

Metsätieteen päivät 2011

Metsät, vesi ja kestävä metsätalous

Markku Ollikainen
Ympäristöekonomian professori
Helsingin yliopisto

1. Taustaa

- Vesipuite- ja meristrategiadirektiivti: vesiensuojelua tulee edistää kaikilla kuormittavilla sektoreilla
- Jo tätä ennen Suomessa on tehty suosituksia ja omaksuttu käytäntöjä metsätalouden kuormituksen rajoittamiseksi
- **Kysymys: *kuinka suurella panoksella metsätalouden tulee osallistua kansalliseen vesiensuojeluun?***
- **Kysymys: *kuinka suurella panoksella metsätalouden tulee osallistua paikalliseen vesiensuojeluun?***

2. Taloudellisen analyysi haaste

- Luonnontieteellistä tutkimusta on teemasta tehty jo jonkin aikaa, taloustieteellinen tutkimus on laahannut jäljessä, mutta käynnistynyt
- **Haaste:** *kuinka analysoida taloudellisesti johdonmukaisella tavalla metsätalouden vesiensuojelukysymyksiä*
- Tämä esitys:
 1. Metsäntalouden yhteiskunnallisesti optimaaliset vesiensuojelutoimet
 - fokus vain päätehakkuussa
 2. Millainen rooli metsätaloudella on vesiensuojelu kustannustehokkaassa politiikassa
 - fokus vain päätehakkuussa
 3. Millaisia tutkimuskysymyksiä vesiensuojelu ja vesien ympäristöpalvelut metsätaloudessa synnyttävät

3. Metsät ja vesi: taloudelliset hyödyt

- Metsät tarjoavat vesien säätelyn hyötyjä:
 - Tulvien ja valumien tasoittuminen
 - Vesien suodattuminen ja puhdistuminen
 - Pohjavesien ylläpito
- **Hyödyt:** positiivinen ulkoisvaikutus, josta nauttivat esimerkiksi maatalous ja yhdyskunnat
 - **Teoria:** vahvista näiden hyötyjen tuottamista
- **Markkinat:** eivät ota huomioon positiivisia ulkoisvaikutuksia – maata liikaa kilpaileviin käyttömuotoihin (maatalous)
- **Suomi:** maankäytön tuet vääristävät entisestään maan allokaatiota

4. Metsätalous ja vesi: vesistöhaitat

- Metsätaloudella on vesistövaikutukset
 - Päätyölajit: päätehakkuu, ojitus, lannoitus, maanmuokkaus
 - Haittojen mittakaava – pienvedet, suuret vesistöt, Itämeri
- **Haitat:** negatiivinen ulkoisvaikutus, joka heikentää vesiekosysteemejä, lajeja, monimuotoisuutta ja virkistyskäytön mahdollisuuksia
 - **Teoria:** vähennä näitä haittoja – käytä ohjausta
- Katsotaan aluksi, millaiselta kuormitus näyttää

6. Kokonaishuuhtouma ja sen lähteet

	Fosforihuuhtouma työlajeittain (t)	Typpihuuhtouma työlajeittain (t)
Kunnostusojitus	173	2 212
Auraus & mätästys	5	130
Äestys ja laikutus	30	683
Lannoitus	23	228
Yhteensä	231	3 253

Lähteet:

Työlajien osuudet huuhtoumasta: Kenttämies & Mattson 2006

Kokonaiskuormitusluvut: SYKE

7. Ominaiskuormitustietoja

	Kokonaisfosfori		Kokonaistyyppi	
	kivennäismaat	turvemaat	kivennäismaat	turvemaat
Uudistaminen	0,251	0,638	5.027	25, 867
Kunnostusojitus	0	0,983	0	0
Lannoitus	0	1,35	15	0

Lähde: Finér ym. 2010

Kaikkien toimien vaikutuksen on arvioitu kestävän noin 10 vuotta

Oletuksena on, että vesiensuojelutoimet (suojavyöhykkeet ja laskeutusaltaat) on toteutettu

8. Vertailu muihin sektoreihin

	Kokonaiskuormitus (t)		Ominaiskuormitus*) (kg)	
	Fosfori	Tyyppi	Fosfori	Tyyppi
Yhdyskuntajätevedet	196	11 118		
Maatalous	2 750	39 000	1,0	15
Metsätalous	231	3 253	0,251	5.027

*) Ominaiskuormitus esitetään seuraavin oletuksin

Metsätalous: tarkastelun kohteen on *kivennäismaa* ja metsän uudistamisen yhteydessä tehdään kunnostusojitus.

Maatalous: viljelysmaa on savea, perinteinen kyntö ja pellolla kasvatetaan viljakasveja

Lähteet: *Metsätalous:* Finér ym. 2010, *Muut:* SYKE, Lankoski & Ollikainen 2011

9. Metsätalouden keinot rajoittaa huuhtoumaa

- **Päätehakkuu:** suojavyyöhykkeet vesistön ja hakkuualueen väliin
 - Sitoo ravinteita
 - Pienvesissä vaikuttaa varjostuksen yms. kautta välittömästi vesiekosysteemien ja kalakantojen tilaan
- **Kunnostusojitus:** laskeutusaltaat ja suotautumisalueet
 - Vähentää ravinteiden huuhtoumia ja edistää kiintoaineen sitomista
- **Lannoitus:** hitaasti liukeneva fosfori
 - Tähän on käytännössä jo siirrytty
- **Maanmuokkaus:** menetelmien pehmentäminen
 - Edistää erityisesti eroosion torjuntaa

10. Päätehakkuuala ja suojavyyöhyke



METLA/Oksanen

11. Teoriaa: vesistöhaittojen sisäistäminen

- Faustmannin malli: $V = [pf(T)e^{-rT} - c](1 - e^{-rT})^{-1}$
- Laajennus huuhtoumahaittoihin
 m = suojavyöhekkeen pinta-alaosuus
 $D(z)$ = huuhtoumahaitta ($z = g(\sum h_i(1-m))$)
 h_i = vuotuinen huuhtouma, $i = T \dots T+k$
- Laajennettu Faustmannin malli

$$m = 0: W_1 = [pf(T)e^{-rT} - c - e^{-rT}D(z)](1 - e^{-rT})^{-1}$$

$$m > 0: W_2 = ((1-m)pf(T)e^{-rT} - c - e^{-rT}D(z(\sum h_i, m)))(1 - e^{-rT})^{-1}$$

12. Vesistöhaittojen vähentäminen: ei suojakaistaa

- Optimaalisuusehto: ei suojakaistaa
 $pf'(T) - rpf(T) + rD(z) - rW_1 = 0$

Faustmannin mallin hakkuusäännössä uusi termi:

$rD(z)$ = hyöty huuhtoumahaitan lykkäämisestä myöhempään

Kvalitatiivisesti: pidentää kiertoaikaa

Kuormituksen lasku: Hakkuita harvemmin, kuormitusta vähemmän

13. Vesistöhaittojen vähentäminen: ei suojakaistaa

- **Optimaalisuusehto:** perustetaan suojakaista
 $T: (1-m)[pf'(T)-rpf(T)] + r D(z(\Sigma h_p, m)) - rW_2 = 0$
 $m: - [pf(T)e^{-rT}-c] - e^{-rT}D'(z(\Sigma h_p, m))z_m = 0$

F-hakkuusäännössä kaksi lisätermiä:

$rD(z)$ = sama kuin edellä

$D'(z(.))z_m$ = rajahaitan lasku suojavyöhykkeen pidättämisestä ravinteista

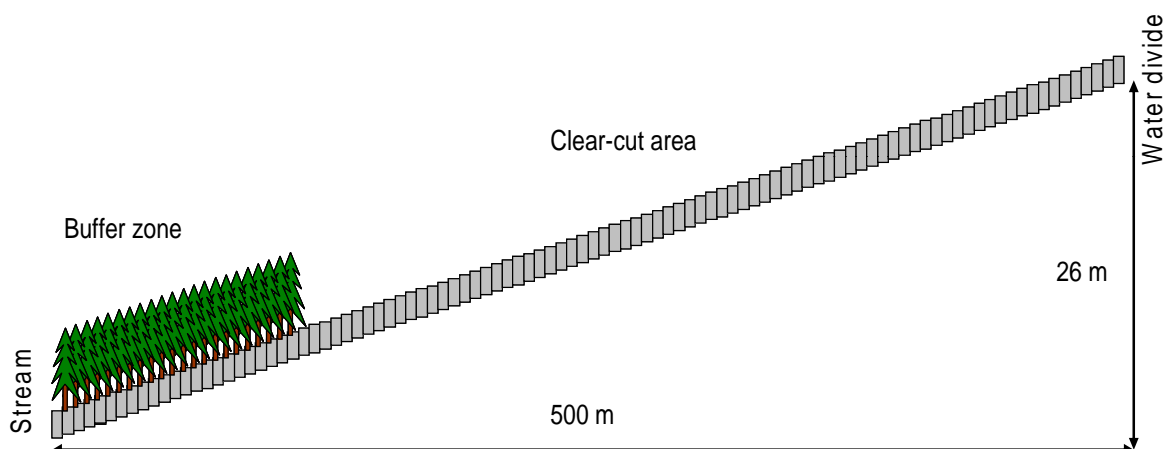
Kuormituksen lasku: Hakkuita harvemmin, huuhtoutuva pinta-ala pienempi ja suojakaista pidättää

14. Empiiristä analyysia

- Kolme empiiristä laskelmaa yhteiskunnallisesta optimista (**Miettinen et al. 2011**):
 - ei suojavyöhykettä, mutta huuhtomahaitta,
 - suojavyöhyke vesistöhaitan vuoksi,
 - suojavyöhykkeeltä myös monimuotoisuushyötyhyötyjä
- Huuhtoumavaikutukset: FEMMA-malli
 - Typpihuuhtouma taustahuuhtoumaa suurempi 24 vuotta
- Metsän kasvumalli: eteläsuomalainen kuusikko
 - Tahvonen-Salo 1999: $f(t)=500/(1+49e^{-0.048t})$
- Huuhtomahaitta: lineaarinen, noin 3,57 euroa/kg N (Ollikainen ja Lankoski (2009))

15. Typpihuuhtouman arviointi: FEMMA-malli

Suojakaista: illustraatio



Huuhtouma taustahuuhtoumaa suurempi 24 vuotta
Suojavyöhykkeen sitomiskyky: $Y = 0.4962m^{0.3983}$

16. Lineaarinen rajahaitta: Itämeri

	Kiertoaika (vuosi)	Suojavyöhyke (osuus alasta)	Hyvinvointi (€)/ja
Yksityinen optimi	83	0	1325
Yhteiskunnan optimi			
Ei suojakaistaa	83	0	1325
Suojavyöhyke I (vain D(z))	83	0	1325
Rajahaitta 248€/kg N	92	1%	901
Suojakaista II (D(z)+BD)	83	4%	1547

Itämeri: lineaarinen rajahaitta perusteltu, koska metsätalouden huuhtouma on pieni suhteessa koko huuhtoumaan

Kysymys: Miksi tarvitaan suuri haitta?

Vastaus: Päätehakkuukypsän metsän jättäminen pystyyn on erittäin kallista

17. Herkkyysanalyysia: ravinnehaitan vaikutus

	Ei suojavyöhykettä	Suojavyöhyke lisäkeinona	
Haitta-arvo	Kiertoaika (vuosi)	Kiertoaika (vuosi)	Suojavyöhyke (%)
3.75	83.199	83.199	0.00000
10	83.333	83.332	0.00000
20	83.547	83.544	0.00002
30	83.758	83.752	0.00005
40	83.967	83.958	0.00008
50	84.174	84.161	0.00012
60	84.379	84.361	0.00016

Syyt vähäiselle vaikutukselle: pieni huuhtouma ja pitkä tarkastelu-periodi

17. Pienet ja herkät vesialueet

Vesiensuojelun tilanne ja haasteet voivat olla toisenlaiset pienillä vesialueilla:

- Kalakantojen lisääntymisalueet
- Erittäin herkät pienvedet
- Huuhtoumahaitta voi nousta suureksi
- **Kysymys:** 248€/kg N - onko empiirisesti mahdollinen?

$$T: (1-m)[pf'(T)-rpf(T)] + r D(z(\Sigma h_i, m)) - rW_2 = 0$$

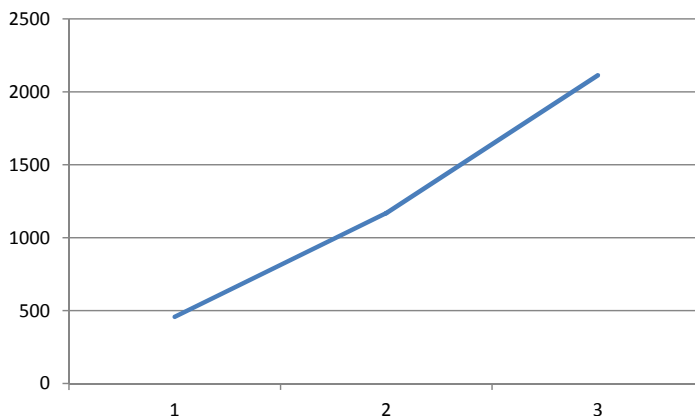
$$m: - [pf(T)e^{-rT}-c] - e^{-rT}D'(z(\Sigma h_i, m))z_m = 0$$

18. Kustannustehokas suojele

- Määritelmä: **Kustannustehokkuus**
Ravinteiden vähennysvelvoitteet tulee kohdentaa kuormittajille siten, että kuormittajien rajapuhdistuskustannukset vähennyksestä ovat yhtä suuret
- Etsitään ravinteiden *puhdistuskustannusfunktio*, (ei vain yhtä pisteen laskenta, ks. Laurén et al. 2007)
- Typen puhdistuskustannus, kun keinona on suojakaista ja tarkastellaan kustannuksia hakkuuhetkellä
 - Lyhyen aikavälin kustannus
 - Aliarvioi kustannuksia

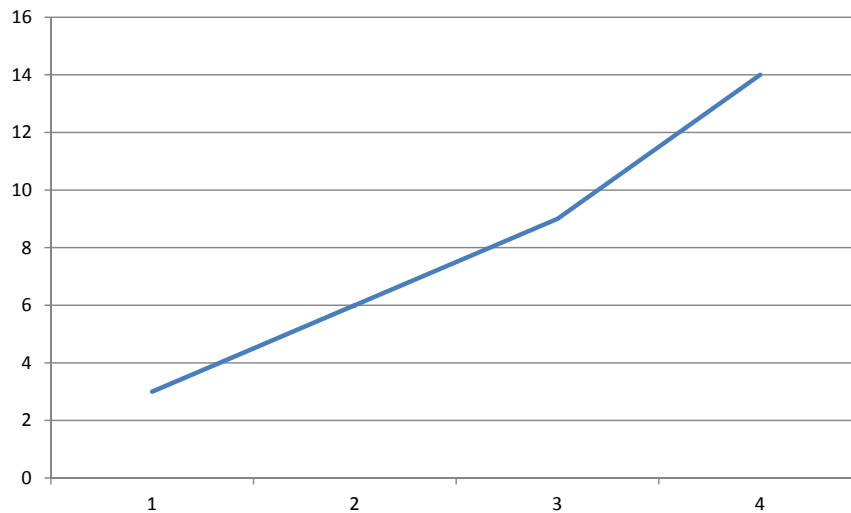
19. Metsätalouden kustannukset

Rajakustannus



19. Maatalous: typen puhdistuskustannus

Typen puhdistamisen rajakustannus



20. Opetuksia ja tutkimusteemoja

- **Kansallinen taso:** kustannustehokkuus
 - Ravinteiden puhdistuskustannukset metsätaloudessa ratkaisevasti suurempia kuin maataloudessa
 - Toimille metsätaloudessa tarvetta, kun puhdistustasoa muualla nostettu riittävästi
 - Monimuotoisuushyödyt vesiensuojeluhyötyjä tärkeämpi peruste suojavyöhykkeille
- **Paikallinen taso:**
 - metsätalouden huuhtoumien rajoittaminen tärkeää herkillä alueilla
 - Tutkimus tarpeen pienvesillä ja herkillä vesialueilla: ekosysteemit, yhteiskunnallinen arvostus
- **Muita teemoja**
 - Muut työlajit: kunnostusojitus, lannoitus
 - Kiintoaineen rooli (epäorgaaninen typpi ja fosfori)
 - Metsien vesistöhyödyt

Suojelun rasituksen kohdentuminen

Suojavyöhykkeen vaikutus:

Suuri maanomistaja vastaan pieni maanomistaja

