

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 381

EROOSIORANTOJEN KASVITTAMINEN ONTOJÄRVELLÄ

Juha Riihimäki
Seppo Hellsten
Erkki Alasaarela

Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja

Nro 381

**EROOSIORANTOJEN
KASVITTAMINEN
ONTOJÄRVELLÄ**

Juha Riihimäki
Seppo Hellsten
Erkki Alasaarela

Tulokset koetoiminnasta

v. 1990 - 1991

Vesi- ja ympäristöhallitus

Helsinki 1992



Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa Oulun vesi- ja ympäristöpiiristä.

ISBN 951-47-5584-7

ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo, Helsinki 1992.

Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä
15.5.1992

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Juha Riihimäki, Seppo Hellsten, Erkki Alasaarela

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)
Eroosiorantojen kasvittaminen Ontojärvellä
Vegetations etablering av erosionsstränderna runt Ontojärvi

Julkaisun laji Toimeksiantaja Toimielimen asettamispv
raportti

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Keväällä 1990 aloitettiin Kuhmon Ontojärvellä koetoiminta, jossa tutkittiin eri kasvilajien selviytymistä eroosiorannoilla. Koetoiminnan tarkoituksena oli tuottaa tietoa kasvien käyttömahdollisuuksista rantojen suojauksessa ja maisemarakentamisessa. Samalla tutkittiin erilaisia istutettujen kasvien selviytymistä helpottavia käsittelyjä.

Ontojärven rannalle perustettiin neljä koealuetta. Kullekin neljälle koealueelle perustettiin kuusi eri tavoin käsiteltyä koealaa siten, että samanlainen käsittely toistettiin jokaisella koealueella. Koealueille istutettavat kasvilajit valittiin rannoille tyypillisistä kasvilajeista. Käytetyt kasvilajit olivat: harmaaleppä (*Alnus incana*), pajut, lähinnä kiiltolehtipaju (*Salix phylicifolia*), järviruoko (*Phragmites australis*), jousivihvilä (*Juncus filiformis*), kastikat, lähinnä korpikastikka (*Calamagrostis purpurea*) ja pullosara (*Carex rostrata*).

Istutettujen kasvien selviytymistä seurattiin laskemalla koealoilla elävien istutettujen kasvien määrä. Koealojen kasvillisuuden ja rannan muutokset dokumentoitiin myös valokuvaamalla jokainen koeala kunkin havainnointikerran yhteydessä. Suuret törmän tyveen istutetut pajun varsipistokkaat selviytyivät erittäin hyvin. Ruohovartisten lajien selviytyminen rannan olosuhteissa oli ensimmäisen kasvukauden jälkeen puuvartisia heikompa. Tutkimusjakson lopussa tilanne oli muuttunut selvästi. Kaikista käytetyistä lajeista parhaiten selviytyi pullosara. Jousivihvilän ja järviruo'on käyttö rantojen kasvittamisessa on tulokseltaan ilmeisen epävarmaa. Kasvien huono aallokon kesto istutusvaiheessa ja toisaalta kuivuuden arkuus aiheuttaa sen, että niiden käyttö edellyttäne jonkinlaista suojausta aallokon varalta sekä kasvien veden- saannin varmistamista.

Asiasanat (avainsanat)
eroosiorannat, kasvillisuus, kunnostus, säännöstely, suojaus.

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro 381	ISBN 951-47-5584-7	ISSN 0783-3288
Kokonaissivumäärä 36	Kieli suomi	Hinta Luottamuksellisuus Julkinen
Jakaja Oulun vesi- ja ympäristöpiiri PL 124 90101 OULU	Kustantaja Vesi- ja ympäristöhallitus PL 250 00101 HELSINKI	

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum
15.5.1992

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Juha Riihimäki, Seppo Hellsten, Erkki Alasaarela

Publikation (även den finska titeln)

Vegetations etablering av erosionsstränderna runt Ontojärvi
Eroosiorantojen kasvittaminen Ontojärvellä

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Datum för tillsättandet av organet

Publikationens delar

Referat

Våren 1990 inleddes en studie för att klarlägga överlevnaden hos olika växtarter på erosionsstränder runt Ontojärvi i Kuhmo (östra Finland). Syftet var att undersöka om det är möjligt att använda växter för att skydda stränderna mot erosion och samtidigt påverka landskapsbilden. Som en del av arbetet gjordes en undersökning av hur olika behandlingsmetoder förbättrar överlevnaden hos de planterade individerna.

Fyra försöksområden märktes ut på stranden av Ontojärvi. Varje försöksområde indelades i sex provrutor. De sex provrutorna behandlades på olika sätt. Samma behandling av provrutorna upprepades på alla fyra försöksområdena. De arter som planterades på försöksområdena valdes från de arter som förekom naturligt på stränderna runt Ontojärvi. De valda arterna var gråal (*Alnus incana*), videarter såsom grönvide (*Salix phylicifolia*), vass (*Phragmites australis*), trådtåg (*Juncus filiformis*), rörarter såsom brunrör (*Calamagrostis purpurea*) och flaskstarr (*Carex rostrata*).

Överlevnaden hos de planterade individerna erhöles genom att räkna antalet levande individer efter en viss tid. Förändringar i vegetationen och på stranden iövrigt inom försöksområdena dokumenterades genom fotografering. Stora sticklingar av vide som planterades vid basen av strandbranten klarade sig bra. Arter med örstam hade en lägre överlevnad än arter med träartad stam efter en växtperiod. När resultaten för hela undersökningsperioden sammanställdes (1990 - 1991) visade de sig flaskstarr var den art som klarat sig bäst. Utnyttjande av trådtåg och vass för att beväxa stränder är ett mycket osäkert alternativ. Arternas känslighet för vågornas inverkan (främst under planteringskedet) och för torka leder till att man är tvungen att ordna någon typ av skydd mot vågorna och att säkerställa tillgången på vatten.

Nyckelord:

erosionsstränder, vegetation, restaurering, reglering.

Övriga uppgifter

Seriens namn och nummer
Vatten- och miljöstyrelsens
duplikatserie Nr 381

ISBN
951-47-5584-7

ISSN
0783-3288

Sidantal
36

Språk
finska

Pris

Sekretessgrad
Offentlig

Distribution
Uleåborgs vatten- och miljödistrikt
PB 124 90101 Uleåborg

Förlag
Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250 00101 HELSINGFORS

SISÄLLYS

ALKUSANAT	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	7
2.1 Koealueet	7
2.2 Kasvilajit	7
2.3 Koealojen käsittelyt	9
2.4 Käytetty työmäärä	10
2.5 Seuranta	11
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	11
3.1 Koealueiden geomorfologia	11
3.2 Vedenkorkeus- ja tuuliolosuhteet	11
3.3 Eri käsittelyt	14
3.3.1 Yleistä	14
3.3.2 Nollakäsittely (0)	14
3.3.3 Turvekäsittely (T)	15
3.3.4 Kaurakäsittely (K)	15
3.3.5 Turve + kaurakäsittely (TK)	17
3.3.6 Eroosiomatto (EM)	17
3.3.7 Pajumatto (PM)	18
3.4 Kasvilajien selviytyminen	19
3.4.1 Harmaaleppä	19
3.4.2 Kiiltolehtipaju	22
3.4.3 Korpikastikka	24
3.4.5 Jauhivihvilä	27
3.4.5 Pullosara	27
3.4.6 Järviruoko	29
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	32
KIRJALLISUUS	36

ALKUSANAT

Vesi- ja ympäristöhallinnon on säännöstelylupien haltijana, ja yleisenä valvontaviranomaisena huolehdittava siitä, että vesistön eri käyttötavoitteet ja tarpeet toteutuvat kokonaisuutena mahdollisimman hyvin. Säännöstelyjä voidaan kehittää mm. parantamalla säännöstelyjen käyttöä ja tekemällä erilaisia hoito- ja kunnostustoimenpiteitä.

Oulujoen vesistöissä aloitettiin vuonna 1989 vesi- ja ympäristöhallinnon aloitteesta säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Projektia koordinoi vesi- ja ympäristöhallituksen 28.6.1990 asettama ohjausryhmä. Tämä selvitys liittyy rantojen hoitoa ja kunnostusta käsittelevään osaprojektiin. Selvityksen aiheena on eroosiorantojen kasvittaminen. Aiheeseen liittyvä kirjallisuusselvitys on julkaistu aiemmin (Säännöstelyjärvien eroosiorantojen kunnostus ja hoito, vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 307/1991).

Selvityksen toteuttamista on johtanut seuraava asiantuntijaryhmä:

Kai Kaatra, vesi ja ympäristöhallitus
 Mika Marttunen, vesi ja ympäristöhallitus
 Jukka Muotka, Imatran Voima Oy
 Mika Pohjonen, Imatran Voima Oy
 Jouko Saastamoinen, Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri
 Esko Seppänen, Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

Selvityksen rahoittivat vesi- ja ympäristöhallitus ja Oulujoki Oy. Tämä työ on toteutettu Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen rakennuslaboratorion (VTT/RAK), Oulun vesi- ja ympäristöpiirin (Ouvy) sekä Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin (Kavy) yhteistyönä. Kenttätyöt, aineiston käsittelyn ja pääosan kirjoitustyöstä on tehnyt FK Juha Riihimäki (Ouvy ja VTT/RAK). Tiivistelmän ruotsinkielisen käännöksen teki Hans-Göran Lax Vaasan vesi- ja ympäristöpiiristä.

1 JOHDANTO

Useimmissa säännöstelyissä järvissä Pohjois-Suomessa on avovesikauden vedenkorkeutta nostettu säännöstelyä aloitettaessa. Tämä aiheuttaa paikoin rantojen eroosion lisääntymistä, joka estää vesikasvillisuuden kehittymistä. Eroioituvia rantoja on suojattu perinteisesti kiveämällä tai suisteita rakentamalla.

Keväällä 1990 aloitettiin Kuhmon Ontojärvellä koetoiminta, jossa tutkittiin eri kasvilajien selviytymistä eroosiorannoilla sekä erilaisia kasvi-istutusten selviytymistä parantavia menetelmiä. Koetoiminnan tarkoituksena oli tuottaa tietoa kasvien käyttömahdollisuuksista rantojen suojauksessa ja maisemarakentamisessa.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Koealueet

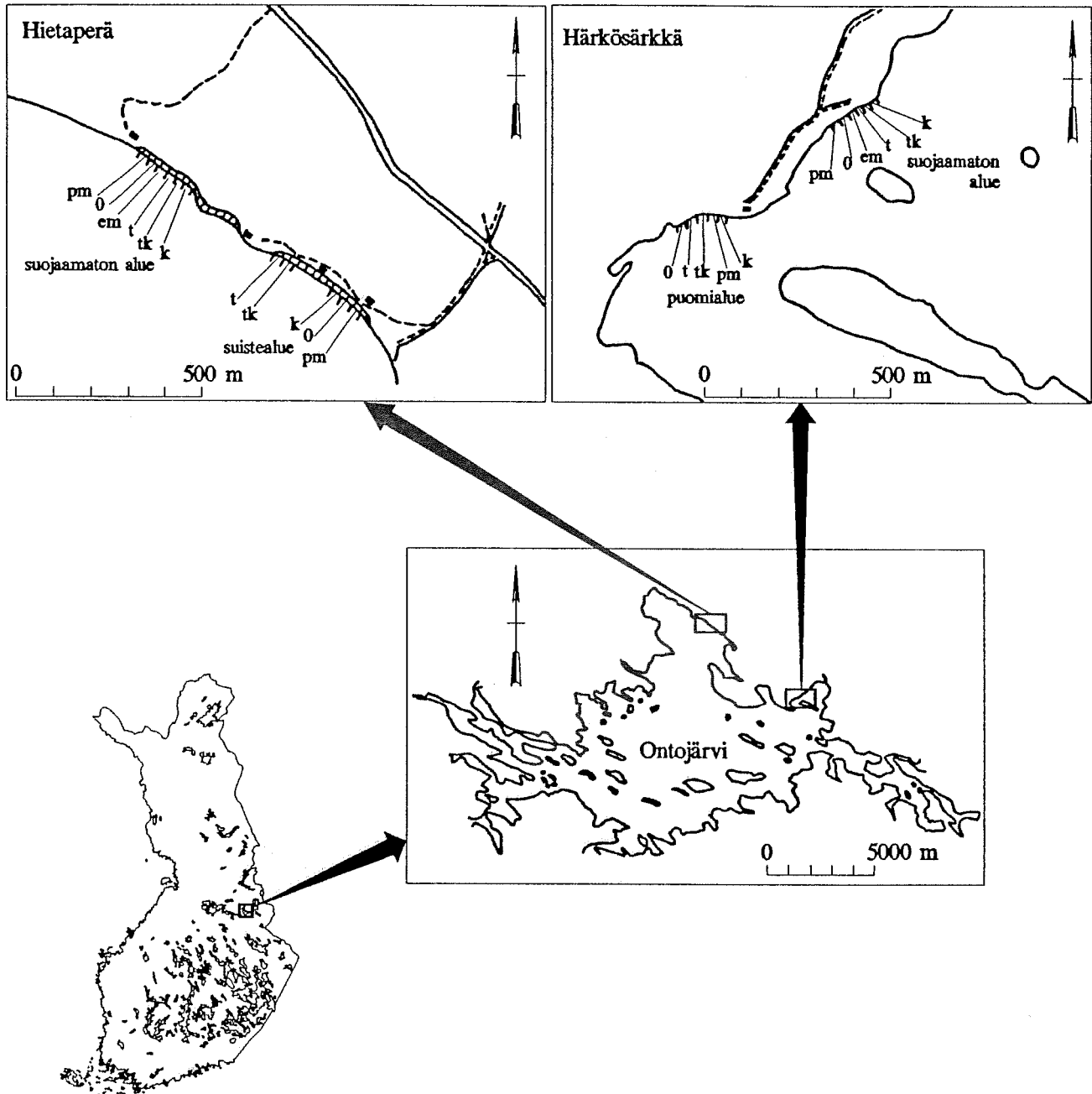
Ontojärven Hietaperän avoimelle rannalle perustettiin kaksi koealuetta. Toinen alueista perustettiin suojaamattomalle rannan osalle (HPA) ja toinen suisteilla suojatulle rannan osalle (HPS) (suisteista kts. esim. Riihimäki ym. 1991). Härkösärkän suojaiselle rannalle perustettiin myös kaksi koealuetta, joista toinen suojattiin rannansuuntaisella kelluvalla aallonmurtajalla (HSP) toisen jäädessä suojaamattomaksi (HSA) (kuva 1). Aallonmurtajana käytettiin n. 100 m pitkää puomia, joka oli tehty pulttaamalla neljä tukkia rinnakkain. Puomin kelluvuutta oli parannettu kolmella alapuolelle kiinnitetyllä tynnyrillä. Aallonmurtajan tarkoituksena oli suojata kasvi-istutuksia aallokolta ja antaa niille aikaa vakiintua ja juurtua kunnolla. Tuulenpyyhkäisymatkat olivat eri koealueilla seuraavat: HPA 3,9 km, HPS 2,7 km, HSA 0,8 km ja HSP 1,0 km.

2.2 Kasvilajit

Koealueille istutettavat kasvilajit valittiin rannoille tyypillisistä kasvilajeista. Käytetyt kasvilajit ovat:

- harmaaleppä (Alnus incana), istutus yhteen riviin noin metrin välein 10 - 20 cm syvyyteen
- pajut, lähinnä kiiltolehtipaju (Salix phylicifolia), istutus pistokkaina kahteen riviin n. 50 cm välein 20 - 30 cm syvyyteen
- järviruoko (Phragmites australis), istutus juurakon kappaleina kahteen riviin n. 50 cm välein 10 - 15 cm syvyyteen
- jouhivihvilä (Juncus filiformis), istutus 3-10 verson tuppaina neljään riviin n. 25 cm välein 5 - 7 cm syvyyteen
- kastikat, lähinnä korpikastikka (Calamagrostis purpurea), istutus 1-5 verson tuppaina neljään riviin n. 25 cm välein 5 - 10 cm syvyyteen
- Pullosara (Carex rostrata), istutus tuppaina kahteen riviin n. 50 cm välein 5 - 10 cm syvyyteen

ONTOJÄRVEN KOEALUEET



Kuva 1. Ontojärven koealueet ja koealojen käsittelyt. pm = pajumatto, 0 = nol-lakäsittely, em = eroosiomatto, t = turvekäsittely, tk = turve ja kaurakäsittely, k = kaurakäsittely.

Istutettavat kasvit pyrittiin hankkimaan mahdollisimman läheltä istutuspaikkaa alueilta, joiden ekologiset olosuhteet ovat mahdollisimman lähellä istutuspaikan olosuhteita. Edellä mainittu onnistui hyvin ainoastaan ruoko-, jousivihvilä- ja saraistukkaiden osalta, leppä-, paju- ja kastikkaistukkaat jouduttiin hankkimaan alueilta, joiden kasvuolosuhteet poikkesivat huomattavasti istutusalueen olosuhteista. Kerätty kasvimateriaali istutettiin välittömästi kuljetuksen jälkeen.

Kasvilajit istutettiin luonnonmukaisiin vyöhykkeisiin alkaen rantatörmän alareunasta siten, että Hietaperän koealueilla ei koealoille istutettu lainkaan saravyöhykettä ja Härkösätkän koealueilla ei koealoille istutettu jousivihvilävyöhykettä.

2.3 Koealojen käsittelyt

Kullekin neljälle koealueelle perustettiin viisi eri tavoin käsiteltyä koealaa siten, että samanlainen käsittely toistettiin jokaisella koealueella. Tämän lisäksi sekä Hietaperän että Härkösätkän suojaamattomille alueille perustettiin Reitex-matolla suojattu koeala.

Koealoja käsiteltiin seuraavilla menetelmillä:

- **nollakäsittely (0)**; kasvit istutettiin paljaalle hiekalle. Käsitteilyn tarkoitus oli toimia vertailukohtana muille käsittelyille.
- **lannoitettu turve (T)**; rantahiekalle levitettiin lievästi lannoitettua kasvuturvetta (VAPO C1) n. 2,1 kg/m². Turve sekoitettiin rantahiekan pintakerrokseen puutarhajyrsimellä. Turpeen tarkoitus oli parantaa maaperän kosteusoloja ja ravinnetilannetta.
- **apukasvi (K)**; märäksi kastellulle hiekalle kylvettiin kauran siementä, joka haravoitiin peittoon ja pinta tiivistettiin jyrällä. Yksivuotisen kauran tarkoitus oli sitoa maaperää ensimmäisen kasvukauden aikana ja tarjota suojaa kauran sekaan istutetuille kasveille.
- **lannoitettu turve + apukasvi (TK)**; kaksi edellistä käsittelyä tehtiin samalle koealalle.
- **eroosiomatto (EM)**; öljyntorjuntaan tarkoitettu juuttiverkolla vahvistettu Reitex-matto kiinnitettiin koealan päälle U-muotoisilla n. 50 cm pitkistä 5 mm harjaterästangoista taivutetuilla kiinnikkeillä. Maton tarkoitus oli suojata kasvi-istutukset estämällä aallokon aiheuttama kasvien irtoaminen istutuspaikalta.
- **pajumatto (PM)**; koeala peitettiin pajunversoilla, jotka aseteltiin vaakatasoon kohtisuoraan rantaa vastaan ja kiinnitettiin paikoilleen narun ja puupaalujen avulla. Pajumaton oli tarkoitus juurtua ja kasvattaa tiheä rantaa suojaava pajukko.

Pajumattoa lukuunottamatta kaikille käsittelyille istutettiin vyöhykkeittäin kokeissa käytettyjä kasvilajeja. Pajumaton yläreunaan rantatörmän juureen pistettiin isokokoisia pajupistokkaita (tyven halkaisija 3,0-1,5 cm ja pituus 150-300 cm) kahteen riviin n. 50 cm välein.

2.4 Käytetty työmäärä

Työn toteutti ryhmä, jossa oli 5 henkilöä. Tarvittaessa ryhmä jaettiin kahtia siten, että osa etsi, keräsi ja kuljetti kasvit toisen puolen huolehtiessa istutuksesta. Työmäärä on laskettu vastaamaan 100 m pitkän ja 6 m leveän rannan käsittelyä ja kasvien etsimistä, keräämistä, kuljettamista ja istuttamista. Alueen käsittely vaati seuraavat työmäärät (henkilötyökuukausia, htkk):

Pajumatto

Pajumaton valmistus	0,47 htkk
Törmän juureen laitetut pistokkaat	0,15 htkk

Eroosiomatto

Mattojen levittäminen ja kiinnitys	0,20 htkk
Kasvien istuttaminen	0,54 htkk

Turve

Turpeen levitys ja pinnan jyrsiminen	0,15 htkk
Kasvien istuttaminen	0,54 htkk

Kaura

Kauran kylvö	0,02 htkk
Kasvien istuttaminen	0,54 htkk

Turve + kaura

Turpeen levitys ja pinnan jyrsiminen	0,15 htkk
Kauran kylvö	0,02 htkk
Kasvien istuttaminen	0,54 htkk

Nolla

Kasvien istuttaminen	0,54 htkk
----------------------	-----------

Käytettyjen kasvilajien keräämiseen ja istuttamiseen 100 m pitkälle rannan osalle kulunut työmäärä oli seuraava:

Leppä	0,12 htkk	100 kpl
Paju	0,05 htkk	400 kpl
Kastikka	0,15 htkk	1600 kpl
Pullosara	0,07 htkk	400 kpl
Jouhivihvilä	0,07 htkk	1600 kpl
Järviruoko	0,15 htkk	400 kpl

2.5 Seuranta

Istutettujen kasvien selviytymisen seuranta aloitettiin istutusten päätyttyä 20.6.1990. Elävien istukkaiden määrä laskettiin ja myös muita havaintoja istutusten tilasta merkittiin muistiin. Elävien istukkaiden erottaminen kuolleista oli etenkin keväällä ja syksyllä vaikeaa. Jonkinasteista vihreyttä pidettiin kuitenkin varmana elonmerkkinä. Havainnointi suoritettiin vuonna 1990 yhteensä seitsemän kertaa noin kahden viikon välein elokuun loppuun asti ja viimeisen kerran vielä syyskuun lopussa. Vuonna 1991 koealat tarkastettiin ensimmäisen kerran 16. toukokuuta, jolloin havaintoja kasvillisuuden selviytymisestä ei vielä voitu tehdä, sillä kasvukausi ei ollut vielä kunnolla alkanut. Seurantaa jatkettiin kesällä 1991 kolme kertaa noin kuukauden välein ja neljännen kerran kasvukauden päätyttyä 3. lokakuuta.

Koealojen kasvillisuuden ja rannan muutokset dokumentoitiin valokuvamalla jokainen koeala kunkin havainnointikerran yhteydessä.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

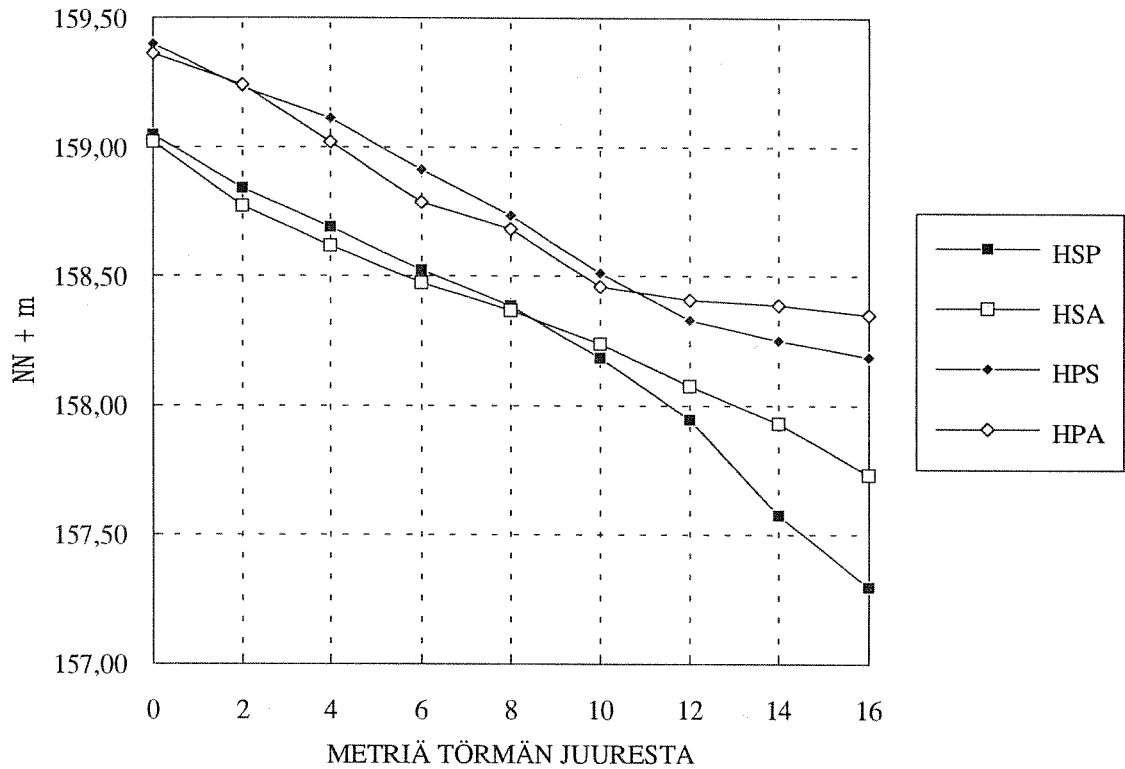
3.1 Koealueiden geomorfologia

Koealueet vaaittiin 15.-23.5.1990 ennen kasvien istuttamista kunkin käsittelyn molemmista reunoista törmään nähden kohtisuorassa linjassa törmän juuresta alkaen kahden metrin välein. Toisen kerran koealat vaaittiin 16.-17.5.1991. Kuvan 2 profiilit on piirretty alueilta keväällä 1991 vaaittujen linjojen keskiarvoista. Rantatörmien tyvikorkeus oli Hietaperän avoimella rannalla 35 - 40 cm Härkösärkän suojaista rantaa suurempi (kuva 2). Kasvi-istutukset eivät olleet sillä vedenkorkeuteen nähden samassa tasossa. Mittausten perusteella vuosien väliset muutokset profiileissa olivat sangen vähäisiä. Härkösärkän avoimella rannalla aineksen määrä oli lisääntynyt, kun taas puomeilla suojatulla rantaosuudella ei muutosta ollut havaittavissa. Hietaperän suistealueelle oli ainesta kertynyt hieman enemmän kuin avoimelle alueelle. Koealojen maalaji määritettiin Kainuun tiepiirissä; kaikkien koealojen maalaji oli sama keHk (keskihiekkä).

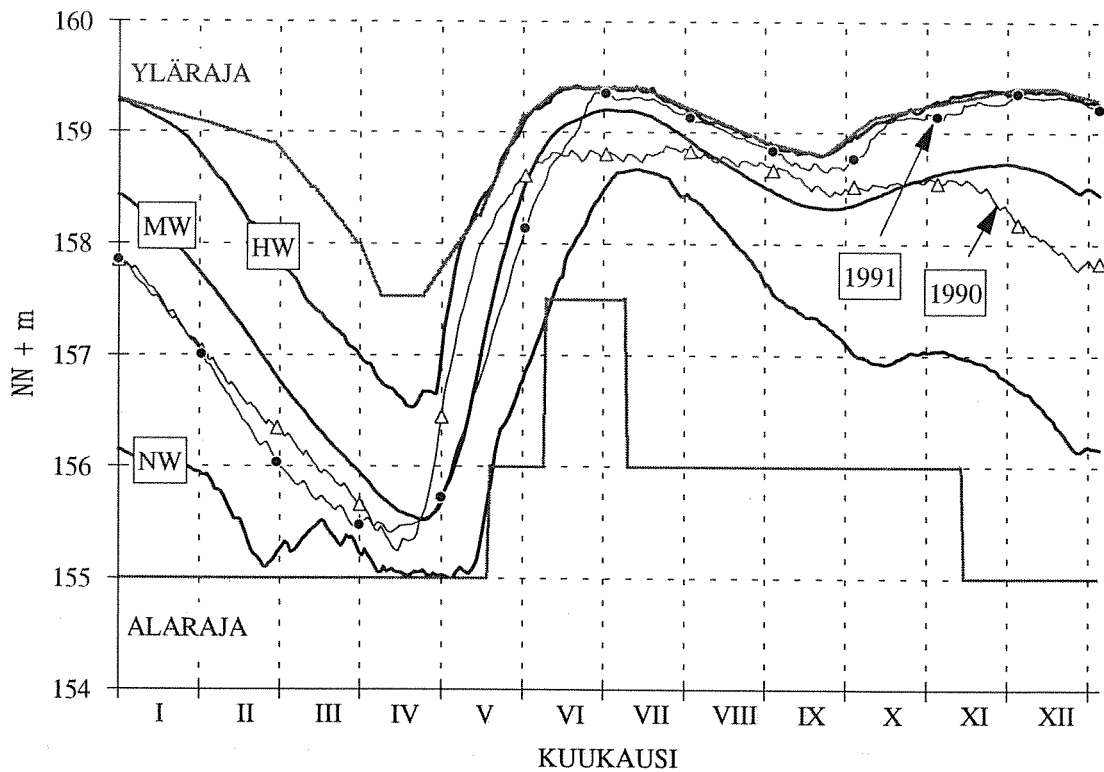
3.2 Vedenkorkeus- ja tuuliolosuhteet

Ontojärven vedenkorkeus nousi keväällä 1990 keskimääräistä aikaisemmin. Koealojen perustamisen alkaessa toukokuun alussa oli vedenkorkeus lähes metrin ajankohdan keskiarvoa korkeammalla (kuva 3). Huippu saavutettiin kesäkuun alussa noin kuukausi normaalia aikaisemmin ja vedenkorkeus pysyi tämän jälkeen melko tasaisena syyskuun loppuun asti. Ylin vedenkorkeus jäi puoli metriä pitkäaikaisten havaintojen keskiarvon alapuolelle. Vuoden 1991 kesällä ylin vedenkorkeus saavutettiin kesäkuun lopussa ja vedenpinnan korkeus pysyi koko kasvukauden selvästi keskiveden yläpuolella.

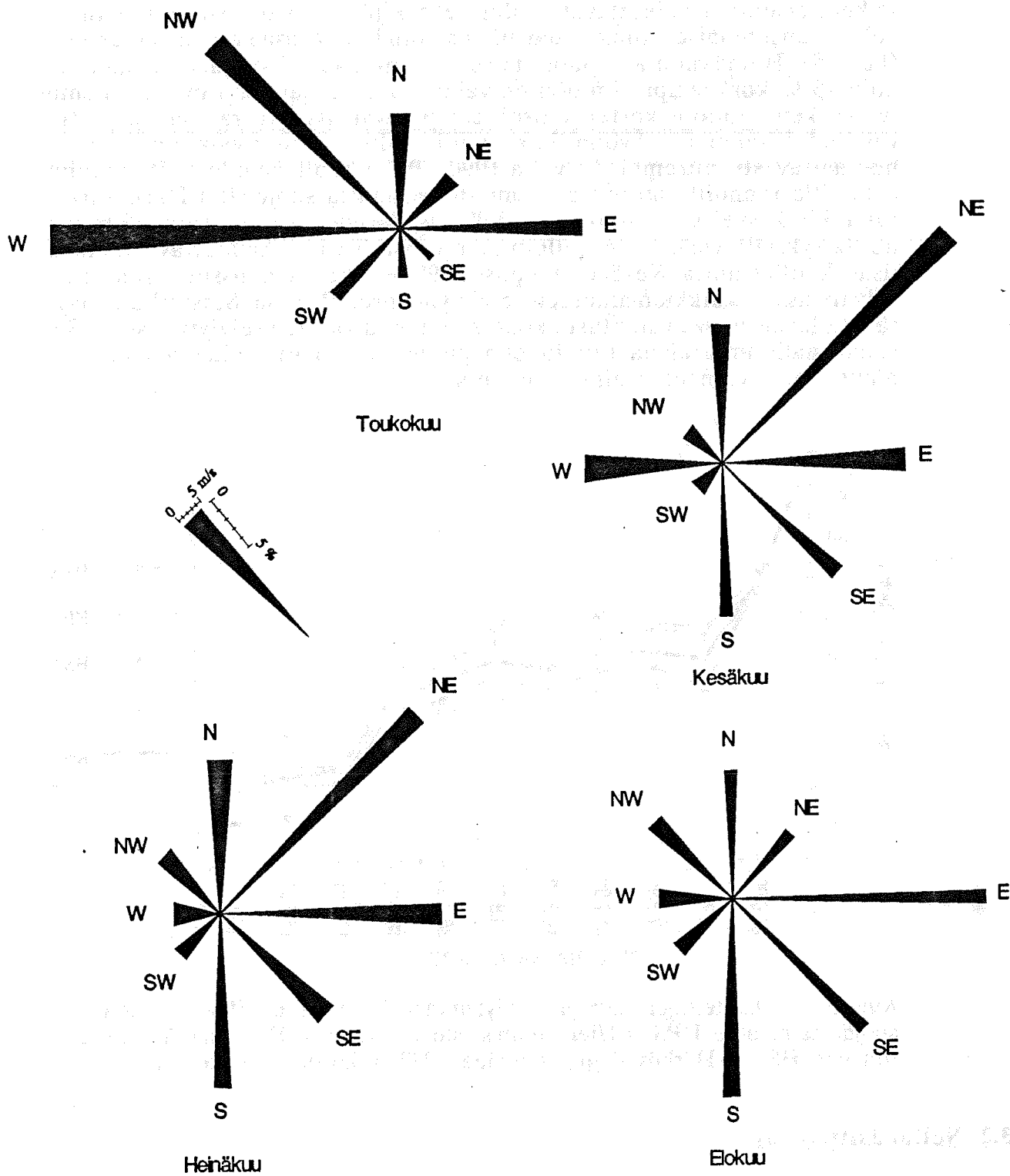
Kajaanin lentoaseman vuoden 1990 tuulihavaintojen mukaan kovatuulisia tai myrskyisiä päiviä ei havaittu lainkaan touko-, kesä-, heinä, ja elokuussa. Päivittäisten havaintojen yhteenvedosta piirretyt tuuliruusut ovat kuvassa 4. Tuulihavaintoja vuodelta 1991 ei ollut käytössä.



Kuva 2. Koealueiden rantaprofiilien keskiarvot vuonna 1991. Hietaperä suojaamaton alue (HPA) $n = 8$, Hietaperä suistealue (HPS) $n = 10$, Härkösarckkä suojaamaton alue (HSA) $n = 7$, Härkösarckkä puomialue (HSP) $n = 7$.



Kuva 3. Ontojärven vedenkorkeuden ääriarvoja (1964 - 1991) ja vedenkorkeudet vuosina 1990 ja 1991.

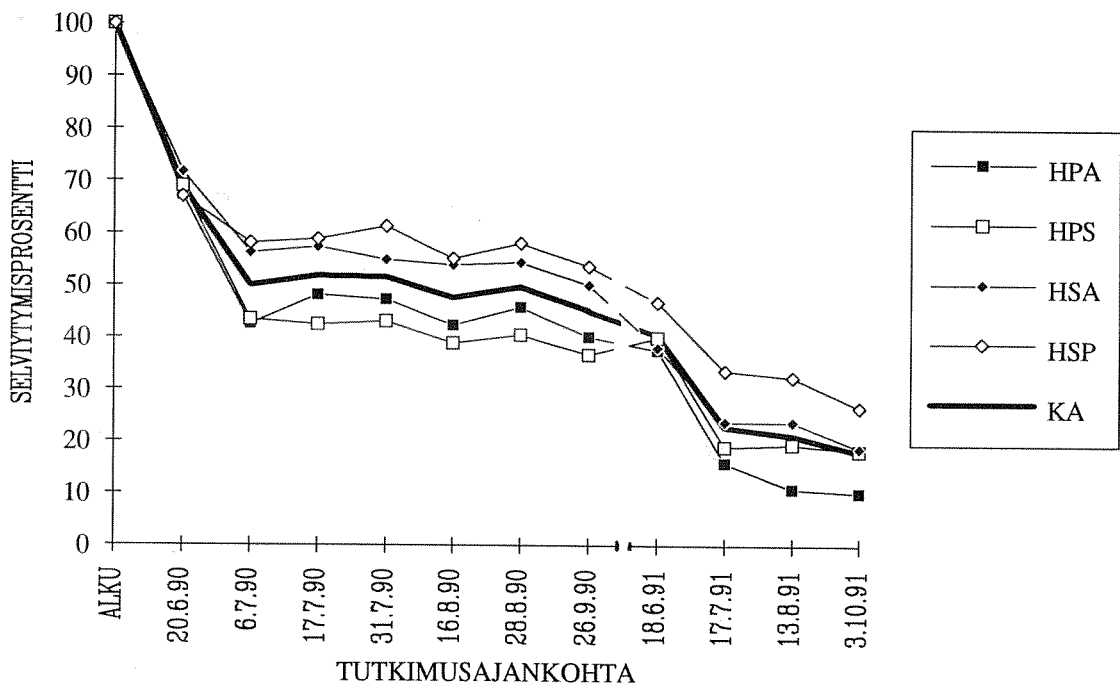


Kuva 4. Tuuliruusu piirrettynä Kajaanin lentoaseman touko- elokuun havainnoista v. 1990. Sakaran pituus kuvaa tuulten lukuisuutta (prosenttia havainnoista), 1 cm = 5 %; sakaran kärjen leveys kuvaa tuulten keskinopeutta (m/s), 1 mm = 1 m/s.

3.3 Eri käsittelyt

3.3.1 Yleistä

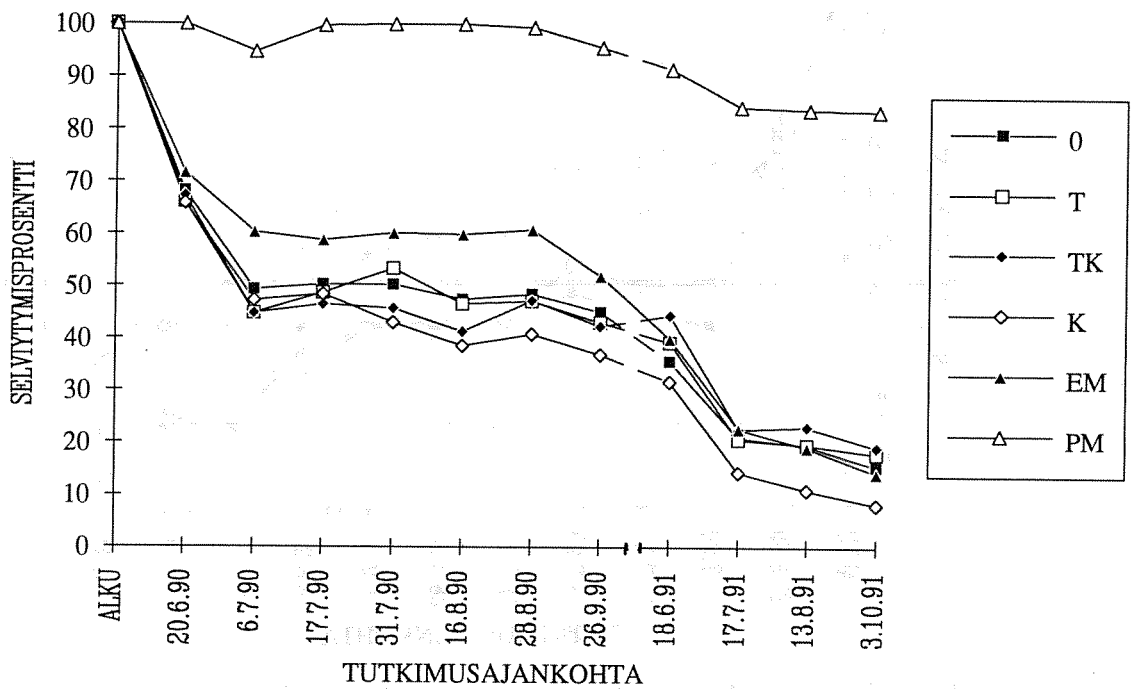
Istutettujen kasvien selviytyminen eri koealueilla on esitetty kuvassa 5. Kaikkien koealueiden keskiarvossa on havaittavissa selvät ajanjaksot, joissa kuolleisuuteen vaikuttavat ekologiset tekijät eroavat toisistaan. Istutuskokeen ensimmäisen kuukauden aikana noin kolmasosa kasveista menehtyi (kuva 5). Heinäkuun alkupuolella selviytymisaste oli suojaisilla rannoilla noin 15 % korkeampi. Ilmiöön on vaikuttanut suojaisten rantojen alempi tyvikorkeus, jolloin kosteusolosuhteet pysyvät avointa rantaa huomattavasti edullisempänä. Avoimilla rannoilla aaltoeroosion vaikutus oli myös huomattavasti suurempi. Talvella 1990 - 91 ei kuolleisuudessa tapahtunut avoimilla rannoilla merkittävää muutosta, mutta suojaisilla Härkösärkän rannoilla kasveista tuhoutui 5 - 10 %. Osa kasvustoista jäi suojaisilla rannoilla syksyllä veden alle, jolloin jään erosioiva ja tukahduttava vaikutus lisäsi kuolleisuutta. Kesäkuun lopussa 1991 korkealle noussut vesi aiheutti selvän laskun kaikkien alueiden selviytymisprosentteissa. Suisteilla ei näyttänyt olevan selvää vaikutusta koko koealueen kasvien selviytymiseen. Sen sijaan aallonmurtajana toimineella puomilla suojatun alueen istutukset näyttivät selvinneen muita paremmin.



Kuva 5. Istutettujen kasvien selviytyminen koealueilla. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HPS = Hietaperän suistealue, HSA = Härkösärkän suojaamaton alue, HSP = Härkösärkän puomialue, YHT = koealueiden keskiarvo.

3.3.2 Nollakäsittely (0)

Käsittelemättä jätetyt koealat (nollakäsittely) toimivat vertailukohtana muiden käsittelyjen vaikutuksille. Näillä koealoilla kasvien selviytyminen ei juurikaan eronnut muiden käsittelyjen keskimääräisestä tasosta (kuva 6).



Kuva 6. Istutettujen kasvien selviytyminen eri käsittelyillä. 0 = nollakäsittely, T = turvekäsittely, TK = turve + kaurakäsittely, K = kaurakäsittely, EM = eroosiomatto, PM = pajumaton yläpuolella olevat isot pistokkaat.

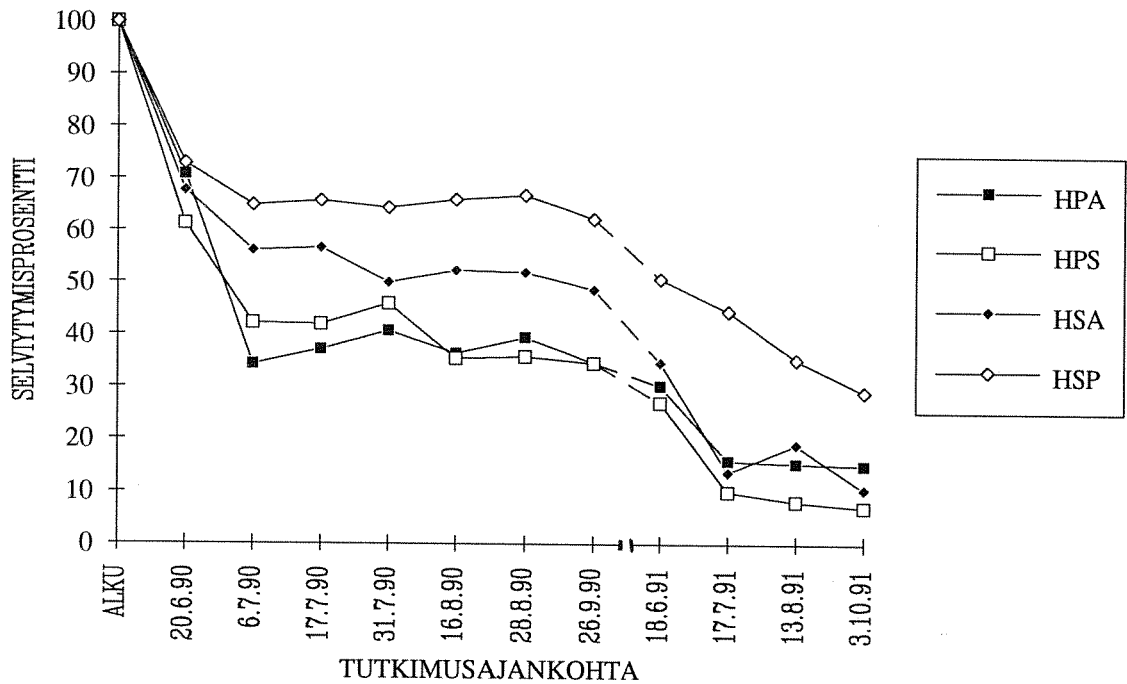
Parhaiten nollakäsittelyn kasvit selviytyivät Härkösärkän puomialueella. Myös Härkösärkän suojaamattoman alueen kasvillisuus selviytyi hyvin kasvukauden 1990 verrattuna Hietaperän koealueisiin, mutta vuoden 1991 aikana selviytymisprosentit laskivat Hietaperän koealueiden tasolle (kuva 7).

3.3.3 Turvekäsittely (T)

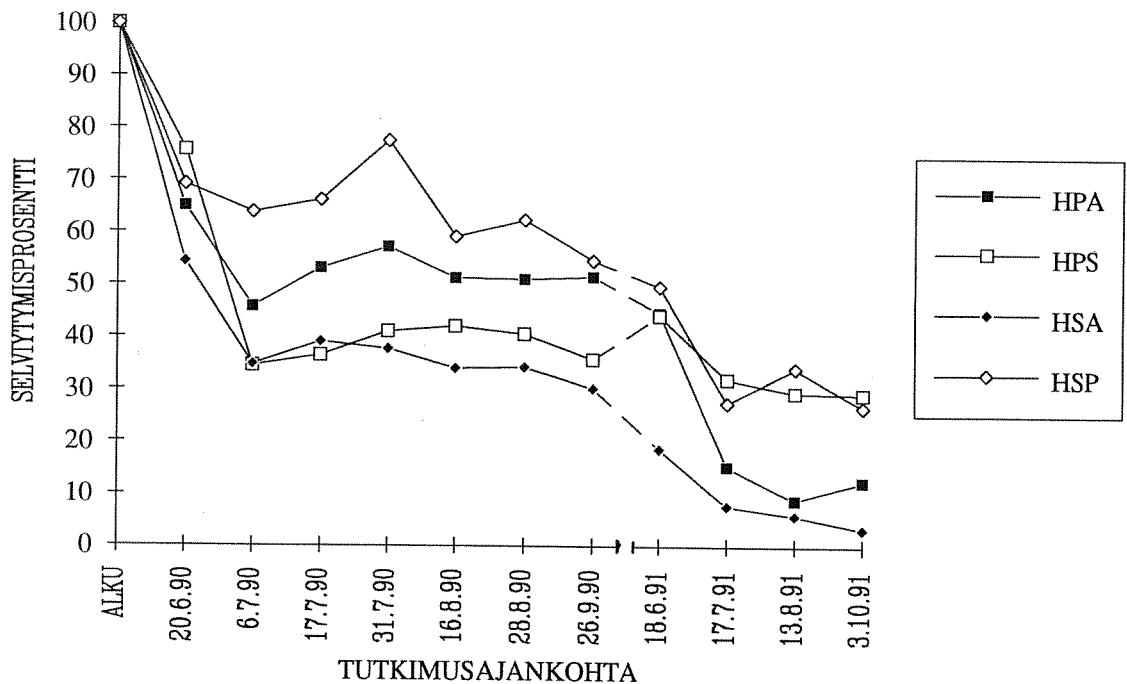
Turpeen lisääminen kasvualustaan vaikutti selvimmin kastikan ja kauran kasvuun. Kastikkaistukkaiden sekä kauran koko ja peittävyys olivat turvealoilla muita käsittelyjä suurempia. Käsittelyjä verrattaessa selvisi turvekäsittely kasvien henkiinjäämisen kannalta kolmanneksi vain hiukan turve - kaurakäsittelyä heikompana (kuva 6). Erot käsittelyjen välillä ovat kuitenkin vähäisiä, kun otetaan huomioon koealueiden välinen vaihtelu. Hietaperän suistealueen turvekoealan kasvillisuus selvisi koealueita verrattaessa parhaiten ja lähes samassa tasossa sen kanssa oli Härkösärkän puomialue (kuva 8).

3.3.4 Kaurakäsittely (K)

Kasvillisuuden selviytyminen oli heikointa kaurakoealoilla (kuva 6). Yksi tärkeä kuolleisuutta lisännyt tekijä oli linnut, jotka kiskoivat istukkaat irti maasta jo ensimmäisen kasvukauden alussa. Muut kuolleisuutta lisänneet tekijät vaihtelivat koealueittain. Hietaperän suojaamattoman rannan kaurakoeala joutui aallokon vaikutuksen alaiseksi ja osa istukkaista huuh-



Kuva 7. Istutettujen kasvien selviytyminen nollakäsittelyissä. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HPS = Hietaperän suistealue, HSA = Härkösärkän suojaamaton alue, HSP = Härkösärkän puomialue.



Kuva 8. Istutettujen kasvien selviytyminen turvekäsittelyissä. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HPS = Hietaperän suistealue, HSA = Härkösärkän suojaamaton alue, HSP = Härkösärkän puomialue.

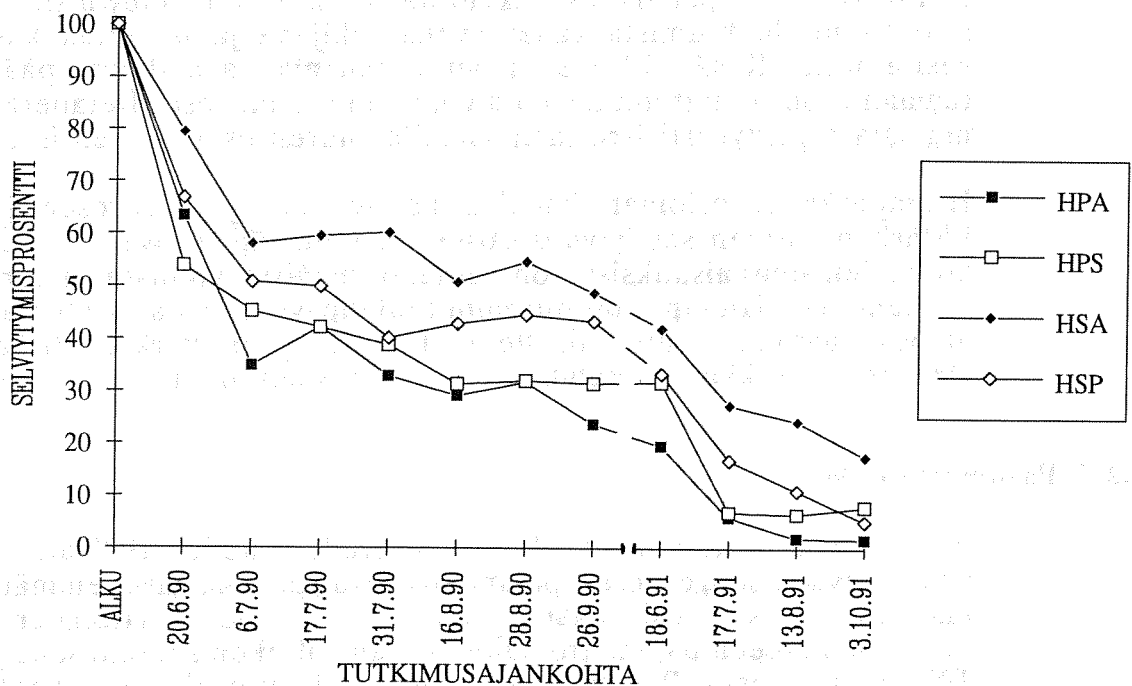
toutui pois tai peittyi törmästä sortuneen ja sen juurelle kerrostuneen hiekan alle. Koealan yläpuolelta tuleva oja lasi koealan läpi muuttaen uomaansa useaan kertaan tutkimusaikana. Hietaperän suistealueella lintujen lisäksi myös kuivuus oli merkittävä kasvien selviytymistä vaikeuttava tekijä. Härkösärkän puomilla suojatun koealan heikohko tulos johtuu osaltaan myös aallokon vaikutuksesta (aallonmurtaja ei suojannut alaa kokonaan) (kuva 9).

3.3.5 Turve + kaurakäsittely (TK)

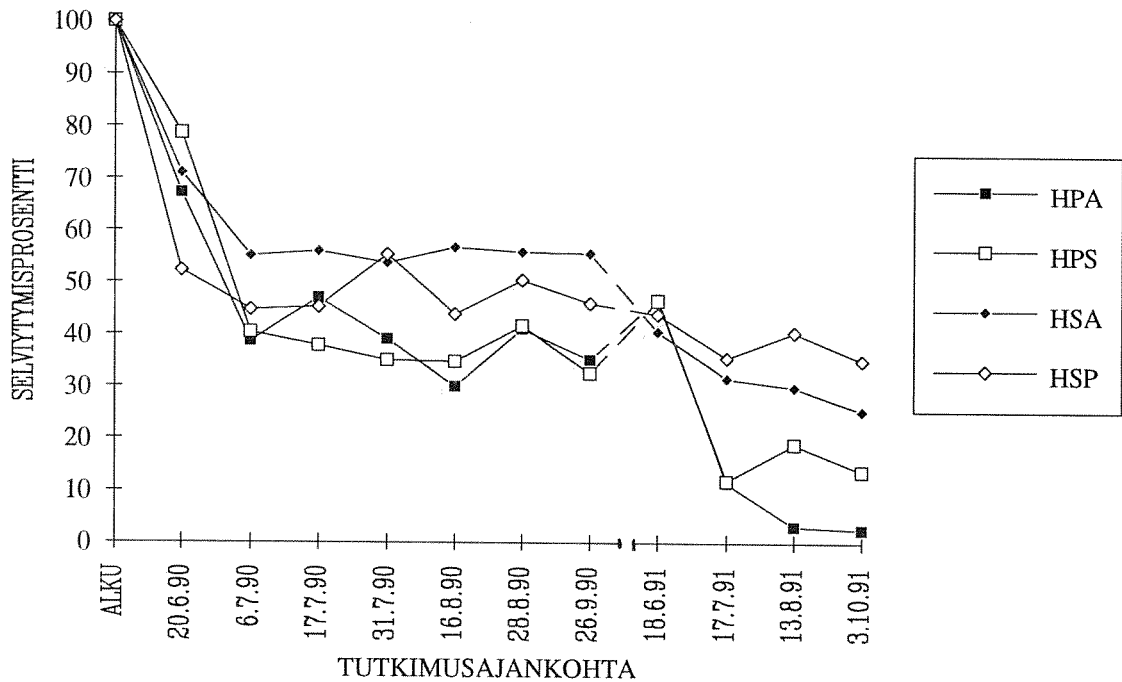
Turve + kaurakoeala kärsi kaurakoealojen lailla lintujen aiheuttamasta häiriöstä heti tutkimusjakson alussa. Turpeen kosteuden pidättämiskyky on voinut jossain määrin parantaa tulosta kuivuuden ollessa monilla käsittelyillä kriittinen tekijä vuoden 1990 aikana. Koealueiden väliset erot Hietaperän ja Härkösärkän välillä tulevat näkyviin melko hyvin (kuva 10). Vuoden 1990 aikana Hietaperän koealoilla lintujen lisäksi kuolleisuutta lisäsi pääasiassa kuivuus ja Härkösärkän koealoilla aallokko. Huomattavan jyrkkä lasku Hietaperän koealueiden selviytymisprosentissa vuoden 1991 kesäkuun ja heinäkuun välillä johtuu korkealle nousseesta vedenpinnasta sekä voimakkaasta aallokosta.

3.3.6 Eroosiomatto (EM)

Kasvien selviytymisprosentti Reitex-matolla suojatuilla koealoilla oli ensimmäisen kasvukauden ajan selvästi muita käsittelyitä parempi (kuva 6). Tilanne oli kuitenkin muuttunut vuoden 1991 ensimmäisellä havainto-



Kuva 9. Istutettujen kasvien selviytyminen kaurakäsittelyissä. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HPS = Hietaperän suistealue, HSA = Härkösärkän suojaamaton alue, HSP = Härkösärkän puomialue.



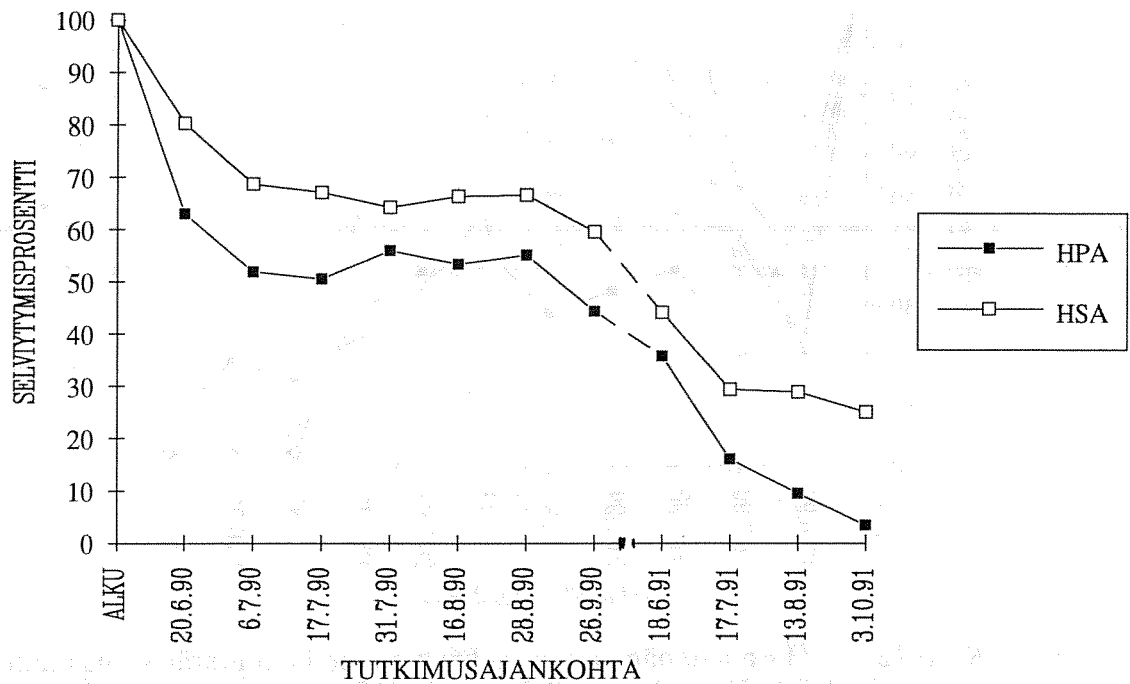
Kuva 10. Istutettujen kasvien selviytyminen turve + kaurakäsittelyissä. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HPS = Hietaperän suistealue, HSA = Härkösrätkän suojaamaton alue, HSP = Härkösrätkän puomialue.

kerralla jo ennen kuin vedenpinta saavutti huippunsa. Eroosiomaton todennäköisin vaikutus kasvillisuuteen on sen kasvien kiinnittymiselle tarjoama tuki; aallokko ei niin helposti huuhto maton suojaamia kasveja irti pohjasta (kts. myös Allen ym. 1984). Rannan yläosassa tasolla, jonne aallokko ei ylety ja kuivuus vaikeuttaa kasvillisuuden elpymistä, eroosiomatto toimii haihtumista vähentävänä tekijänä ja parantaa kasvupaikan vesitaloutta. Kesän 1991 korkean veden aikana aallokko pääsi vaikuttamaan eroosiomattoon täydellä voimalla ja suuri osa Hietaperän koealan matosta repeytyi irti irrottaen samalla suuren osan alueen istukkaista.

Hietaperän eroosiomattokoealan kasvien selviytymisprosentti on Härkösrätkän kasvien selviytymisprosenttia pienempi (kuva 11). Selkein ero koealojen ominaisuuksissa on tuulenpyyhkäisymatkoissa ja törmän tyvi- korkeudessa. Hietaperän suurempi tuulenpyyhkäisymatka altistaa koealan alaosan aallokon vaikutuksille ja törmän tyven korkeus lisää koealan yläreunan istukkaisiin kohdistuvaa kuivuuden aiheuttamaa stressiä.

3.3.7 Pajumatto (PM)

Pajumatot eivät toimineet odotetulla tavalla. Vuoden 1990 alkukesän kuivuus kuivatti suuren osan pajumaton risuista eikä myöhemmät sateet ja matoille noussut vesi enään parantaneet tilannetta. Hietaperän suojaamattoman alueen pajumatto hajosi kovan aallokon seurauksena jo vuoden 1990 heinäkuussa. Pajumattojen kohdalle istutettuja varsipistokkaita käsitellään pajupistokkaiden yhteydessä.



Kuva 11. Istutettujen kasvien selviytyminen eroosiomattokäsittelyissä. HPA = Hietaperän suojaamaton alue, HSA = Härkösräkän suojaamaton alue.

3.4 Kasvilajien selviytyminen

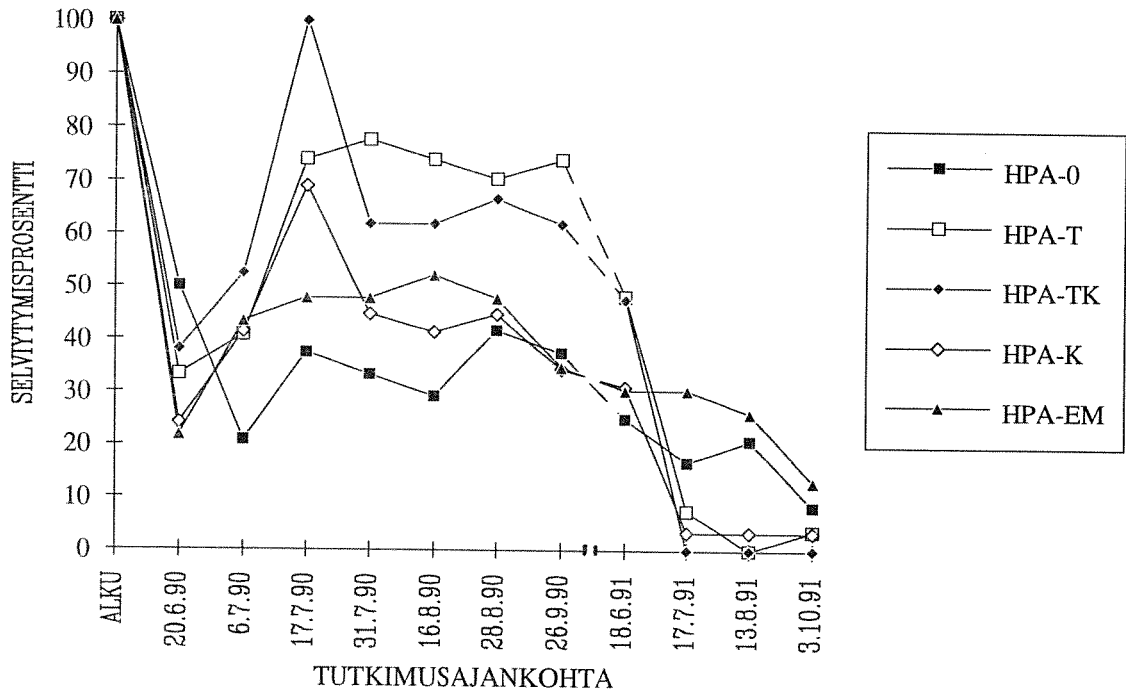
3.4.1 Harmaaleppä

Lepän taimia istutettiin koealueille yhteensä 423 kappaletta, joista syyskuun lopulla 1990 oli eläviä 262 ja lokakuun alussa 1991 vain 73 kappaletta. Lopullinen selviytymisprosentti oli n. 16.

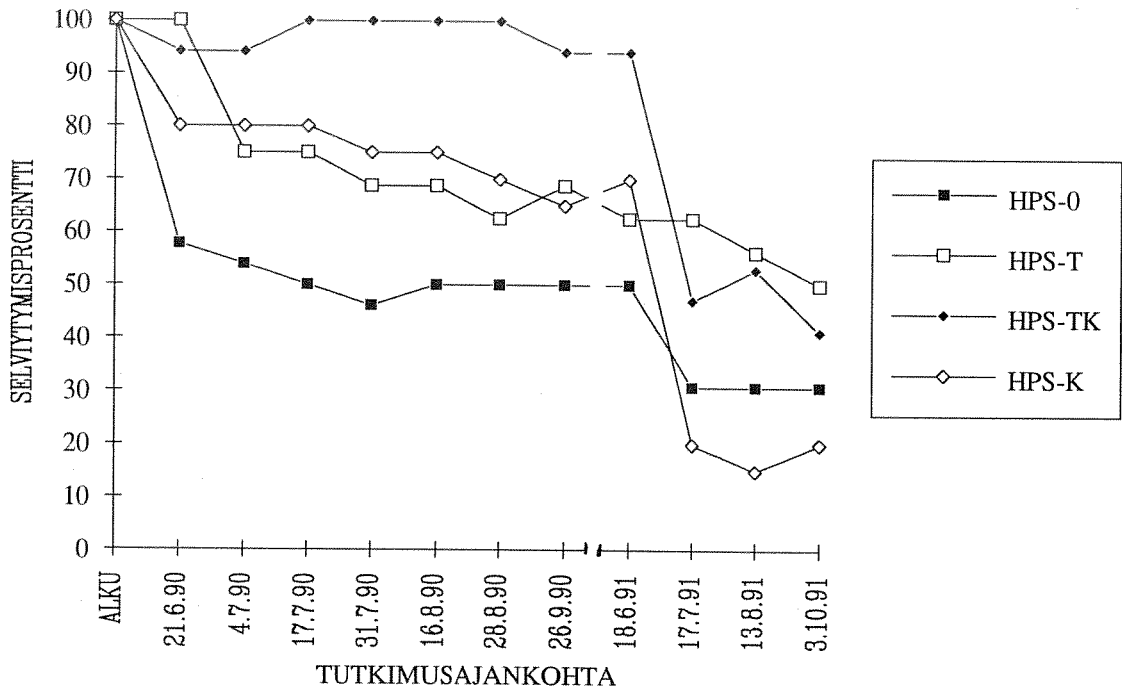
Koealojen käsittelyillä ei ollut suurtakaan vaikutusta harmaaleppän taimien selviytymiseen (kuvat 12 - 15). Myöskään rannan avoimuudella tai suisteja puomisuojausella ei ollut ensimmäisen kasvukauden aikana suurta vaikutusta, koska taimet istutettiin aivan törmän juureen tasolle, jonne aallokon vaikutus ei ylettynyt kuin harvoissa paikoissa. Toisena kasvukautena (1991) vedenpinta nousi kaikilla alueilla tasolle, jolla aallokon vaikutus tuntui myös lepäntaimissa. Kesäkuun ja heinäkuun 1991 välissä tapahtunut vedenpinnan kohoaminen näkyy selviytymisprosenttien laskuna kaikilla koealoilla.

Hietaperän suojaamattoman rannan kesäkuun 20. päivän 1990 havainnoissa (kuva 12) näkyy selkeästi siirrosta ja kasvupaikan kuivuudesta taimille aiheutunut shokki. Shokista toivuttuaan osa kasveista on virkistynyt ja jatkanut kasvuaan. Hietaperän suistealueella ei vastaavaa reaktiota havaittu yhtä voimakkaana (kuva 13).

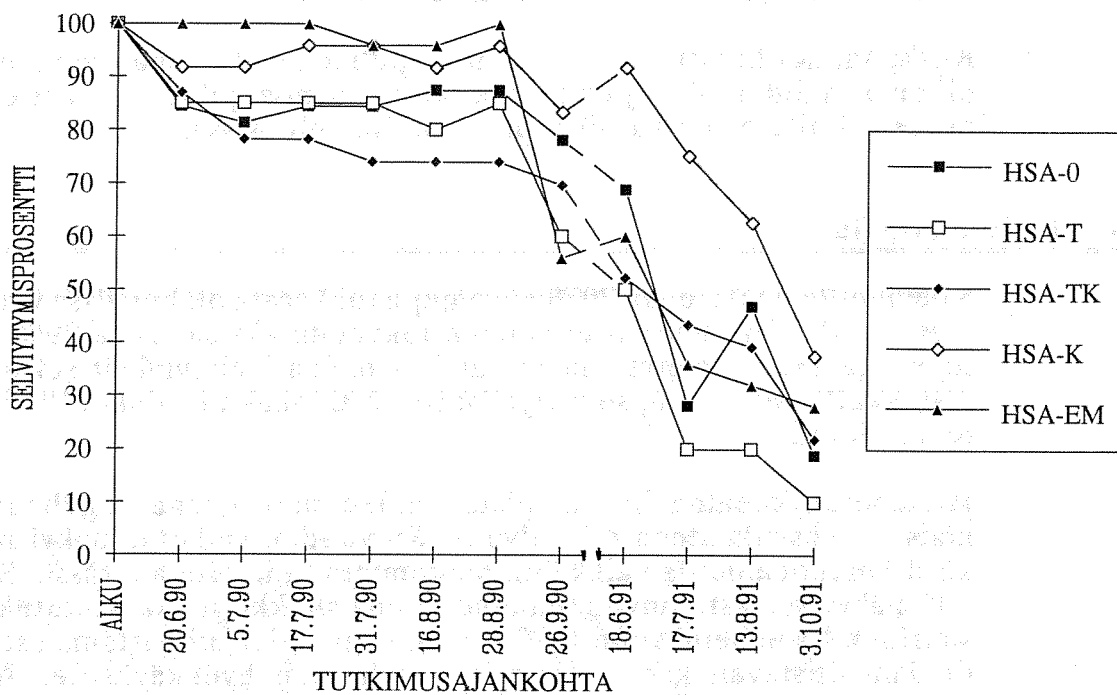
Härkösräkän koealueilla elävien lepäntaimien määrä oli syyskuussa 1990 selvästi vähäisempi kuin elokuussa (kuva 14 ja 15). Hietaperän koealueilla ei muutosta ollut havaittavissa. Voikin olla, että osa Härkösräkän alueen



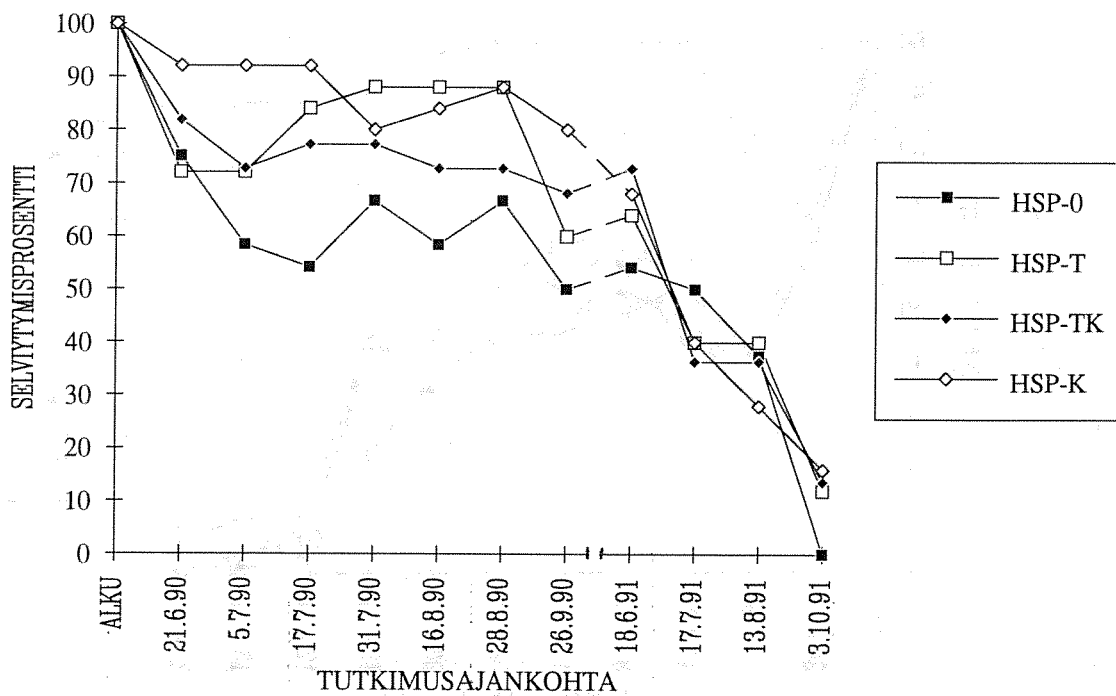
Kuva 12. Harmaalepän taimien selviytyminen Hietaperän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HPA-0 = nollakäsittely, HPA-T = turvekäsittely, HPA-TK = turve + kaurakäsittely, HPA-K = kaurakäsittely, HPA-EM = eroosiomatto.



Kuva 13. Harmaalepän taimien selviytyminen Hietaperän suistealueen käsittelyillä. HPS-0 = nollakäsittely, HPS-T = turvekäsittely, HPS-TK = turve + kaurakäsittely, HPS-K = kaurakäsittely.



Kuva 14. Harmaalepän taimien selviytyminen Härkösarven suojaamattoman alueen käsittelyillä. HSA-0 = nollakäsittely, HSA-T = turvekäsittely, HSA-TK = turve + kaurakäsittely, HSA-K = kaurakäsittely, HSA-EM = eroosiomatto.



Kuva 15. Harmaalepän taimien selviytyminen Härkösarven puomialueen käsittelyillä. HSP-0 = nollakäsittely, HSP-T = turvekäsittely, HSP-TK = turve + kaurakäsittely, HSP-K = kaurakäsittely.

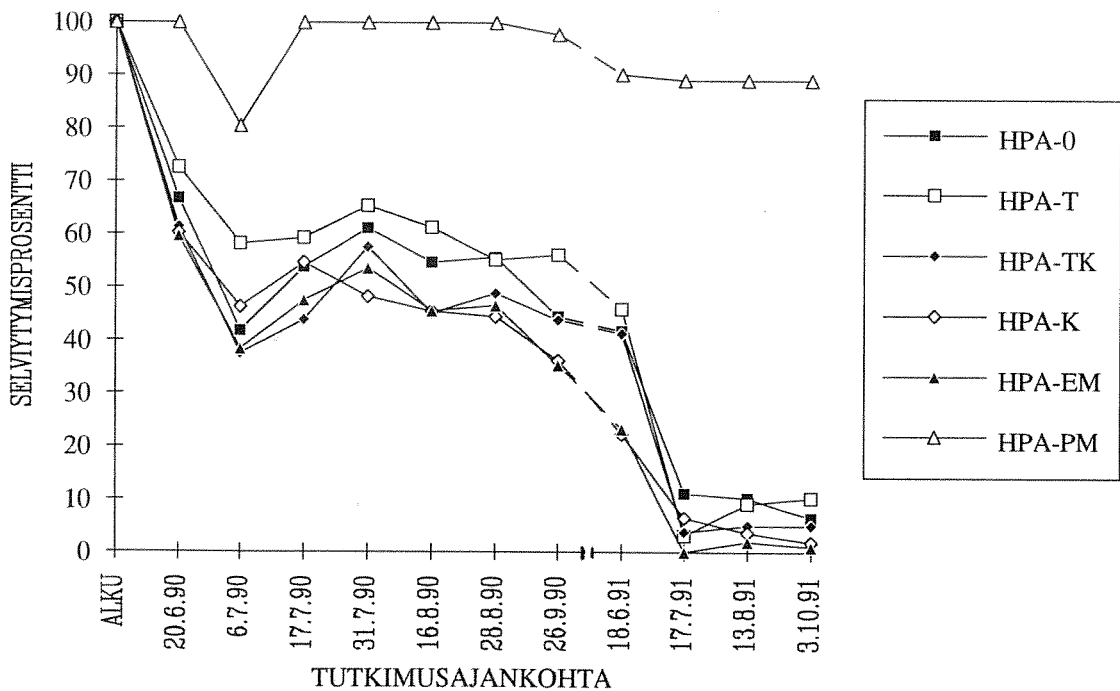
lepäntaimista on karistanut lehtensä jo syyskuun loppupuolella; tämän vuoksi havaintoja tehtäessä ne on laskettu kuivuneiksi. Osa vuoden 1991 lokakuun selviytymisprosenttien alhaisesta tasosta voi myös olla myöhäisen havainnointiajankohdan aiheuttamaa harhaa.

Koska taimet kerättiin ennen lehtien puhkeamista, lepäntaimien joukossa oli myös muiden puulajien taimia (koivu, haapa, pihlaja). Väärin taimien osuus oli alle 5% eikä niitä ole eroteltu tuloksissa.

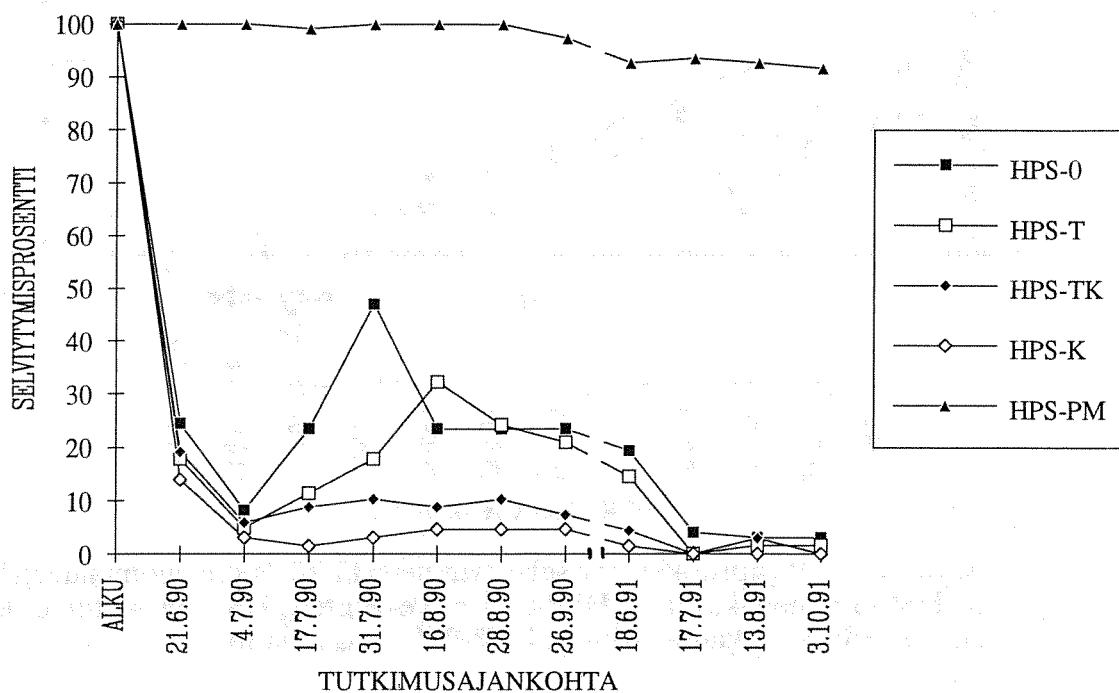
3.4.2 Kiiltolehtipaju

Koealueille istutetuista 2078:sta pajupistokkaasta oli hengissä vuoden 1990 syyskuussa 57%, seuraavan vuoden lokakuun alussa enää 29%. Pajumattojen yläosaan pistetyt suuret varsipistokkaat selviytyivät selvästi pieniä pistokkaita paremmin; selviytymisprosentti lokakuun alussa 1991 oli isoilla 83 ja pienillä 15.

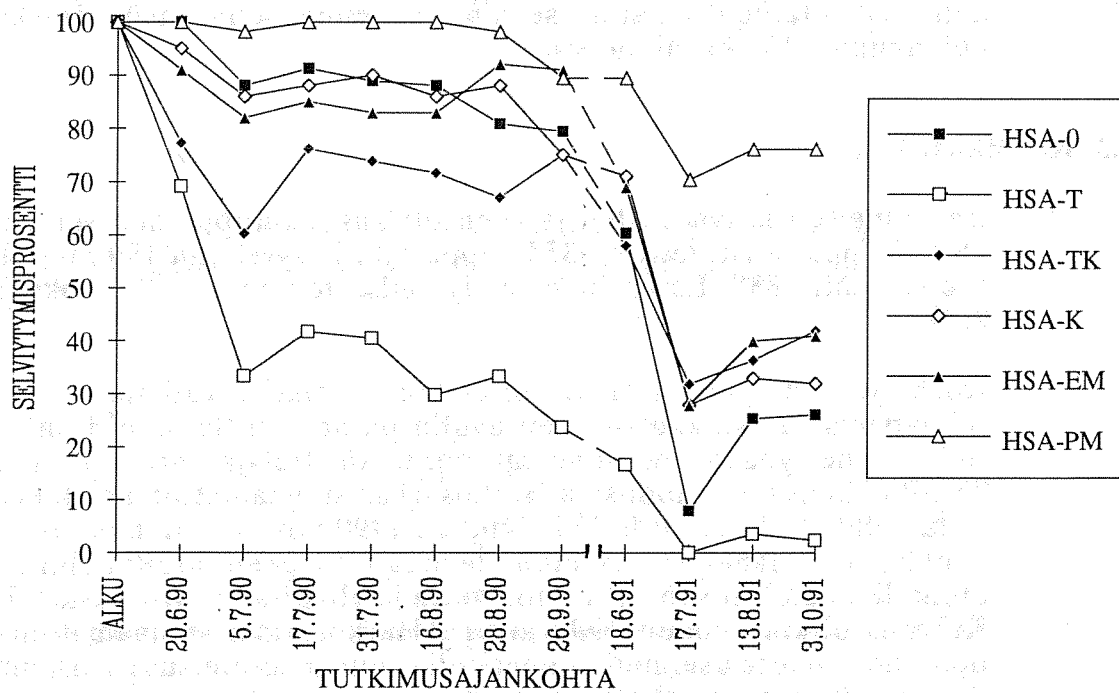
Hietaperän koealueella pajupistokkaiden suurimpana ongelmana ensimmäisenä kasvukautena oli kuivuus. Kuivuuden vaikutus näkyi myös Härkösrän koealueilla vaikkakin heikommin kuin Hietaperässä. Kuvissa 16 - 19 näkyy selvästi kuivuuden aiheuttama shokki, jonka vaikutukset olivat suurimmillaan heinäkuun 1990 alussa. Kuivuuden aiheuttaman stressin tiedetään altistavan kasveja erityisesti kirvojen hyökkäyksille. Suurin osa pajupistokkaista olikin heinäkuun alun havaintokerralla kirvojen vaivamia. Kesällä 1991 aiheutti korkealle noussut vesi ja aallokko Hietaperän pistokkaiden miltei täydellisen tuhoutumisen.



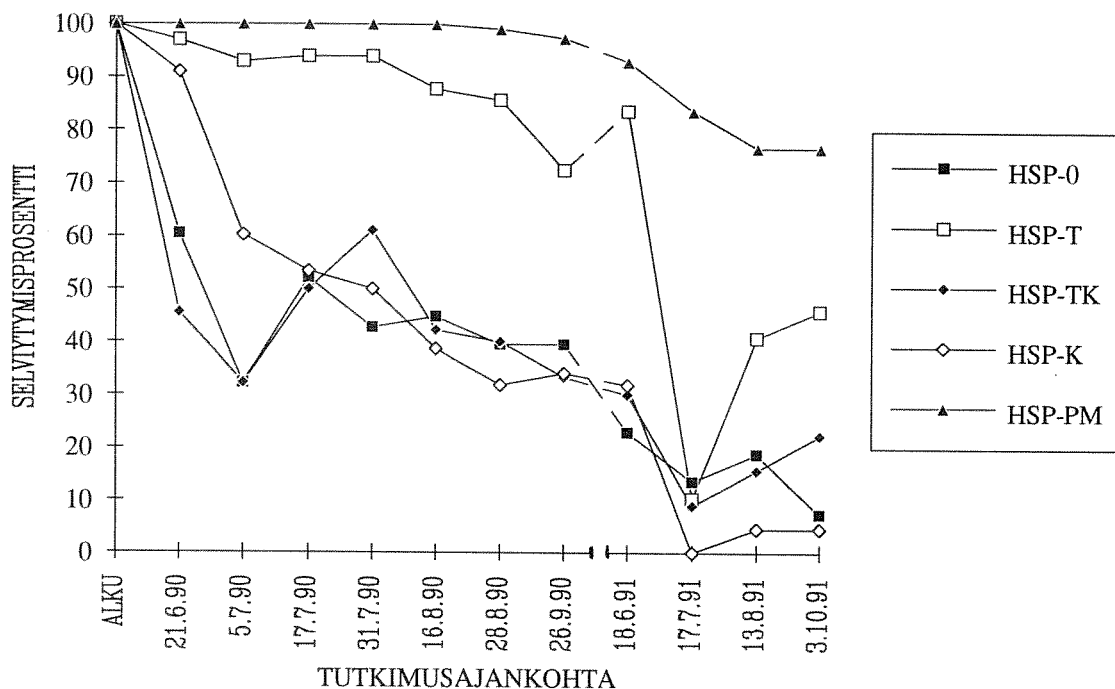
Kuva 16. Pajupistokkaiden selviytyminen Hietaperän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HPA-0 = nollakäsittely, HPA-T = turvekäsittely, HPA-TK = turve + kaurakäsittely, HPA-K = kaurakäsittely, HPA-EM = eroosiomatto, HPA-PM = pajumatto.



Kuva 17. Pajupistokkaiden selviytyminen Hietaperän suistealueen käsittelyillä. HPS -0 = nollakäsittely, HPS-T = turvekäsittely, HPS-TK = turve + kaurakäsittely, HPS-K = kaurakäsittely, HPS-PM = pajumatto.



Kuva 18. Pajupistokkaiden selviytyminen Härkösrätkän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HSA-0 = nollakäsittely, HSA-T = turvekäsittely, HSA-TK = turve + kaurakäsittely, HSA-K = kaurakäsittely, HSA-EM = eroosiomatto, HSA-PM = pajumatto.



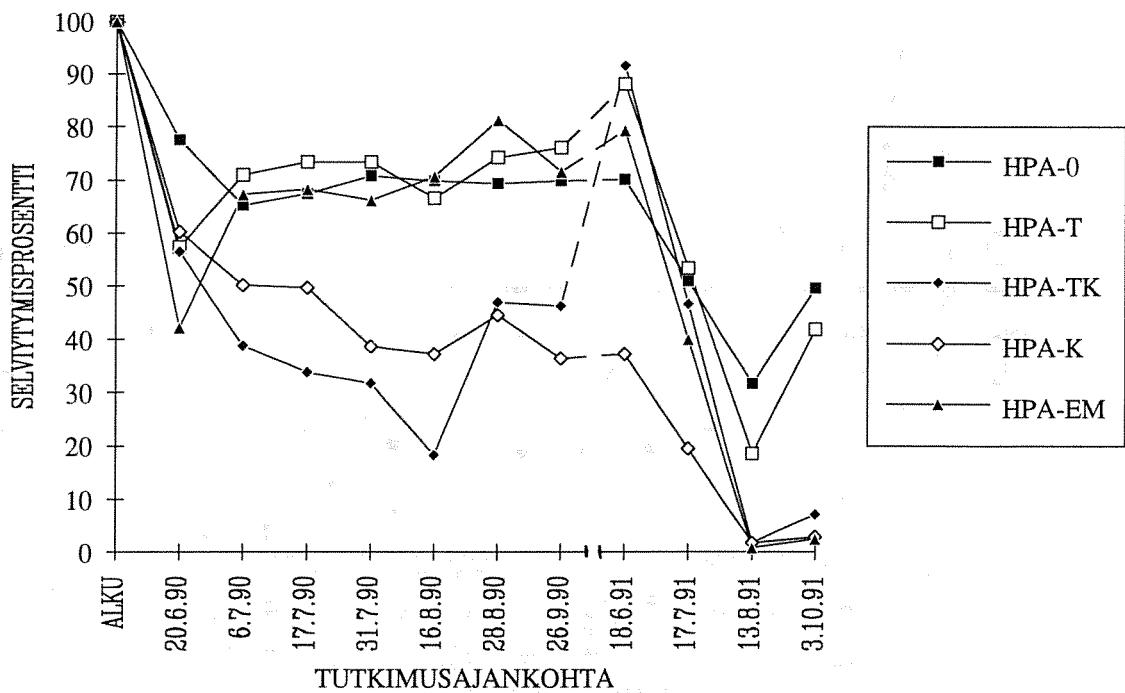
Kuva 19. Pajupistokkaiden selviytyminen Härkösrätkän puomialueen käsittelyillä. HSP-0 = nollakäsittely, HSP-T = turvekäsittely, HSP-TK = turve + kaurakäsittely, HSP-K = kaurakäsittely, HSP-PM = pajumatto.

Härkösrätkän suojaamattoman koealueen turve- sekä turve + kaurakäsittelyillä kuolleisuutta lisäsi kesällä 1990 erityisesti aallokko, joka pääsi huuhtelevaan monin paikoin pajupistokkaita. Myös aallonmurtajalla suojatun koealueen eteläpäässä pajupistokkaat kärsivät aallokon huuhtelusta; aallonmurtajaksi tuotu puomi oli hiukan liian lyhyt eikä suojannut aallokelta koko koealaa. Korkean veden ja aallokon vaikutus näkyy selviytyneiden pistokkaiden määrän selvänä vähenemisenä myös Härkösrätkällä heinäkuun 1991 havainnoissa.

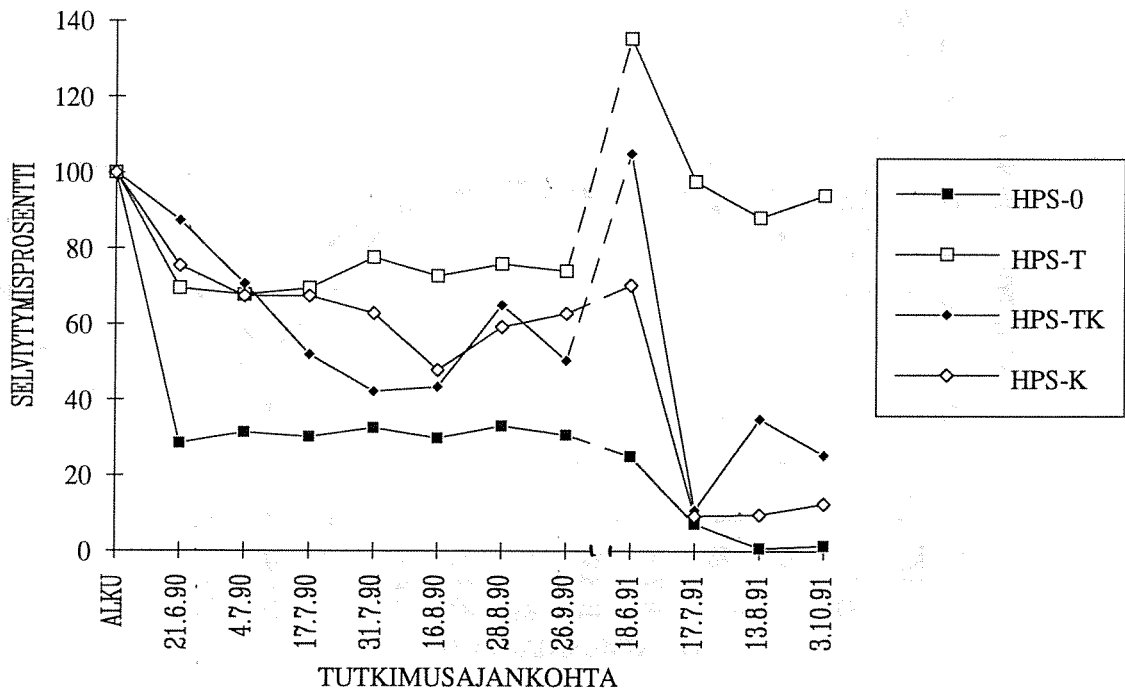
3.4.3 Korpikastikka

Ensimmäisen kasvukauden jälkeen oli kastikkatuppaiden selviytymisaste 45%. Tuppaita istutettiin 6355 kappaletta ja syyskuun 1990 lopulla eläviä tuppaita oli 2838. Lopullinen selviytymisaste vuoden 1991 lokakuussa oli 22%.

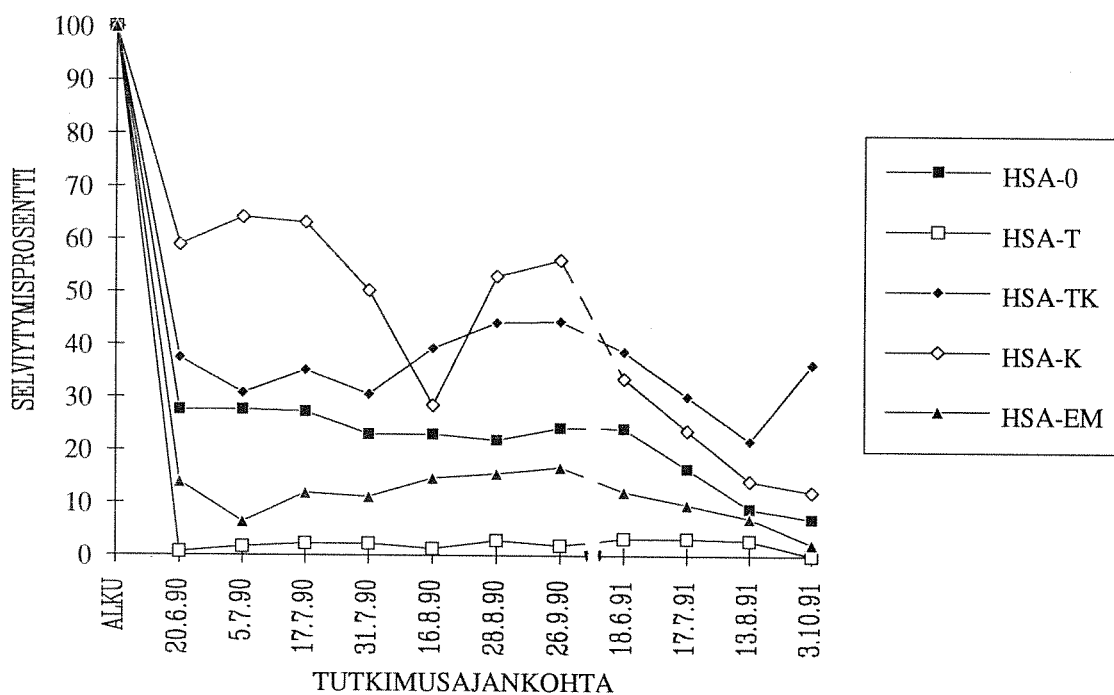
Koealojen käsittelyllä ei ole ollut kovin selkeää vaikutusta istukkaiden selviytymiseen, vaikka turpeen avulla parannetuilla alueilla näyttää kastikka menestyneen jonkin verran muita käsittelyjä paremmin (kuvat 20 - 23). Poikkeuksen muodostaa Härkösrätkän suojaamattoman alueen koeala, jolta aallokko huuhtoi jo heinäkuussa 1990 pois suurimman osan koealan istukkaista ja lähes kaiken alalle levitetyn turpeen. Muilla aloilla turpeen etuna lienee ollut sen kyky sitoa vettä ja ylläpitää kasvualustan kosteutta. Kuivuus olikin vuoden 1990 aikana Härkösrätkän suojaamatonta aluetta lukuunottamatta useimmilla koealoilla suurin kuolleisuutta lisännyt tekijä. Kesän 1991 aikana aallokko ja korkean veden aiheuttama eroosio lisäsivät kuolleisuutta erityisesti Hietaperän koealueilla. Kaikilla kaura- sekä turve + kaurakoealoilla kastikkaistukkaiden kuolleisuutta lisäsivät ensimmäisen kasvukauden (1990) aikana myös linnut, jotka kauransiemeniä etsiessään nostelivat pehmeässä hiekassa olleet istukkaat ylös.



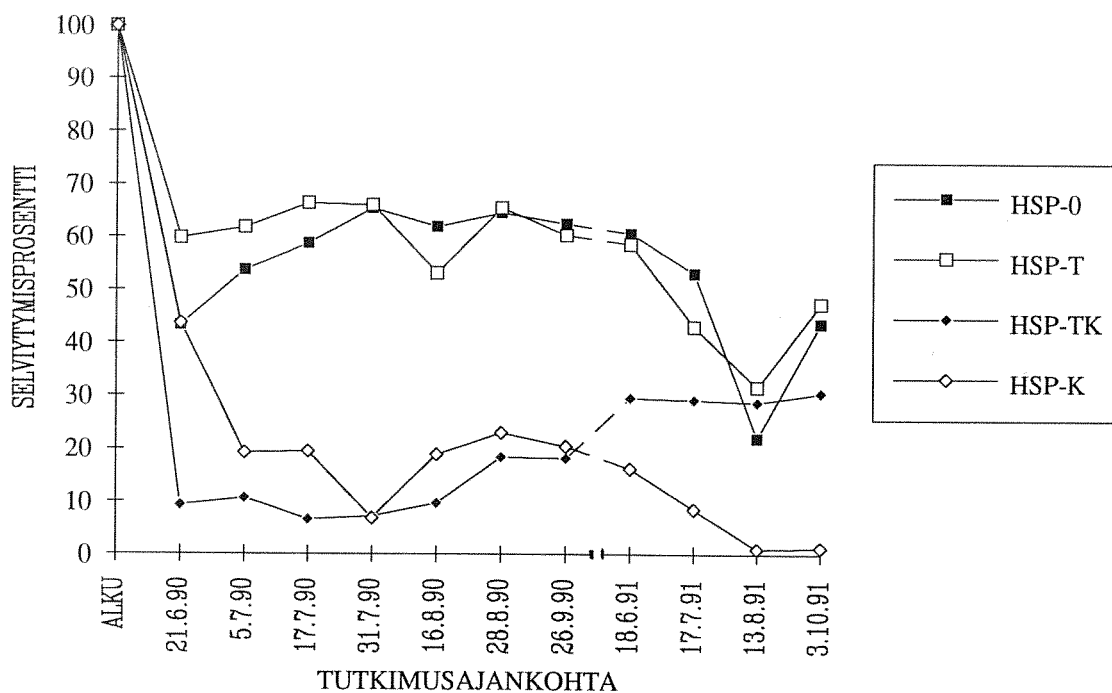
Kuva 20. Kastikkaistukkaiden selviytyminen Hietaperän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HPA-0 = nollakäsittely, HPA-T = turvekäsittely, HPA-TK = turve + kaurakäsittely, HPA-K = kaurakäsittely, HPA-EM = eroosiomatto.



Kuva 21. Kastikkaistukkaiden selviytyminen Hietaperän suistealueen käsittelyillä. HPS-0 = nollakäsittely, HPS-T = turvekäsittely, HPS-TK = turve + kaurakäsittely, HPS-K = kaurakäsittely. Huomaa mittakaava.



Kuva 22. Kastikkaistukkaiden selviytyminen Härkösräcken suojaamattoman alueen käsittelyillä. HSA-0 = nollakäsittely, HSA-T = turvekäsittely, HSA-TK = turve + kaurakäsittely, HSA-K = kaurakäsittely, HSA-EM = eroosiomatto.

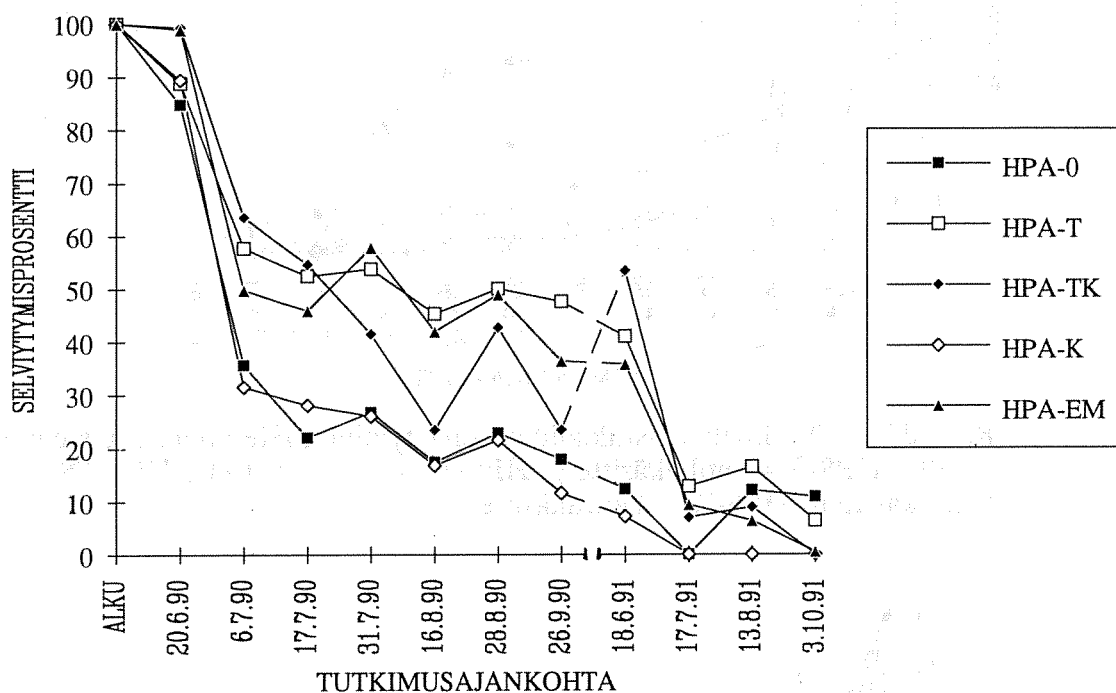


Kuva 23. Kastikkaistukkaiden selviytyminen Härkösräcken puomialueen käsittelyillä. HSP-0 = nollakäsittely, HSP-T = turvekäsittely, HSP-TK = turve + kaurakäsittely, HSP-K = kaurakäsittely.

3.4.5 Jauhivihvilä

Jauhivihvilätuppaita istutettiin ainoastaan Hietaperän suojaamattomalle ja suisteilla suojatulle alueelle. Tuppaita istutettiin 2764 kappaletta ja niistä selvisi syyskuun 1990 loppuun ainoastaan 23% (kuvat 24 ja 25). Vuoden 1991 lokakuussa vain 2% istutetuista jauhivihvilöistä oli eläviä.

Istukkaiden selviytymiseen vaikutti ennen kaikkea vyöhykkeen etäisyys vedenpinnasta; liian korkealle istutetut jauhivihvilätuppaat kärsivät kuivuudesta ja liian alhaalla olleet jäivät helposti aallokon tuoman hiekka-kerroksen peittämiksi. Aallokon huuhtelu ei juurikaan irrottanut istukkaita maasta. Kaura- sekä turve + kaurakoealoilla oli lintujen aiheuttama kuolleisuus suurta.



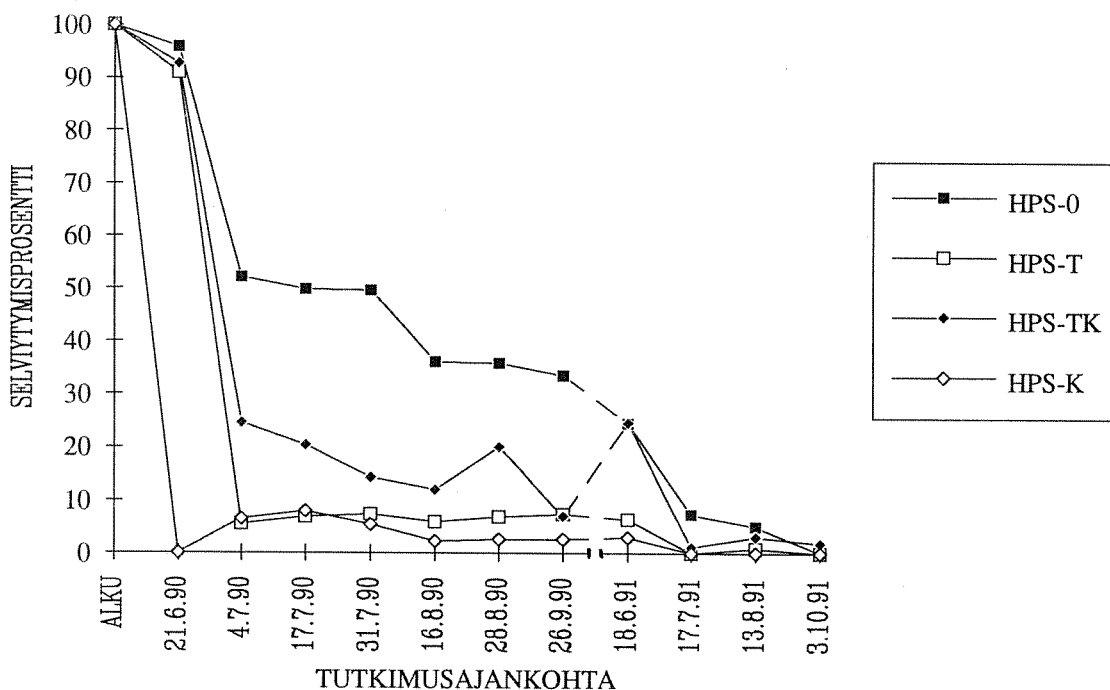
Kuva 24. Jauhivihviläistukkaiden selviytyminen Hietaperän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HPA-0 = nollakäsittely, HPA-T = turvekäsittely, HPA-TK = turve + kaurakäsittely, HPA-K = kaurakäsittely, HPA-EM = eroosiomatto.

3.4.5 Pullosara

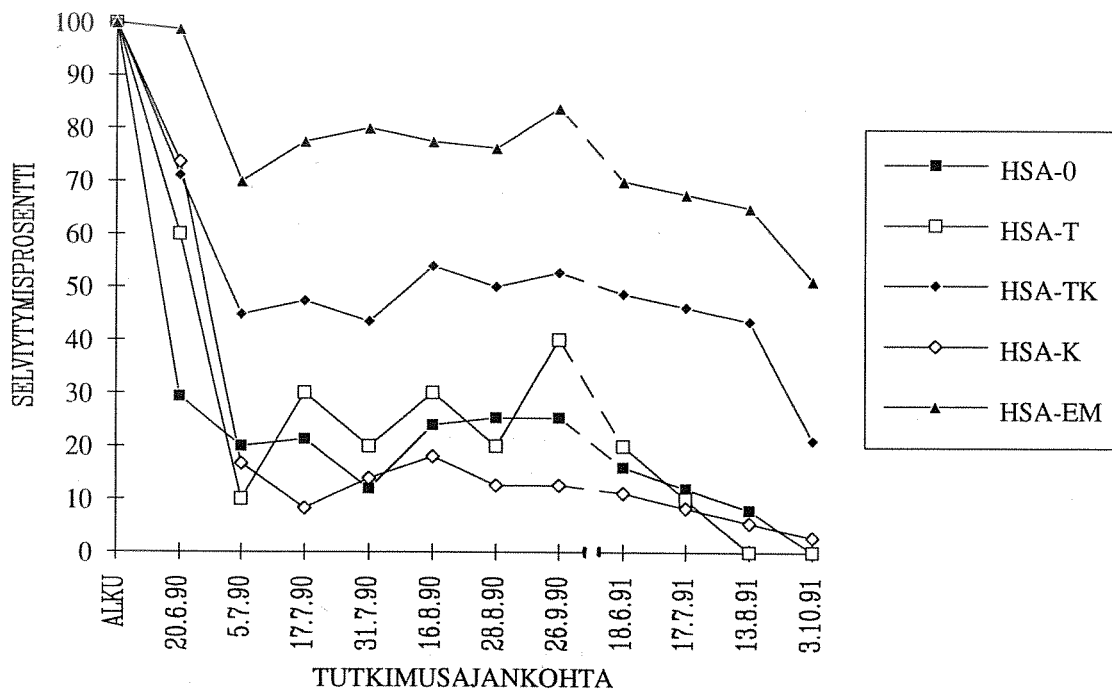
Härkösrätkän suojaamattomalle sekä aallonmurtajalla suojatulle koealalle istutettiin yhteensä 566 pullosaratupasta. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen syyskuun 1990 lopussa oli enää 37% istutetuista tuppaita hengissä. Seuraavan vuoden lokakuussa tilanne oli pysynyt samana - elossa oli 214 saraa eli noin 37%. Hietaperän koealueille ei pullosaraa istutettu.

Koealojen käsittelyn vaikutus ei tule tuloksissa esille kovin hyvin. Ainoastaan suojaamattoman rannan eroosiomattokoealalla näkyy maton istukkaita paikoilleen sitova vaikutus (kuva 26). Muilla suojaamattoman rannan koealoilla aallokko irrotti suuren osan pullosaratuppaita. Puomilla suojatun rannan koealoista käsittelemättömän alueen istukkaat selvisivät selkeästi muita paremmin (kuva 27). Todennäköisesti tämä johtui ennenkaikkea sopivasta istutustasosta vedenpintaan nähden ja myös

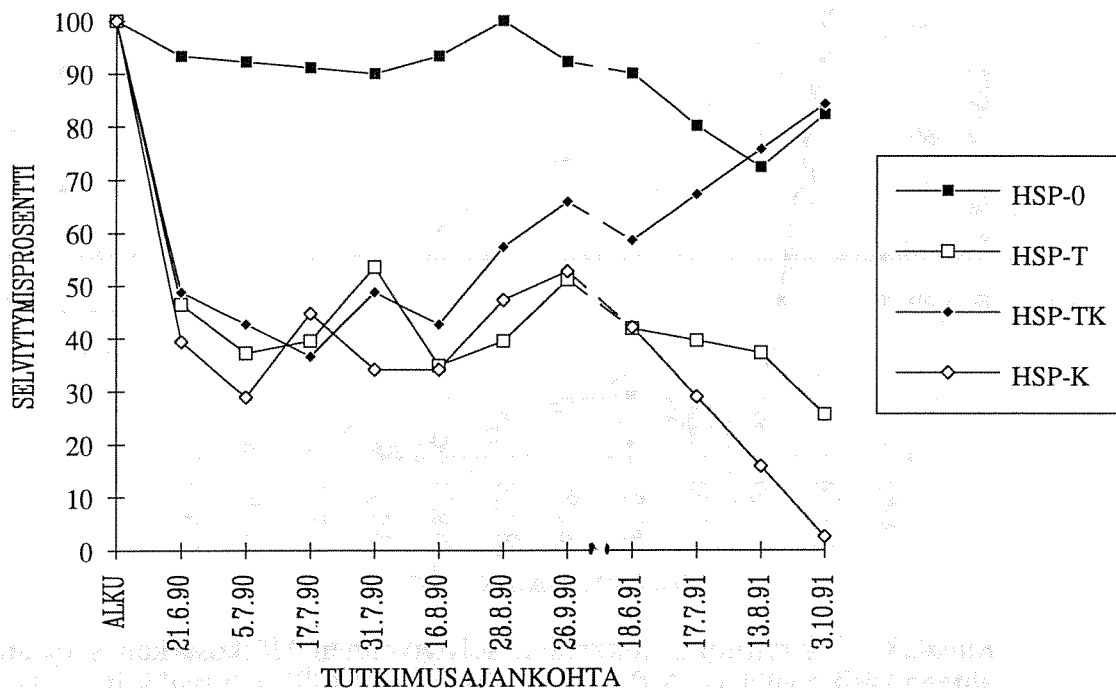
aallonmurtajan antamasta suojasta. Kaurakoealalla aallokko aiheutti sairaistukkaiden irtihuuhtoutumisia, sillä puomin lyhyden vuoksi aallokko pääsi vaikuttamaan koealaan täydellä voimallaan. Turve + kaurakoealalla linnut olivat kiskoneet osan pullosaratuppaista ylös maasta.



Kuva 25. Jouhivihviläistukkaiden selviytyminen Hietaperän suistealueen käsittelyillä. HPS-0 = nollakäsittely, HPS-T = turvekäsittely, HPS-TK = turve + kaurakäsittely, HPS-K = kaurakäsittely.



Kuva 26. Pullosaratuppaiden selviytyminen Härkösarvän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HSA-0 = nollakäsittely, HSA-T = turvekäsittely, HSA-TK = turve + kaurakäsittely, HSA-K = kaurakäsittely, HSA-EM = eroosiomatto.



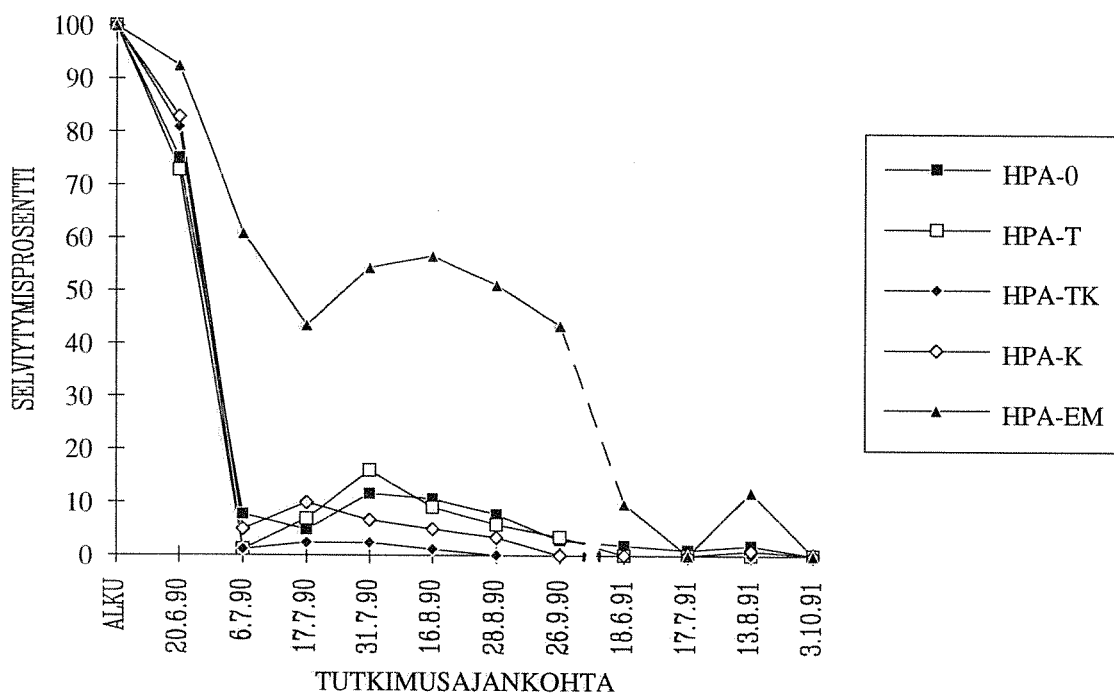
Kuva 27. Pullosaratuppaiden selviytyminen Härkösräcken puomialueen käsitteilyillä. HSP-0 = nollakäsittely, HSP-T = turvekäsittely, HSP-TK = turve + kaurakäsittely, HSP-K = kaurakäsittely.

3.4.6 Järviruoko

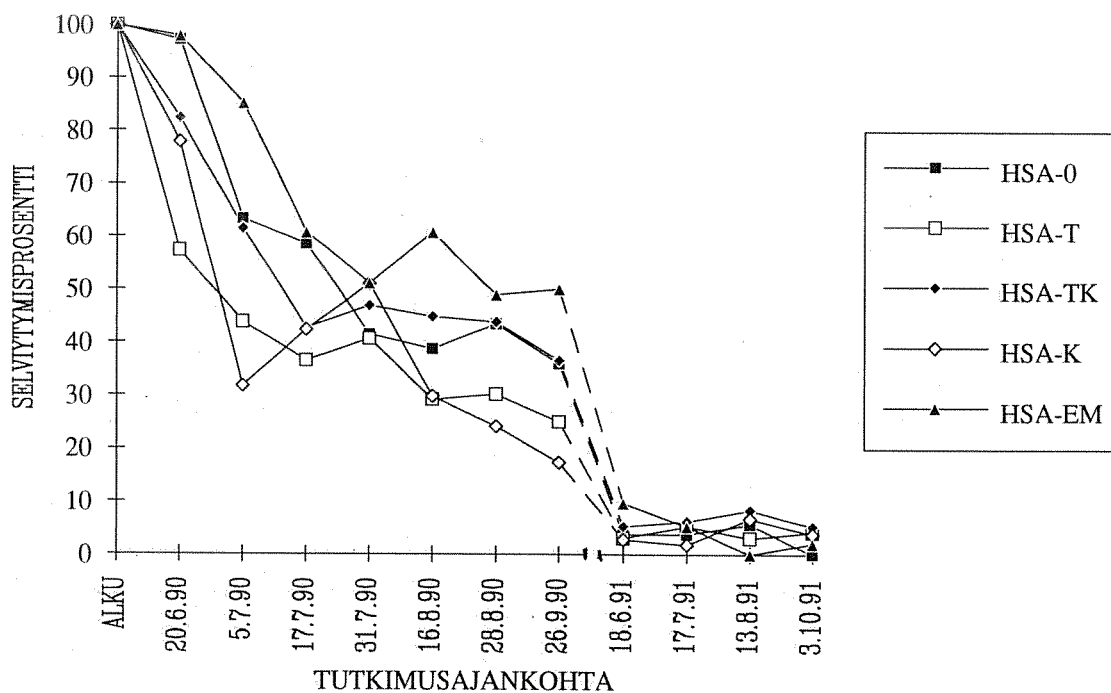
Koealojen alimmaksi vyöhykkeeksi istutettiin järviruoko' on juurakon kapaleita, joissa oli vähintään yksi kasvava verso. Ruokoja istutettiin yhteensä 1640 ja näistä syyskuun 1990 loppuun selvisi 404 eli n. 25%. Erityisen hyvin tuloksista käy ilmi talven suuri vaikutus ruokoistukkaiden kuolleisuutta lisänneenä tekijänä. Ilmeisesti kasvit eivät ole ehtineet kerätä riittävästi vararavintoa juuristoon eivätkä ulottaa juuria tarpeeksi syvälle jäätyksen estämiseksi. Lokakuussa 1991 vain n. 3% istukkaista oli elossa.

Koealojen käsittelyjen vaikutuksista selkeimmin tulee esille eroosiomaton kasveja paikalleen sitova vaikutus ensimmäisen kasvukauden aikana. Tämä näkyy erityisesti Hietaperän suojaamattomalla rannalla (kuva 28), mutta myös Härkösräckessä eroosiomaton läpi tehdyt ruokoistutukset ovat selviytyneet muita paremmin (kuva 29). Talven jälkeen käsittelyjen erot tasoittuivat huomattavasti.

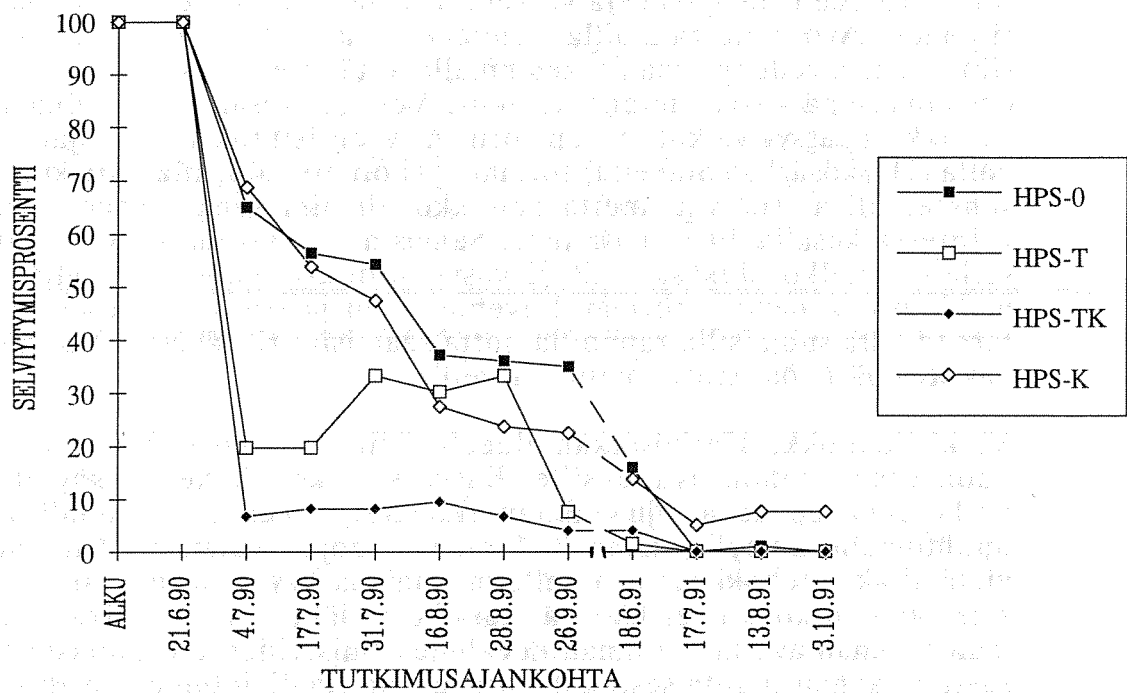
Ruokojen hävikki Hietaperän koealoilla heinäkuun 1990 alussa johtuu voimakkaan aallokon vaikutuksesta (kuvat 28 ja 30). Suuri osa istukkaista huuhtoutui pois tai hautautui aallokon tuomaan hiekkaan. Yhtä selkeää aallokon vaikutusta ei voitu havaita huomattavasti suojaisemmalla Härkösräcken alueella (kuvat 29 ja 31). Luonnollisten järviruokokasvustojen esiintymistä rajoittaakin osaltaan juuri aallokon energia (Raspov ym. 1988).



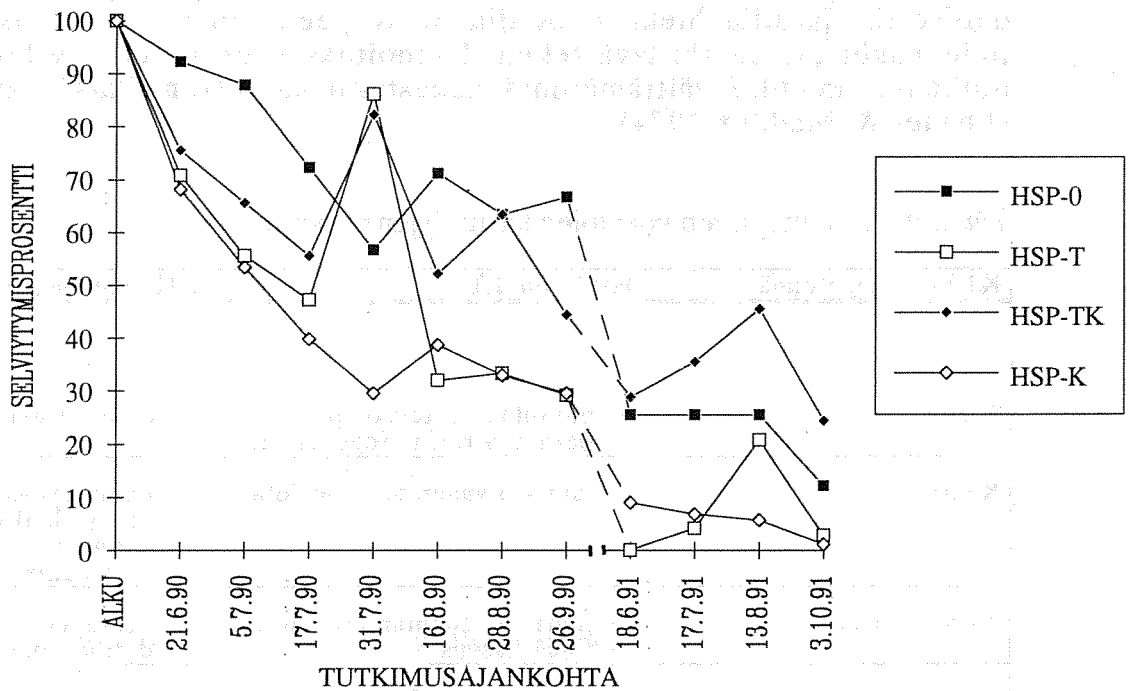
Kuva 28. Järviruokoistukkaiden selviytyminen Härkösrän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HSA-0 = nollakäsittely, HSA-T = turvekäsittely, HSA-TK = turve + kaurakäsittely, HSA-K = kaurakäsittely, HSA-EM = eroosiomatto.



Kuva 29. Järviruokoistukkaiden selviytyminen Hietaperän suojaamattoman alueen käsittelyillä. HPA-0 = nollakäsittely, HPA-T = turvekäsittely, HPA-TK = turve + kaurakäsittely, HPA-K = kaurakäsittely, HPA-EM = eroosiomatto.



Kuva 30. Järviruokoistukkaiden selviytyminen Hietaperän suistealueen käsitteilyillä. HPS-0 = nollakäsittely, HPS-T = turvekäsittely, HPS-TK = turve + kaurakäsittely, HPS-K = kaurakäsittely.



Kuva 31. Järviruokoistukkaiden selviytyminen Härkösarvän puomialueen käsitteilyillä. HSP-0 = nollakäsittely, HSP-T = turvekäsittely, HSP-TK = turve + kaurakäsittely, HSP-K = kaurakäsittely.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kasvillisuuden selviytymistä vaikeuttavat tekijät vaihtelevat ympäristöstä riippuen. Avoimilla rannoilla (Hietaperän alueella) oli rantatörmän tyvi siinä määrin vedenpintaa korkeammalla, että tyven kasvi-istutuksia vaivasi ensimmäisenä kasvukautena kuivuus. Vesi oli kesällä 1990 alhaalla eikä aallokko päässyt vaikuttamaan törmän tyven istutuksiin. Suojaisella rannalla (Härkösärkän alueella) törmän tyvi oli niin alhaalla, että kosteusolosuhteet olivat sopivat, mutta aallokko oli alhaisenkin vedenkorkeuden vallitessa kesällä 1990 haitallista. Samasta syystä tilaa kasvien istuttamiselle oli melko niukasti. Mikäli kasvi-istutuksia halutaan käyttää maisemanhoitoon, näyttää törmän loiventaminen ja maaston muotoilu olevan tarpeellista suojaisilla rannoilla, jotta saataisiin riittävästi tilaa ja sopivaa kasvuympäristöä istutettaville kasveille.

Vaikka aallokko Härkösärkän alueella olikin melko matalaa, se aiheutti huomattavia tuhoja istutuksille. Kasvi-istutuksia kokeissa käytetyillä lajeilla (ehkä leppää ja pajua lukuunottamatta) ei kannattane tehdä aallokon huuhtomalle alueelle ilman jonkinlaista suojaa, esim. eroosiomattoa tai vielä sitäkin tehokkaampaa aallonmurtajana käytettyä puomia. Avoimen suistealueen koealueet kärsivät aallokosta lähes saman verran kuin suojaamattoman avoimen rannan koealueet. Suisteiden tarkoituksena on pysäyttää rannan suuntaisesti kulkeutuva materiaali, joten ne eivät juurikaan anna suojaa suoraan kohti rantaa tulevan aallokon mekaanista voimaa ja sen aiheuttamaa aineksen kulkeutumista vastaan.

Taulukkoon 1 on koottu havaintoja koealojen käsittelymenetelmien hyvistä ja huonoista puolista. Koealojen erilaisten käsittelytapojen merkitys vaihtelee alueen ympäristötekijöistä riippuen. **Turpeen** levittäminen tasolle, joka jää aallokon vaikutukselle alttiiksi, ei selvästikään kannata; pintakerroksen muokkaamisesta huolimatta vesi huuhtoo turpeen pois lähes täydellisesti. Karuilla hiekkarannoilla on turpeen tuoma ravinnelissä ollut todennäköisesti merkittävä tekijä. Lannoituksen on todettu jyrkillä rannoilla olevan miltei välttämätöntä menestyvän kasvuston aikaansaamiseksi (Fowler & Maddox 1974).

Taulukko 1. Ontojärven koealojen käsittelyjen arviointi.

Käsittelymenetelmä	Hyvät puolet	Huonot puolet
Turve	+ parantaa kosteusoloja + parantaa ravinteiden saantia	- ei kestä aallokkoa
Kaura	+ juuristo vähentää eroosiota	- linnut syövät kauran - itävyys heikko - jatkuvan eroosion sieto vähäinen
Turve + kaura	+ juuristo vähentää eroosiota + tiheä kasvusto	- kaura saattaa tukahduttaa muut kasvit
Eroosiomatto	+ tukee istutuksia + parantaa kosteusoloja	- kallis - hajoaminen nopeaa
Pajumatto	+ suojaa rantaa aallokolta	- haittaa huomattavasti rannan käyttöä - ei sovi maisemaan - arka kuivuudelle

Kauran käyttäminen apukasvina pelkkään hiekkaan kylvettynä ei hyödytä, sillä karussa ja kuivassa hiekassa itäminen on heikkoa ja itäneetkin kasvit jäävät hyvin pieniksi. Jatkuvan eroosion sieto oli myös sangen vähäinen.

Käytettäessä **turvetta** ja **kauraa** yhdessä oli itäminen selvästi runsaampaa ja kasvusto tuli tiheäksi ja korkeaksi. Tiheä kasvusto saattoi tosin jossain määrin haitata kauran sekaan istutettujen kasvien vakiintumista. Vastaitänyt kaura näytti olevan myös lintujen suosiossa; kauranjyviä kaivaessa ne tuhosivat myös osan istukkaista.

Istukkaiden kiinnittymistä ja juuria suojaavien **mattojen** on todettu parantavan kasvien selviytymistä (Allen ym. 1984). Ontojärven kokeessa käytetty eroosiomatto tuki selvästi istukkaiden kiinnittymistä kasvualustaan, mutta luonnossa hajoava matto oli toisena vuonna jo niin pehmennyt, että Hietaperän koealueella aallokko repi siitä irti osan.

Ontojärvellä **pajumatot** rakennettiin kokonaan vedenkorkeuden vaihtelu- vyöhykkeelle vaikka paras taso olisi ehkä yläveden tasossa ja hiukan sen yläpuolella. Pajumaton toimivuus ja risujen versominen todennäköisesti paranisi mikäli rakennettu pajumatto peitettäisiin ohuella maakerroksella ja pidettäisiin kosteana (Allen & Klimas 1986). Matto ei luontaisesti sovi maisemaan ja haittaa rannan virkistyskäyttöä.

Eri kasvilajien menestyminen vaihteli suuresti (taulukko 2). Ensimmäisen kasvukauden (kesä 1990) aikana parhaiten menestyivät puuvartistet lajit. Paras oli leppä ja lähes yhtä hyvin selvisi paju. Molempien lajien selviytymisprosentti oli yli 50. Vuoden 1991 kasvukauden jälkeen lepän ja pajun selviytymisprosentit olivat pudonneet huomattavasti. Lepistä 16 % ja pajupistokkaista 29 % oli elossa. Suurista törmän tyveen istutetuista pajun varsipistokkaista selviytyi peräti 83 %. Tämä tekee niistä hyvinkin

Taulukko 2. Ontojärvelle istutettujen kasvilajien soveltuvuus säännöstelyjärvien rantojen kunnostamiseen.

Kasvilaji	Hyvät puolet	Huonot puolet
Harmaaleppä	+ sietää kuivuutta + luontainen laji	- ei kestä eroosiota
Kiiltolehtipaju *pienet pistokkaat	+ luontainen laji	- kuivumisherkkyyys - ei kestä eroosiota
Kiiltolehtipaju *suuret pistokkaat	+ sietää kuivuutta + eroosion sieto hyvä + sitoo maaperää + helppo istuttaa	- maisemahaitta
Korpikastikka	+ luontainen laji + sietää kuivuutta + sitkeä selviytyjä	- ei kestä eroosiota - arka lintutuhoille
Jouhivihvilä	+ luontainen laji	- kuivumisherkkyyys - ei kestä eroosiota
Pullosara	+ menestyy karulla kasvualustalla	- ei kestä eroosiota
Järviruoko	+ suojaa rantaa	- ei kestä jäätymistä - huono eroosion sieto

pajun varsipistokkaista selviytyi peräti 83 %. Tämä tekee niistä hyvinkin sopivia käytettäväksi törmän tyven kasvittamiseen. Talvi ei näytä lisänneen lepän taimien kuolleisuutta, mutta pienet pajupistokkaat näyttivät kärsineen talvesta jonkin verran.

Ruohovartisten lajien selviytyminen rannan olosuhteissa oli ensimmäisen kasvukauden jälkeen puuvartisia heikompaa; parhaiten selviytyi korpikas-tikka, jonka selviytymisprosentti oli 45. Lokakuussa 1991 tilanne oli muutunut selvästi. Kaikista käytetyistä lajeista parhaiten selviytyi pullosara, joista 37 % oli elossa. Jouhivihvilän ja järviruo'on käyttö rantojen kasvittamisessa on tulokseltaan ilmeisen epävarmaa. Kasvien huono aallokon kesto istutusvaiheessa ja toisaalta kuivuuden arkuus aiheuttaa sen, että niiden käyttö edellyttäneen jonkinlaista suojausta aallokon varalta sekä kasvien vedensaannin varmistamista. Myös talvehtiminen on ainakin järviruo'olla epävarmaa, koska se ei ennätä kerätä riittävästi vararavintoa juuristoonsa eikä ehdi työntää juuristoansa pois jäätyvältä vyöhykkeeltä.

Tutkimuksessa havaittiin selvästi satunnaisten vuosittain vaihtelevien tekijöiden keskeinen merkitys kasvien selviytymiselle. Tutkimuksessa käytettyjen kasvilajien selviytymiselle **ensimmäinen** kriittinen ajanjakso oli istutusta seuranneet kaksi viikkoa. Tänä aikana kasvien siirron ja istutuksen sekä kuivuuden aikaansaama stressi aiheutti merkittävän osan istutuksien kuolleisuudesta. Mikäli jakso olisi ollut sateinen tai järven vedenpinta olisi noussut nopeasti olisi selviytyminen ollut huomattavasti suurempaa.

Toinen kasvien selviytymiseen vaikuttanut ajanjakso oli talvi. Talvi on vesi- ja rantakasvillisuuden selviytymisen kannalta kriittinen vuodenaika. Hiekkaisilla rannoilla routa tunkeutuu syväälle pohjasedimenttiin, jolloin kasvien juuristo voi kärsiä. Näin tuntuu käyneen erityisesti järviruokoistukkaille, joiden määrä väheni huomattavasti talven aikana. Ensimmäisen tutkimuskesän alhaisesta vedenkorkeudesta johtuen talvivauriot olivat ehkä normaalia pienempiä ja keskittyivät erityisesti suojaiselle Härkösätkän alueelle, jossa osa istutuksista oli veden alla.

Kolmannen kriittisen ajankohdan muodosti kesä-heinäkuun vaihe vuonna 1991. Vedenpinta nousi korkealle, jolloin rannalla käynnistyivät voimakkaat eroosioprosessit. Aallokon mekaaninen voima repi osan kasveista irti. Osa taas hautautui törmästä sortuneen hiekan alle. Loppukesällä oli kuitenkin havaittavissa selvää kasvillisuuden elpymistä, kun vedenpinta laski ja kasvavat versot tunkeutuivat hiekan läpi.

Kasvillisuuden menestymiseen rantavyöhykkeellä vaikuttavat ympäristötekijät vaihtelevat huomattavasti sekä kasvukausien aikana että niiden välillä. Kaksi kasvukautta kestänyt seuranta ei anna lopullista kuvaa kasvilajien selviytymisestä. Syksyllä 1991 korkealle jäätyvä vesi voi aiheuttaa suuriakin tuhoja. Myös alkukesän kuivuus saattaa muodostaa kriittisen hetken erityisesti rannan yläosalle. Edellisen kesän eroosiotuhojenkin laajuus selviää vasta loppusyksyllä 1992, mikäli yhtä runsas vesivuosi ei toistu. Koealueiden seurantaa tulisikin jatkaa vaaitsemalla koealat keväisin ja laskemalla elävien kasvien lukumäärä vähintään kerran kasvukaudessa.

Koealueilla tapahtunut eroosio oli ensimmäisen tutkimusvuoden aikana hyvin pientä ja tehtyjen vaaitusten perusteella alueet eivät eronneet eroosion suhteen toisistaan merkittävästi. Vuoden 1991 kesän aikana eroosio näytti olevan hyvin runsasta erityisesti Hietaperän suojaamattomalla koealalla ja suistekoealalla. Koealoja ei vaaittu syksyllä 1991, joten kyseessä

on vain arvio. Istutetulla kasvillisuudella ei ollut havaittavissa määrin kykyä sitoa kasvualustaansa ja estää aallokon aiheuttamaa eroosiota. Kasvit tarvitsevat useamman kasvukauden pituisen kasvulle edullisen jakson, jotta ne ehtisivät vakiintua ja muodostaa eroosion estämiseksi riittävän tiheän kasvuston. Jonkin asteinen suojaus onkin lähes aina tarpeellista.

Suhteellisen lyhyestä koejaksosta huolimatta saatiin joitakin viitteitä kasvilajien käyttömahdollisuuksista maisemarakentamisessa ja rantojen suojauksessa. Suurten pajupistokkaiden hyvä selviytyminen ja helppo istutettavuus tekevät niistä varteen otettavan vaihtoehdon kivi-verhoukselle, jota kannattaa kokeilla ainakin osalla kunnostettavaa aluetta. Myös säännöstelyjärvien rannoilla hyvin viihtyvän korpikastikan suosiminen voisi olla kannattavaa, vaikkakin heinäkasvin lisääminen veronkappaleista lieneekin liian työlästä. Törmän loiventamisen tärkeys myös suojaisilla alueilla näytti selvältä, koska liian alhainen tyvikorkeus pienentää istutuskelpoisen rantavyöhykkeen osuutta merkittävästi. Puomit osoittautuivat hyväksi rannan suojaamiskeinoksi, mutta ne ovat rumia ja haittaavat rannan käyttöä. Puomien avulla voidaan helposti suojata istutettujen kasvien vakiintumisen arkaa alkuvaihetta.

KIRJALLISUUS

- Allen, H.H. & Klimas, C.V. 1986: Reservoir shoreline revegetation guidelines. - Technical report E-86-13, US Army engineer waterways experiment station. 87 s. ja liitteet, Vicksburg, Miss.
- Allen, H.H., Webb, J.W. & Shirley, S.D. 1984: Wetlands development in moderate wave-energy climates. - Proceedings of dredging '84, Waterway, Port, Coastal and Ocean division, American Society of Civil Engineers, November 14-16, 1984, Clearwater, Fla., s. 943-955.
- Fowler, D.K. & Maddox, J.B. 1974: Habitat improvement along reservoir inundation zones by barge hydroseeding. - J. Soil Water Conserv. 22: 263-265.
- Raspopov I.M., Slepukhina T.D., Vorontzov F.F. & Dotzenko O.N. 1988: Wave effects on the bottom biocoenoses in the Onega Lake bays. - Arch. Hydrobiol. 112 (1): 115 - 124.
- Riihimäki, J., Alasaarela, E., Hellsten, S., Keränen, R. & Kurttila, T. 1991: Säätöjärvien eroosiorantojen kunnostus ja hoito. - Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 307. 66 s. Helsinki.

