vastavalo.

Till småvattnen räknas bäckar, tjärnar, rännilar och källor samt små glosjöar och flador. Strandzonen kring småvatten har ett särpräglat mikroklimat och småvattnen har stor betydelse för både landlevande och vattenlevande arter.

Plockhuggning



Plockhuggning där man har avlägsnat de största träden och månat om att inte skada den yngre trädgenerationen. Bild: © Erkki Oksanen.

Plockhuggning är en av avverkningsmetoderna inom kontinuerlig beståndsvård och den utförs för att främja naturlig skogsförnyelse. Vid plockhuggning avlägsnas de grövsta träden i beståndet vilket ger utrymme för mindre, livskraftiga träd och för plantsättning.

Grandominerade trädbestånd och talldominerade trädbestånd på karga ståndorter i norra Finland är i regel väl lämpade för plockhuggning. Plockhuggning påminner om höggallring som görs vid beståndsvård trädskiktvis. Plockhuggning utförs för att skapa goda förutsättningar för plantsättning och därför måste man spara också stora träd av bra kvalitet med tanke på att de står för den största delen av fröproduktionen. Mindre träd avlägsnas om de är skadade eller sjuka eller om man vill glesa ut täta trädgrupper.

Bäck



I bäckar rinner det vatten året om. Bäckens botten kan vara jämnt om det rensats för skogsbrukets behov. Bild: © Vastavalo.

I vattenlagen definieras en bäck som ett vattendrag som är mindre än en älv och som har ett avrinningsområde på under 100 kvadratkilometer och med ett permanent vattenflöde där fisk kan vandra. I en bäck rinner det vatten året om, vilket skiljer den från en rännil. Också bäckar kan emellertid torka ut helt och hållet under långa torrperioder. Bäckar kan också vara dikesartade, rensade och ha ett jämnt botten. En tolkning görs alltid från fall till fall.

Näringsbelastning

Med näringsbelastning avses den mängd näringsämnen, i huvudsak kväve och fosfor, som hamnar i ett vattendrag. Inom skogsbruket kan bland annat slutavverkning, gödsling och dikning av torvmarker orsaka näringsbelastning på vattendrag. Om näringsbelastningen är för stor, leder det till eutrofiering av vattendraget.

Skyddszon



Etablering av skyddszoner intill vattendrag är en av många naturvårdsmetoder. Skyddszonens bredd avgörs från fall till fall, och likaså hur den eventuellt ska behandlas. Bild: © Kalle Vanhatalo.

Med skyddszon avses en markremsa intill ett vattendrag där trädtaget bibehålls. Syftet med skyddszoner är att minska de negativa verkningar som skogsbruksåtgärder kan ha på vattnets kvalitet, den biologiska mångfalden och landskapet.

Syftet med skyddszoner är att minska erosionen och läckage av näringsämnen ut i vattendragen, att skydda vattenfåran och strandzonen från slitage och att upprätthålla mikroklimatet och fuktigheten i marken. De minskar också den förändring av landskapsbilden som en avverkning alltid innebär.

Avgränsningen av en skyddszon görs i enlighet med skogsägarens önskemål och objektets egenskaper. Vid avgränsningen beaktas vilket slags småvatten eller vattendrag det är frågan om, dess naturtillstånd, ytvattenflödet, markens lutning och jordarten. Medelbredden på en skyddszon kan vara t.ex. 10, 15 eller 30 meter, beroende på vilka mål skogsägaren har för området ifråga.



Breda, lövträdsdominerade skyddszoner är viktiga med tanke på mångfalden och vattenkvaliteten. Bild:
© Leena Finér.

Förnyelseavverkning



Vid avgränsningen av avverkningsytan har man här skärmat av den mot sjön med hjälp av en trädridå.
Bild: © Airi Matila.

Med förnyelseavverkning avses virkesdrivning där behandlingsområdet kalavverkas för att ge utrymme för ett nytt trädbestånd. Vid en förnyelseavverkning tas det virke som producerats av den tidigare trädgenerationen tillvara samtidigt som man förbereder för etableringen av en ny trädgeneration, antingen genom skogsodling eller på naturlig väg. Naturvårdsträd, fröträd eller skärmträd lämnas vid behov på förnyelseytan.

Avrinningsområde

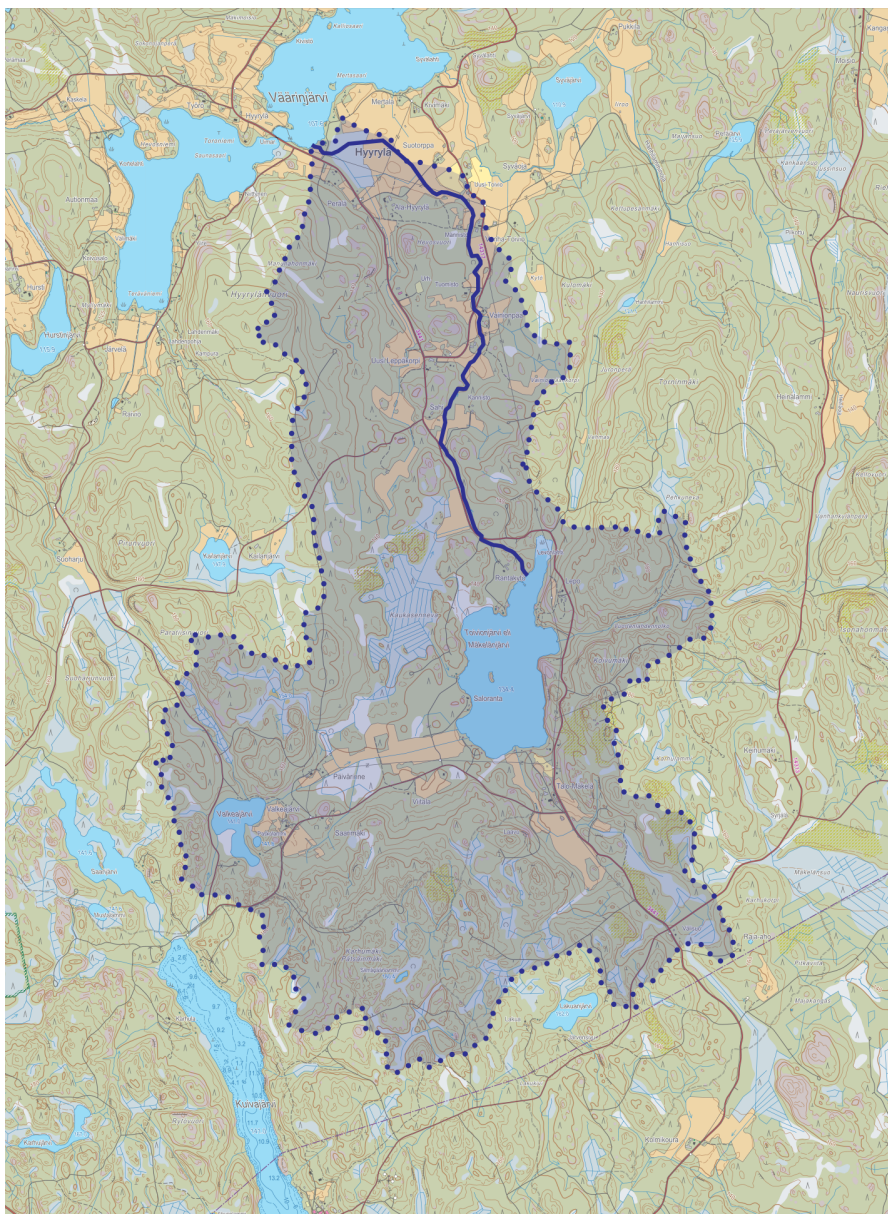


Illustration av ett avrinningsområde. Bild: Juha Varhi, © Tapio.

Ett topografiskt avgränsat område från vilket vatten rinner mot ett vattendrag.

Litteratur

1. Mykrä, H., Annala, M., Hilli, A., ym. 2023. GIS-based planning of buffer zones for protection of boreal streams and their riparian forests. *Forest Ecology and Management*, 528, 120639.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120639>
2. Komonen, A., Niemi, M., Junninen, K. 2008. Lakeside riparian forests support diversity of wood fungi in managed boreal forests. *Canadian Journal of Forest research* 38: 2650–2659
<https://doi.org/10.1139/X08-105>
3. Annala, M. ym. 2023. Paikkatietoon ja luontoarvoihin perustuva metsäpurojen suojavyöhykkeiden suunnittelu – GIS-SUS -hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 47 / 2022
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/352814/SYKEra_47_2022_Gissus.pdf?sequence=1
4. Turunen, J., Elbrecht, V., Steinke, D., & Aroviita, J. 2021. Riparian forests can mitigate warming and ecological degradation of agricultural headwater streams. *Freshwater Biology*, 66(4), 785-798.
<https://doi.org/10.1111/fwb.13678>
5. Tolkkinen, M. J., Heino, J., Ahonen, S. H., Lehosmaa, K., & Mykrä, H. 2020. Streams and riparian forests depend on each other: A review with a special focus on microbes. *Forest Ecology and Management*, 462, 117962.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117962>
6. Koivula, M., Louhi, P., Miettinen, J., ym. 2022. Talousmetsien luonnonhoidon ekologisten vaikutusten synteesi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 60/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 83 s
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-472-2>
7. Gundersen, P., Lauren, A., Fíner, L. ym. 2010. Environmental services provided from riparian forests in the nordic countries. *Ambio* 39(8): 555-566
<https://doi.org/10.1007/s13280-010-0073-9>
8. Oldén, A., Peura, M., Saine, S., ym. 2019. The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. *Forest Ecology and Management*, 453, Article 117623.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117623>

9. Jyväsjärvi, J. Koivunen, I. and Muotka, T. 2020. Does the buffer width matter: Testing the effectiveness of forest certificates in the protection of headwater stream ecosystems. *Forest Ecology and Management* 478
<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfi-fe2022022520814.pdf>
10. Sonesson, J., Ring, E., Högbom, L. et al. 2021. Costs and benefits of seven alternatives for riparian forest buffer management. *Scandinavian Journal of Forest Research* 36:2-3.
<https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1858955>
11. Hasselquist, E., Kuglerova, L., Sjogren, J. et al. 2021. Moving towards multi-layered, mixed-species forests in riparian buffers will enhance their long-term function in boreal landscapes. *Forest Ecology and Management* 493:119254
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119254>
12. Peura, M., Oldén, A., Elo, M., ym. 2020. The effect of buffer strip width and selective logging on streamside polypore communities. *Canadian Journal of Forest Research*, 50(8), 717-725.
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0420>
13. Mäenpää, H., Peura, M., Halme, P.,ym. 2020. Windthrow in streamside key habitats : Effects of buffer strip width and selective logging. *Forest Ecology and Management*, 475, Article 118405.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118405>
14. Broadmeadow, S. and Nisbet, T.R. 2004. The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. *Hydrology and Earth System Sciences* 8(3), 286-305
<https://hess.copernicus.org/articles/8/286/2004/hess-8-286-2004.pdf>
15. Valkama, E., Usva, K., Saarinen, M., and Uusi-Kämppe, J. 2019. A Meta-Analysis on Nitrogen Retention by Buffer Zones. *J. Environ. Qual.* 48:270–279
<https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0120>
16. Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., ym. 2005. Does the use of riparian buffer zones in forest drainage sites to reduce the transport of solids simultaneously increase the export of solutes? *Boreal Environment Research* 10: 191-201.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016091423726>

- Daoust, K., Kreutzweiser, D., Guo, J. etc. 2019. Climate-influenced catchment hydrology overrides forest management effects on stream benthic macroinvertebrates in a northern hardwood forest. *Forest Ecology and Management* 452
<https://doi.org/0.1016/j.foreco.2019.117540>
18. Kreutzweiser, D., Muto, E., Holmes, S. etc. 2010. Effects of upland clearcutting and riparian partial harvesting on leaf pack breakdown and aquatic invertebrates in boreal forest streams. *Fresh Water Biology* 55, 2238-2252
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02410.x>
19. Ring, Y.-M. 2019. Hyvät käytännöt suojavyöhykkeiden muodostamiseen vesistöjen varsille Itämeren alueella – Käsikirja. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 10, 24 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-715-2>
20. Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., Y.-M. 2005. Capacity of riparian buffer zones to reduce sediment concentrations in discharge from peatlands drained for forestry. *Silva Fennica* 39(3): 331–339.
<https://doi.org/10.14214/sf.371>
21. Kuglerová, L., Nilsson, G. & Hasselquist, E.M. 2023. Too much, too soon? Two Swedish case studies of short-term deadwood recruitment in riparian buffers. *Ambio* 52, 440–452.
<https://doi.org/10.1007/s13280-022-01793-1>
22. Valkama, E., Usva, K., Saarinen, M., Y.-M. 2019. A Meta-Analysis on Nitrogen Retention by Buffer Zones. *J. Environ. Qual.* 48:270–279
<https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0120>
23. Väänänen, R., Kenttämies, K., Nieminen, M., Y.-M. 2007. Phosphorus retention properties of forest humus layer in buffer zones and clear-cut areas in southern Finland. *Boreal Environment Research* 12: 601-609
<http://hdl.handle.net/10138/235525>
24. Palviainen, M., Finer, L., Lauren, A., Y.-M. 2014. Nitrogen, Phosphorus, Carbon, and Suspended Solids Loads from Forest Clear-Cutting and Site Preparation: Long-Term Paired Catchment Studies from Eastern Finland. *Ambio* 43:218-233
<https://doi.org/10.1007/s13280-013-0439-x>
25. Hynninen, A., Sarkkola, S., Laurén, A., Koivusalo, H. & Nieminen, M. 2011: Capacity of riparian buffer areas to reduce ammonium export originating from ditch network

- maintenance areas in peatlands drained for forestry. *Boreal Env. Res.* 16: 430–440.
<http://hdl.handle.net/10138/232828>
26. Johansson, T., Hjältén, J., de Jong, J. et al. 2013. Environmental considerations from legislation and certification in managed forest stands: A review of their importance for biodiversity. *Forest Ecology and Management* 303, 98-112
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.012>
27. Sarkkola, S., Nieminen, M. & Piirainen, S. 2022. Vesistökuormitus metsätaloudessa – Uusia kuormitusmittareita Kansallisen metsästrategian seurantaan : Asiantuntijaselvitys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 96/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-554-5>
28. Tiwari, T., J. Lundstrom, L. Kuglerov, H. et al. 2016. Cost of riparian buffer zones: A comparison of hydrologically adapted site-specific riparian buffers with traditional fixed widths, *Water Resour. Res.*, 52, 1056–1069
<https://doi.org/10.1002/2015WR018014>
29. Vuorio, V. Tikkanen, O-P., Mehtätalo, L., ym. 2015. The effects of forest management on terrestrial habitats of a rare and a common newt species. *Eur J Forest Res* 134:377-388
<https://doi.org/10.1007/s10342-014-0858-7>
30. Bradshaw, C.J.A. & Warkentin, I.G. 2015: Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128: 24-30.
31. Lehtonen, A. et al. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
32. Gustafsson, L. ym. 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *BioScience*, 62: 633–645.
<https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>