

Tutkimuksia rantametsistä ja suojavyöhykkeistä

Koonnut: Mari Annala, Suomen ympäristökeskus, etunimi.sukunimi@syke.fi

Julkaistu: 11.4.2022, päivitetty: 15.2.2024

Listaan on koottu kansainvälisissä vertaisarvioituissa julkaisusarjoissa julkaistuja tutkimuksia Suomea vastaavista oloista, jotka liittyvät rantametsien ekologiaan ja suojavyöhykkeisiin. Tutkimukset on jaoteltu aiheittain ja jokaisesta tutkimuksen päätulos tai -aihe on kuvattu lyhyesti. Listaan on pyritty kokoamaan tutkimuksia mahdollisimman kattavasti, mutta siinä voi olla puutteita ja listaa pyritään täydentämään tarpeen mukaan. Listaa saa vapaasti hyödyntää ja jakaa.

Aihealueet:

Sisällys

Tutkimuksia rantametsistä ja suojavyöhykkeistä	1
1. Puron ja rantametsän ekologinen kytkeytyneisyys.....	1
2. Purojen rantametsien lajisto	1
3. Purojen rantametsien merkitys alueelliselle monimuotoisuudelle.....	2
4. Puronvarsien metsälakikohteet.....	2
5. Maankäytön vaikutukset purojen ja rantametsien eliöstöön	3
6. Metsäpurojen suojavyöhykkeiden leveys.....	3
7. Maatalouspurojen suojavyöhykkeet.....	5
8. Järvien rantametsät.....	6
9. Paikkatietoaineistojen hyödynnettävyys rantametsien suojelussa ja suojavyöhykkeiden muodostamisessa	6
10. Sääntely ja ohjauskeinot.....	6

1. Puron ja rantametsän ekologinen kytkeytyneisyys

Lehtipuulajiston koostumus vaikuttaa hajotustoimintaan purossa

Kominoski, J. S., Marczak, L. B. & Richardson, J. S. 2011. Riparian forest composition affects stream litter decomposition despite similar microbial and invertebrate communities. *Ecology* 92: 151-159.

<https://doi.org/10.1890/10-0028.1>

Yhteenvetoartikkeli purojen ja rantametsien yhteydestä, jossa myös mikrobinäkökulma mukana

Tolkinen, M. J., Heino, J., Ahonen, S. H. K., 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>

Pienet aukot rantametsän puustossa jäljittelee vanhan metsän dynamiikkaa; veden maksimilämpötila nousee 0.01-0.36 °C, mutta lämpötilan nousu suurempaa pienissä uomissa

Swartz, A., Roon, D., Reiter, M. & Warren, D. 2020. Stream temperature responses to experimental riparian canopy gaps along forested headwaters in western Oregon. *Forest Ecology and Management* 474: 118354.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118354>

2. Purojen rantametsien lajisto

Verrattiin 10 m levyistä suojavyöhykettä, avohakkuuta ja referenssikohteita: rantametsien pienialainen habitaatin vaihtelu toimii refugia etanoille (tulokset 2.5 v hakkuiden jälkeen)

Hylander, K., Nilsson, C. & Göthner, T. 2004. Effects of Buffer-Strip Retention and Clearcutting on Land Snails in Boreal Riparian Forests. *Conservation Biology* 18: 1052–1062. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00199.x>

Lähdevaikutteiset rantametsän alueet ovat lajimääriltään erityisiä ”hotspotteja”

Kuglerová, L., Jansson, R., Ågren, A., Laudon, H. & Malm-Renöfält, B. 2014. Groundwater discharge creates hotspots of riparian plant species richness in a boreal forest stream network. *Ecology* 95: 715-725. <https://doi.org/10.1890/13-0363.1>

Purojen rantametsissä on monimuotoinen kasvilajisto, jota ylläpitää kostea mikroilmasto ja pohjavesivaikutus

Pollock, M. M., Naiman, R. J. & Hanley, T. A. 1998. Plant species richness in riparian wetlands – A test of biodiversity theory. *Ecology* 79: 94-105. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[0094:PSRIRW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[0094:PSRIRW]2.0.CO;2)

Lähdevaikutteiset rantametsän alueet ovat lajirikkaita ja niillä elää harvinaisia kasvilajeja

Zinko, U., Seibert, J., Dynesius, M. & Nilsson, C. 2005. Plant species numbers predicted by a topography-based groundwater flow index. *Ecosystems* 8: 430-441. <https://doi.org/10.1007/PL00021513>

3. Purojen rantametsien merkitys alueelliselle monimuotoisuudelle

Suojavyöhykkeet toimivat lintujen refugioina ja habitaattina, mutta hakkuun jälkeisinä vuosina lajisto osittain vaihtuu metsälajistosta yleislajistoksi. Metsälintupopulaatioiden ylläpitämiseksi tarvitaan 60 m suojavyöhyke.

Darveau, M., Beauchesne, P., Bélanger, L., Huot, J. & Larue, P. 1995. Riparian forest strips as habitat for breeding birds in boreal forest. *Journal of Wildlife Management* 59: 67-78. <https://doi.org/10.2307/3809117>

Purojen rantametsät tärkeitä lintujen habitaatteja ja leviämistäväyliä

Mosley, E., Holmes, S. B. & Nol, E. 2006. Songbird diversity and movement in upland and riparian habitats in the boreal mixedwood forest of northeastern Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 1149-1164. <https://doi.org/10.1139/x06-010>

Rantametsät lisäävät alueellista monimuotoisuutta 38 %:lla, koska niillä elää muusta metsästä poikkeava lajisto (lopputulema seuraavissa artikkeleissa käydystä debatista)

Sabo, J. L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J. & Welter, J. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86: 56–62. <https://doi.org/10.1890/04-0668>

(Kritiikki edelliseen)

Hylander, K. 2006. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species: Comment. *Ecology* 87: 2126-2128. <https://www.jstor.org/stable/20069199>

(Vastine edelliseen kritiikkiin)

Sabo, J. L. & Soykan, C. U. 2006. Riparian zones increase regional richness by supporting different, not more, species: Reply. *Ecology*, 87: 2128-2131. <https://www.jstor.org/stable/20069200>

4. Purojen metsälakikohteet

Tarvitaan 30 m suojelemaan metsälakikohteita lajistomuutoksilta

Oldén, A., Selonen, V. A. O., Lehtonen, E. & Kotiaho, J. S. 2019. The effect of buffer strip width and selective logging on streamside plant communities. *BMC Ecology* 19:9 <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0225-0>

Tarvitaan 30 m täysin hakkaamaton suojavyöhyke säilyttämään metsälakikohteen mikroilmasto

Oldén, A., Peura, M., Saine, S., Kotiaho, J. S. & Halme, P. 2019. The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. *Forest Ecology and Management* 453: 117623. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117623>

Metsälakikohteet ovat keskimäärin 3 m leveitä vyöhykkeitä puronvarressa – tarvitaan 45 m levyinen suojavyöhyke molemmin puolin puroa, jotta lajisto ei muutu

Selonen, V.A.O. & Kotiaho, J.S. 2013. Buffer strips can pre-empt extinction debt in boreal streamside habitats. BMC Ecology 13: 24. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-13-24>

Puron varsien metsälakikohteet hyödyttävät puroeliöstöä paikallisesti (piilevä-, sammal-, pohjaeläin- ja Punaisen listan sammal- ja pohjaeläinlajeja)

Suurkuukka, H., Virtanen, R., Suorsa, V., Soininen, J., Paasivirta, L. & Muotka, T. 2014. Woodland key habitats and stream biodiversity: Does small-scale terrestrial conservation enhance the protection of stream biota? Biological Conservation 170: 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.10.009>

5. Maankäytön vaikutukset purojen ja rantametsien eliöstöön

Yhteenveto rantametsän käsittelyn vaikutuksista vesiekosysteemiin

Broadmeadow, S. & Nisbet, T. 2004. The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. Hydrology and Earth System Sciences 8: 286-305. <https://doi.org/10.5194/hess-8-286-2004>

Rantametsän lajisto sietää paremmin avohakkuiden aiheuttamia lyhytaikaisia ympäristömuutoksia kuin muu metsälajisto johtuen rantavyöhykkeen topografiasta

Dynesius, M., Hylander, K. & Nilsson, C. 2009. High resilience of bryophyte assemblages in streamside compared to upland forests. Ecology 90: 1042-1052. <https://doi.org/10.1890/07-1822.1>

Yhteenveto: Suojavyöhykkeiden ekologisia hyötyjä voisi lisätä lisäämällä kerroksellista kasvillisuutta ja lehtipuita suojavyöhykkeisiin ja pitkäjänteisellä suojavyöhykkeen suunnittelulla

Hasselquist, E. M., Kuglerová, L., Sjögren, J., Hjältén, J., Ring, E., Sponseller, R. A., Andersson, E., Lundström, J., Mancheva, I., Nordin, A. & Laudon, H. 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>

Yhteenveto eri painetekijöiden vaikutuksista boreaaliseen rantakasvillisuuteen

Hoppenreij, J. H., Eckstein, R. L. & Lindt, L. 2022. Pressures on boreal riparian vegetation: A literature review. Frontiers in Ecology and Evolution <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.806130>

Avohakkuut lisäävät ojitusten haittavaikutuksia vesiekosysteemille

Rajakallio, M., Jyväsjärvi, J., Muotka, T. & Aroviita, J. 2021. Blue consequences of the green bioeconomy: Clear-cutting intensifies the harmful impacts of land drainage on stream invertebrate biodiversity. Journal of Applied Ecology 58: 1523-1532. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13889>

Reunavaikutus heikentää rantametsän sammallajiston selviytymistä: riittävän leveä suojavyöhyke auttaa mikroilmaston säilymisessä, joka puolestaan suojaa lajistoa

Steward, K. J. & Mallik, A. U. 2006. Bryophyte responses to microclimatic edge effects across riparian buffers. Ecological Applications 16: 1474-1486. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1474:BRTMEE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1474:BRTMEE]2.0.CO;2)

6. Metsäpurojen suojavyöhykkeiden leveys

Rantavyöhykkeen mikroilmaston ja kasvilajiston suojelun kannalta ei-hakattu 15 m leveä ja osittain hakattu 30 m leveä suojavyöhyke ovat yhtä huonoja, eivätkä suojaa rantametsää mikroilmaston muutoksilta

Berrigan, A., Halme, P., Peura, M. & Oldén, A. 2020. Are wide but selectively logged buffer strips better than narrow ones? Scandinavian Journal of Forest Research 36: 177-187. <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1858957>

Nykyiset suojavyöhykkeet Ruotsissa eivät toimi tarkoituksenmukaisesti

Cellaiah, D. & Kuglerová, L. 2021. Are riparian buffers surrounding forestry-impacted streams sufficient to meet key ecological objectives? A Swedish case study. *Forest Ecology and Management* 499: 119591. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119591>

Yhteenvetoartikkeli: yli 40 m levyinen suojavyöhyke suojelee myös rantametsän lajeja

Gundersen, P., Laurén, A., Finér, L., Ring, E., Koivusalo, H., Sætersdal, M., Weslien, J.-O., Sigurdsson, B. D., Högbom, L., Laine, J. & Hansen, K. 2010. Environmental services provided from the riparian forests in the Nordic countries. *Ambio* 39: 555-566. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0073-9>

Metsäsertifikaattien suojavyöhykkeistä: kapea (alle 15m) suojavyöhyke ei suojele puoroa metsätalouden vaikutuksilta – PEFC-sertifikaatin suojavyöhyke riittämätön puroekosysteemin kannalta

Jyväsjärvi, J., Kuusisto, I. & 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: 118532. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118532>

Vaihtelevan levyinen suojavyöhyke, jossa kosteat alueet on huomioitu leveämmillä suojakaistoilla, suojelee metsälajistoa paremmin kuin tasalevyinen kapea (10-15 m) suojavyöhyke

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. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.033>

Suojavyöhykeleveyksien vertailu Suomessa, Ruotsissa ja Kanadassa: suojavyöhykkeissä on parannettavaa

Kuglerová, L., Jyväsjärvi, J., Ruffing, C., Muotka, T., Jonsson, A., Andersson, E. & Richardson, J. 2020. Cutting Edge: A Comparison of Contemporary Practices of Riparian Buffer Retention Around Small Streams in Canada, Finland, and Sweden. *Water Resources Research* 56: e2019WR026381. <https://doi.org/10.1029/2019WR026381>

Kapeat suojavyöhykkeet (<15 m) ovat alttiita tuulenkaadoille ja lisäävät lahopuun määrää puroissa ja rantametsässä lyhyellä aikavälillä, mutta eivät turvaa lahopuujatkumoa pitkällä aikavälillä

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>

30 m levyisellä suojavyöhykkeellä tapahtuu vähemmän tuulenkaatoja kuin 15 m levyisellä; poimintahakkuu ei vaikuta tuulenkaatojen määrään

Mäenpää, H., Peura, M., Halme, P., Siitonen, J., Mönkkönen, M. & Oldén, A. 2020. Windthrow in streamside key habitats: Effects of buffer strip width and selective logging. *Forest Ecology and Management* 475: 118405. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118405>

30 m levyinen suojavyöhyke säilyttää luonnollisen kääpälajiston; 15 m levyisissä kääpälajisto muistuttaa talousmetsän lajistoa (tulokset 12 v hakkuun jälkeen); poimintahakkuun jälkeen beta-diversiteetti väheni eli kääpälajisto samankaltaistui suojavyöhykkeillä

Peura, M., Oldén, M., Elo, M., Kotiaho, J. S., Mönkkönen, M. & Halme, P. 2020. The effect of buffer strip width and selective logging on streamside polypore communities. *Canadian Journal of Forest Research* 50: 717-725. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0420>

30 m levyinen suojavyöhyke tarvitaan molemmiin puolin puoroa ylläpitämään rantametsän mikroilmastoa

Rykken, J. J., Chan, S. S. & Moldenke, A. R. 2007. Headwater riparian microclimate patterns under alternative forest management treatments. *Forest Science* 53: 270-280. <https://doi.org/10.1093/forestscience/53.2.270>

30 m levyinen suojavyöhyke tarvitaan säilyttämään rantametsän mikroilmasto ja selkärangatonlajisto

Rykken, J. J., Moldenke, A. R. & Olson, D. H. 2007. Headwater riparian forest-floor invertebrate communities associated with alternative forest management practices. *Ecological Applications* 17: 1168-1183. <https://doi.org/10.1890/06-0901>

Yhteenvetoartikkeli suojavyöhykkeiden leveyksien vaikutuksesta eri asioihin: yli 30 m suojakaista tarvitaan suojaamaan purohabitaattia ja puroeliöitä, kiintoainekuorman ehkäisemiseen voi riittää kapeampi

Sweeney, B. W. & Newbold, J. D. 2014. Streamside forest buffer width needed to protect stream water quality, habitat, and organisms: A literature review. *Journal of the American Water Resources Association* 50: 560-584. <https://doi.org/10.1111/jawr.12203>

7. Maatalouspurojen suojavyöhykkeet

Yhteenvedoartikkeli: Puustoiset suojavyöhykkeet auttavat mm. ilmastonmuutoksen vaikutusten vähentämisessä

Cole, L. J., Stockan, J. & Helliwell, R. 2020. Managing riparian buffer strips to optimise ecosystem services: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 296: 106891. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106891>

Pienialaisetkin puustoiset suojavyöhykkeet edistävät vesi- ja maahyönteisten monimuotoisuutta

Forio, M.A.E., De Troyer, N., Lock, K., Witing, F., Baert, L., Saeyer, N.D., Rîșnoveanu, G., Popescu, C., Burdon, F.J., Kupilas, B., Friberg, N., Boets, P., Volk, M., McKie, B.G., Goethals, P. 2020. Small Patches of Riparian Woody Vegetation Enhance Biodiversity of Invertebrates. *Water* 12: 3070. <https://doi.org/10.3390/w12113070>

Meta-analyysi: 3 m levyinen suojavyöhyke auttaa maatalouden kuormituksen ehkäisyssä, mutta vasta yli 30 m levyinen vyöhyke on ekologisesti tehokas

Lind, L., Hasselquist, E.M. & Laudon, H. 2019. Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management* 249: 109391. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109391>

Osittainen laidunnus suojavyöhykkeellä hyödyttää peltolintuja (verrattuna aidattuun suojavyöhykkeeseen)

McCracken, D. I., Cole, L. J., Harrison, W. & Robertson, D. 2012. Improving the farmland biodiversity value of riparian buffer strips: Conflicts and compromises. *Journal of Environmental Quality* 41: 355-333363. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0532>

Viitteitä siitä, että puustoiset ja kasvipeitteiset suojavyöhykkeet vähentävät peltojen haittavaikutuksia pohjaeläimille

Moore, A. A. & Palmer, M. A. 2005. Invertebrate biodiversity in agricultural and urban headwater streams: Implications for conservation and management. *Ecological Applications* 15: 1169-1177. <https://doi.org/10.1890/04-1484>

Yhteenvedoartikkeli suojavyöhykkeiden tehokkuudesta ja ekologisista hyödyistä sekä politiikkapohdintaa

Stutter, M. I., Chardon, W. J. & Kronvang, B. 2012. Riparian buffer strips as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: Introduction. *Journal of Environmental Quality* 41: 297-303. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0439>

Puustoiset rantavyöhykkeet ovat tärkeitä maatalousuomien eliölajistolle

Tolkkinen, M., Vaarala, S. & Aroviita, J. 2022. The importance of riparian forest cover to the ecological status of agricultural streams in nationwide assessment. *Water Resources Management* 35: 4009-4020. <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02923-2>

Puustoinen rantavyöhyke vähentää hajakuormituksen negatiivisia vaikutuksia puroeliöstölle

Turunen, J., Markkula, J., Rajakallio, M. & Aroviita, J. 2019. Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. *Science of the Total Environment* 649: 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.427>

Pensaspeitteisen, ruohopeitteisen ja paljaan suojavyöhykkeen tehokkuus fosforin pidätyksessä

Uusi-Kämpä, J. & Jauhiainen, L. 2010. Long-term monitoring of buffer zone efficiency under different cultivation techniques in boreal conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137: 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.002>

8. Järvien rantametsät

Yhteenvetoartikkeli metsähakkuiden vaikutuksista pieniin temperattisiin järviin

Becu, M. J. H., Michalski, T. A. & Richardson, J. S. 2023. Forest harvesting impacts on small, temperate zone lakes: a review. *Environmental Reviews* 31: 376-402. <https://doi.org/10.1139/er-2022-0098>

Järvien rantametsät ylläpitävät kääväkkäiden monimuotoisuutta

Komonen, A., Niemi, M. E. & 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>

9. Paikkatietoaineistojen hyödynnettävyys rantametsien suojelussa ja suojavaöhykkeiden muodostamisessa

DTW-kosteusindeksikartan avulla voidaan paikantaa sammallajistoltaan monimuotoisimmat rantametsän alueet

Bartels, S. F., Caners, R. T., Ogilvie, J., White, B. & Macdonald, S. E. 2018. Relating bryophyte assemblages to a remotely sensed Depth-to-Water Index in boreal forests. *Frontier in Plant Science* 9: 858. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00858>

Suojaöhykkeiden muodostaminen DTW-kosteusindeksin perusteella hyödyttäisi sammallajistoa: havumetsissä kosteat alueet ja lehtimetsissä kuivat alueet kannattaisi huomioida leveämmillä suojavaöhykkeillä

Bartels, S. F., James, R. S., Caners, R. T. & Macdonald, S. E. 2019. Depth-to-water mediates bryophyte response to harvesting in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 56: 1256–1266. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13359>

DTW-kosteusindeksikartta ennustaa yleisimpien sammallajien esiintymät 67-83 % tarkkuudella

Goguen, M. & Arp, P. A. 2017. Modeling and mapping forest floor distributions of common bryophytes using a LiDAR-derived Depth-to-Water Index. *American Journal of Plant Sciences* 8: 867-890. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.84059>

Simulaatioon perustuvassa tutkimuksessa vertaillaan erilaisten käsittelyjen vaikutuksia tasalevyisillä ja vaihtelevan levyisillä suojavaöhykkeillä: tarkastelun kohteena puukuutioiden tuotto, lehtipuiden määrä ja lahoppuun määrä

Lundström, Öhman & Laudon 2018. Comparing buffer zone alternatives in forest planning using a decision support system. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33: 493-501. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1441900>

DTW-kosteusindeksikartta toimii hyvin pohjaveden korkeuteen perustuvan maaperän kosteuden kartoittamisessa, mutta ei huomioi maaperätekijöiden, ilmaston ja kasvillisuuden vaikutusta kosteusolosuhteisiin

Oltean, G. S., Comeau, P. G. & White, B. 2016. Linking the Depth-to-Water Topographic Index to soil moisture on boreal forest sites in Alberta. *Forest Science* 62: 154-165. <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.15-054>

Kokonaiskustannukset huomioiden maaperän kosteusolosuhteisiin perustuvat vaihtelevan levyiset suojavaöhykkeet ovat taloudellisesti edullisempia kuin 5-30 m tasalevyiset

Tiwari, T., Lundström, J., Kuglerová, L., Laudon, H., Öhman, K. & Ågren, A. M. 2016. Cost of riparian buffer zones: A comparison of hydrologically adapted site-specific riparian buffers with traditional fixed widths. *Water Resources Research* 52: 1056–1069. <https://doi.org/10.1002/2015WR018014>

10. Sääntely ja ohjauskeinot

Purojen suojavyöhykkeille tulee asettaa sidosryhmäyhteistyönä mitattavissa olevat ekologiset tavoitteet niiden suojavaikutuksen varmistamiseksi ja todentamiseksi

Kuglerová, L., Muotka, T., Chellaiah, D., Jyväsjärvi, J. & Richardson, J. S. 2024. Protecting our streams by defining measurable targets for riparian management in a forestry context. *Journal of Applied Ecology* 61: 206-214.

<https://doi.org/10.1111/1365-2664.14549>