

Kuvioton metsäsuunnittelu

Mikko Kurttila

SIMO loppuseminaari 2.11.2007

Metsätieteellinen
tiedekunta

Metsäsuunnittelun päätöksentekotasot

Puu

Kuvio (käsittelyohjelman optimointi)

Metsälö (kuvioiden käsittelyjen optimaalinen kombinaatio)

Alue (kylä, suunnittelulohko)

Metsänhoitoyhdistys (PMO)

Metsäkeskus (AMO)

Valtakunta (KMO)



Metsätieteellinen
tiedekunta



Uusi inventointitieto

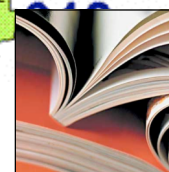
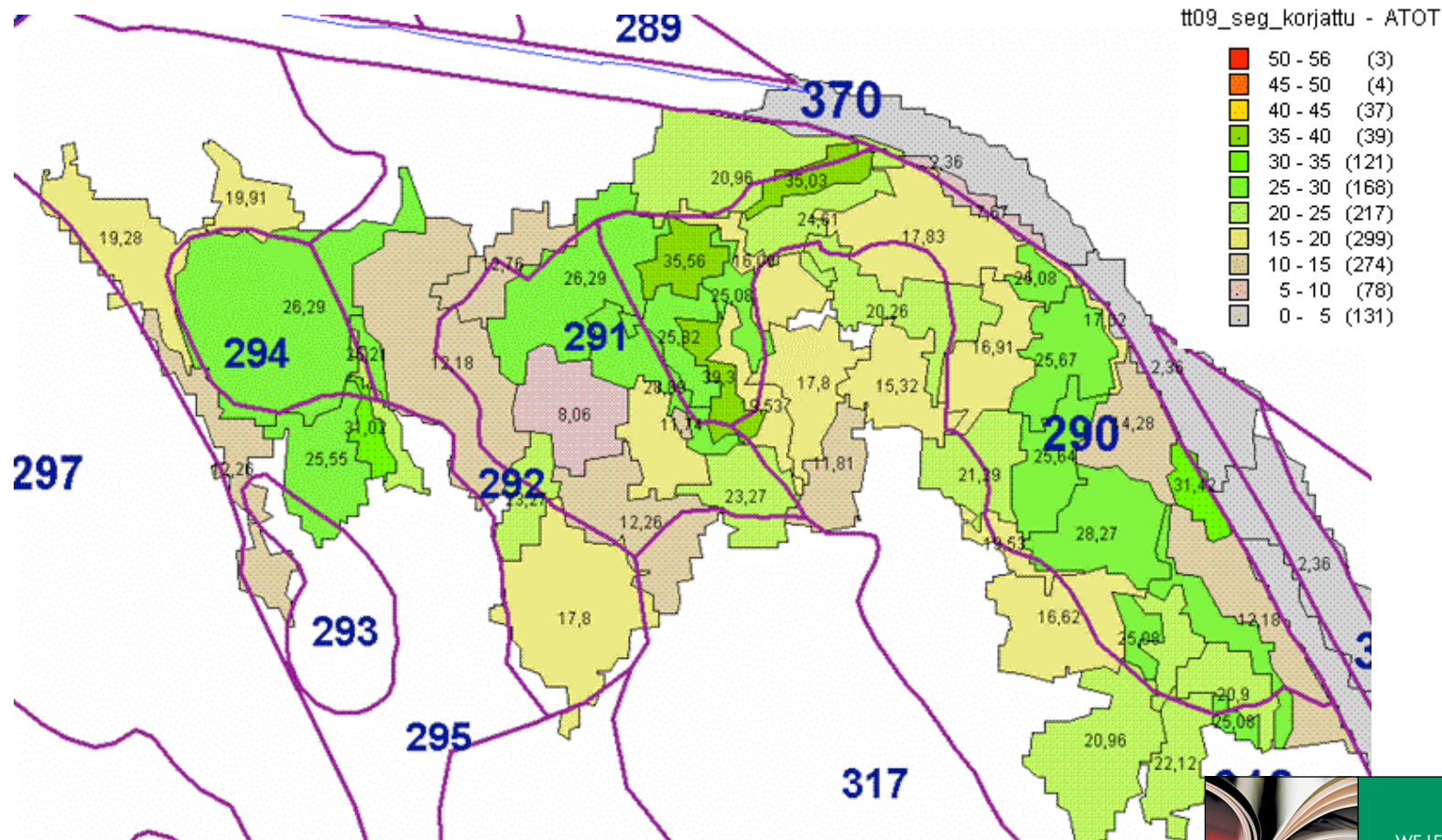
- Kaukokartoituksella (esim. ALS) tuotettu tieto hienojakoista
 - Voidaan yleistää perinteisille metsikkökuvioille
 - Mutta onko tarpeen?
 - Rasterisoluja tai segmentoinnilla muodostettuja ns. mikrokuvioita voidaan myös käyttää suunnittelun laskentayksikköinä
- **Kuvioton metsäsuunnittelu**



--	--



Uusi suunnittelun lähtötilanne II



WE LEAD.
WE LEARN.



Metsätieteellinen
tiedekunta



Kuvioton metsäsuunnittelu =

- Ei perinteisiä kiinteärajaisia metsikkökuvioita
 - Metsää kuvaavan tiedon hankinnassa
 - Toimenpiteiden simuloinnissa ja käsittelyjen optimoinnissa
- Metsävaratiedon hankinta ja toimenpidealueiden määrittäminen eriytetty
- Kuvioiden sijasta laskentayksiköinä ja suunnittelun päätösmuuttujina rasterisolut tai mikrokuviot
- Suunnittelukauden toimenpidealueet muodostetaan yhdistämällä vierekkäisiä rasterisoluja tai mikrokuvioita optimoinnissa erilaisten spatiaalisten tavoitteiden avulla
- Spatiaalisia tavoitteita usein tarpeen kohdistaa myös alueille, joilla ei suunnittelukauden aikana tehdä toimenpiteitä



Kuviottoman metsäsuunnittelun päätöksentekotasot

Puu

Laskentayksikkö

Toimenpidealue

Metsälö (kuvioiden käsittelyjen optimaalinen kombinaatio)



Metsätieteellinen
tiedekunta



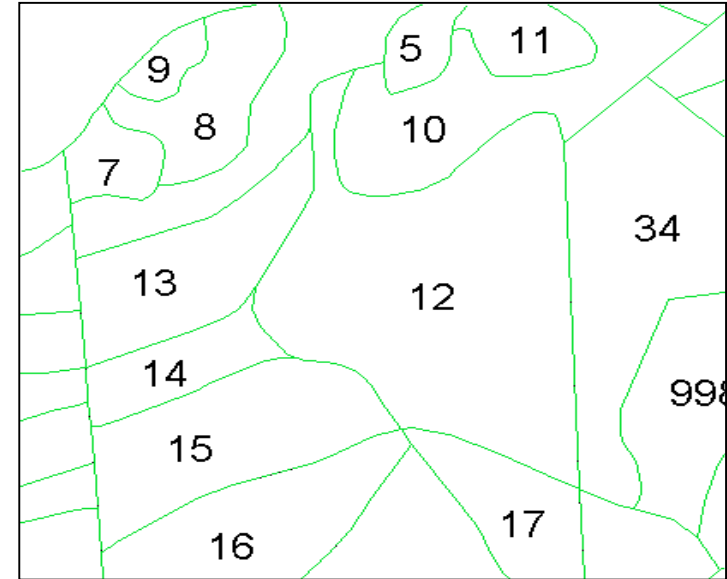
Inventoinnin jälkeiset suunnittelulaskelmat

-  Simuloidaan laskentayksiköille käsittelyvaihtoehtoja
-  Muodostetaan tavoitemalli tulevalle suunnittelukaudelle
 - Päätöksentekijän metsän käyttöön liittyvät tavoitteet
 - **Erilaisten laskentayksiköiden suhteelliseen sijaintiin (hakkuut ja jäävät resurssit) liittyvät tavoitteet**
-  **Haetaan tavoitteet parhaiten toteuttava laskentayksiköiden käsittelyjen yhdistelmä optimoinnilla**
-  Tarkastellaan tulosta ja tarvittaessa palataan vaiheeseen 1 tai 2
-  Suunnitelman toteutus, seuranta ja päivittäminen



Spatiaalisuus = laskentayksiköiden suhteelliseen sijainnin huomioiminen

- Laskelmissa tarvitaan tietoa laskentayksiköiden naapuruussuhteista
- Lisätietoa
 - naapuruussuhteen hyvyydestä
 - naapurin naapurista jne.
 - naapureiden yhteisestä pinta-alasta



10, 11, 229.1010

10, 12, 352.4090

12, 13, 172.0680

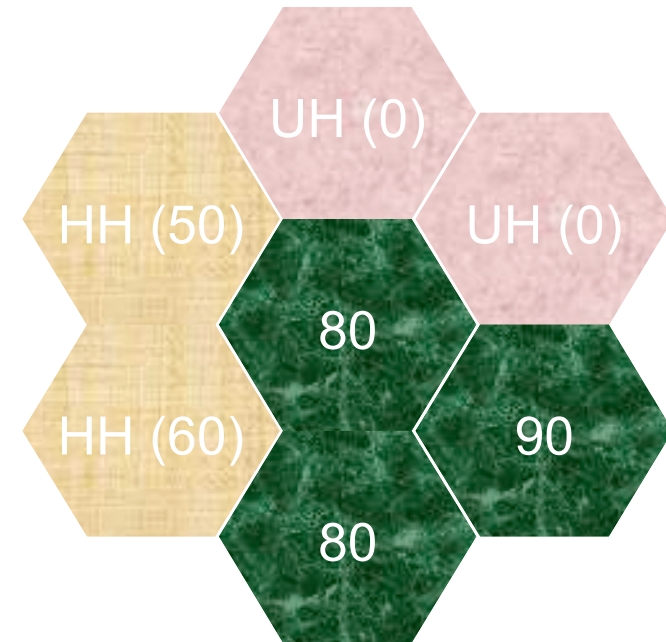
12, 14, 83.9610

12, 15, 119.1720



"Perinteisiä" spatiaalisia tavoitteita

- Ominaisuuden x kynnyksarvon ylittävän rajaosuuden maksimointi/minimointi
 - 0/1 muuttuja
 - Kaikki hakkuut, uudistushakkuut, harvennushakkuut, hakkuu-ei hakkuu
 - Vanha tai uudistuskypsä metsä
- Ominaisuuden x spatiaalinen autokorrelaatio
- Ominaisuuden x ydinalueen pinta-ala
- Kuvion naapuruston ominaisuuden x minimien tai maksimien keskiarvo



- UH-UH rajaa 8%, H-H rajaa 25 %, vanha-vanha rajaa 25%
- IKÄ: Keskimmäisen solun naapuruston minimi 0 ja maksimi 90



Kuviottomassa metsäsuunnittelussa tarvittavia uusia spatiaalisia tavoitteita

- Laskentayksikköryhmän koon kontrollointi
 - Toimenpidealue $> x$ ha (käytännön toteutettavuus)
 - Toimenpidealue $< x$ ha (maisema ym. tekijät)
 - Kulussien tuottaminen laskennallisesti
- Tehtävänmuotoiluun minimi & maksimi pinta-alarajoite & sakkofunktio
- Entry-cost (pienen toimenpidekuvioiden estäminen)
- Epälineaariset korjuukustannukset (suurten yhtenäisten mutta muoto-pinta-alasuhteeltaan mahdollisesti epäedullisten toimenpidealueiden tuottaminen)
- Metsäkuljetusmatkan huomioiminen
- ”Orpojen” ympäristöstään poikkeavien laskentayksiköiden huomiointi ?
 - Uudistusaloilla

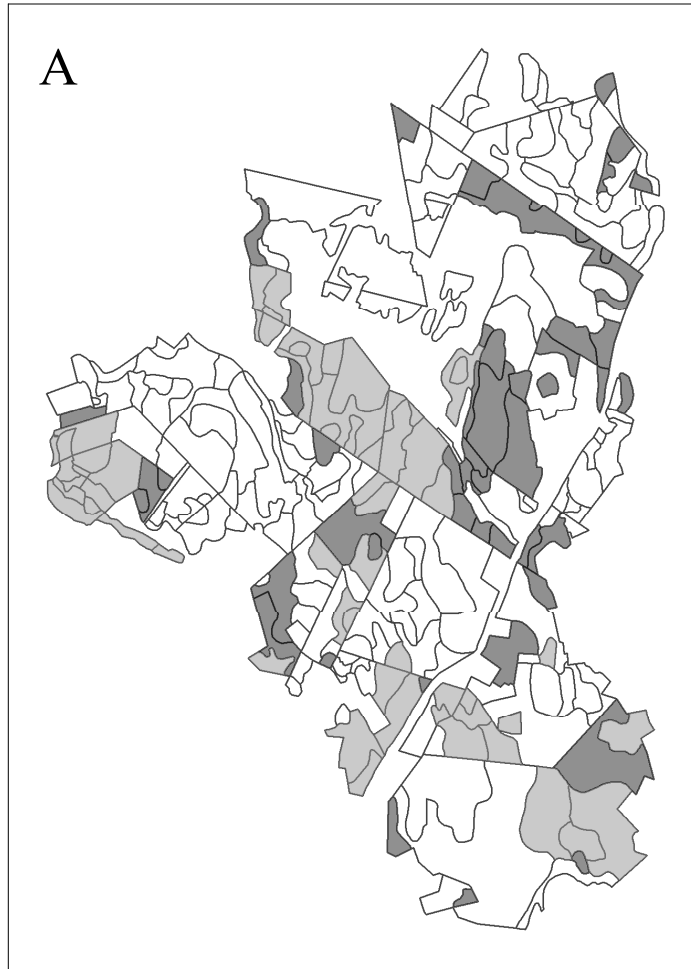


Optimointi

- Perinteiset heuristiikat arvioivat ratkaisua koko alueen kannalta
 - Onnistuu, mutta hidasta, jos laskentayksiköiden ja spatiaalisten tavoitteiden määrä on suuri (1000 ha & 250 m² = 40 000 laskentayksikköä)
 - Voidaan käyttää hajautettuun laskentaan perustuvia menetelmiä, jossa jokaiselle laskentayksikölle pyritään erikseen löytämään paras LOKAALI käsittelyvaihtoehto (esim. nettotulojen nykyarvon maksimi)
 - Suunnittelun tavoitteet liittyvät kuitenkin usein koko alueeseen ja naapurien käsittelyyn
 - Kehitetty uusia optimointitekniikoita, joissa lokaalien, globaalien ja spatiaalisten tavoitteiden huomiointi vuorottelee
 - Cellular automaton (Strange ym. 2000, Heinonen & Pukkala 2007)
 - Redusoitujen kustannusten menetelmä (Hoganson & Rose 1984, Pukkala ym. 2007)



Tuloksia (Heinonen, Kurttila & Pukkala 2006)



B



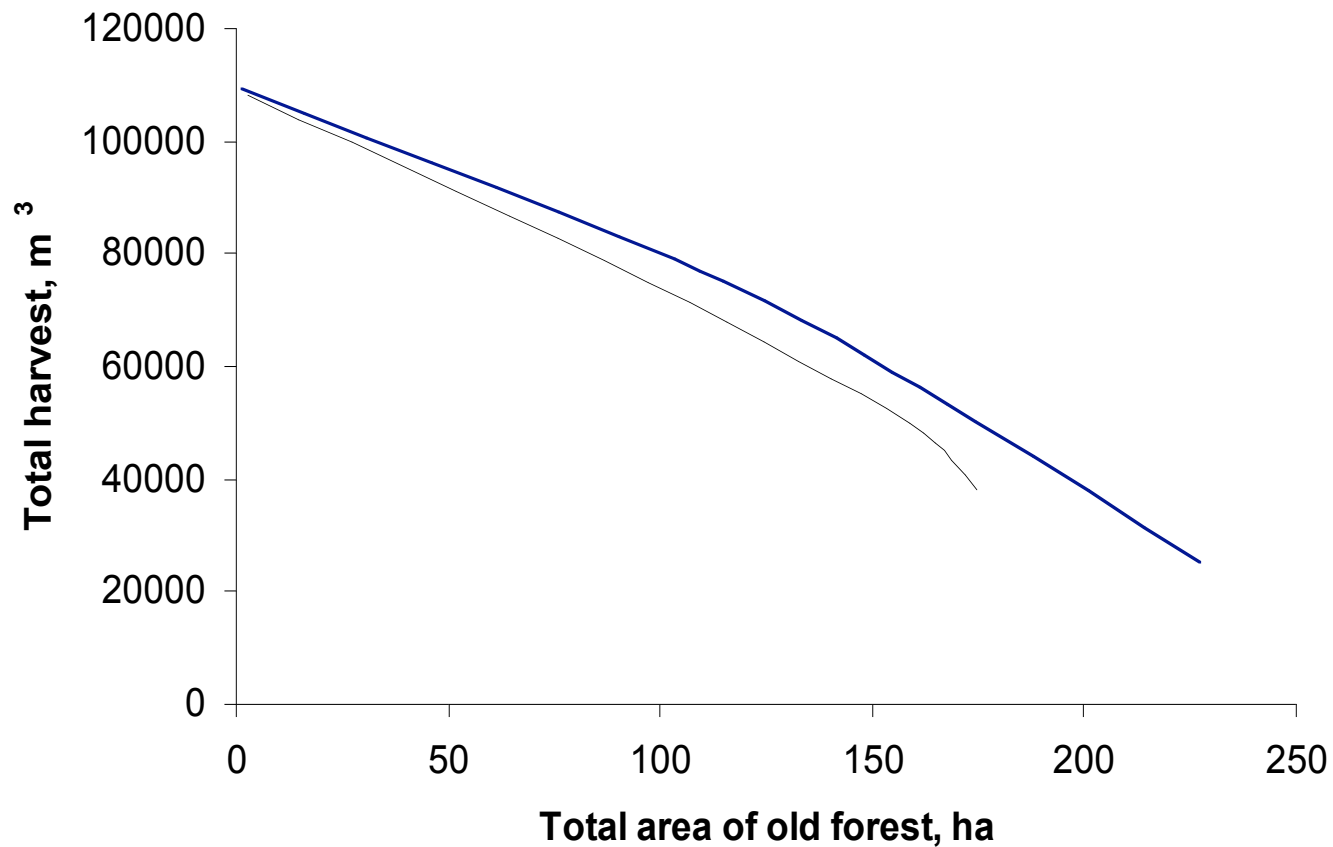
Metsätieteellinen
tiedekunta

Tuloksia (Heinonen, Pukkala, Leppänen 2007)



Metsätieteellinen
tiedekunta

Kuviottoman metsäsuunnittelun hyöty (Heinonen, Kurttila & Pukkala 2006)



Metsätieteellinen
tiedekunta

JOENSUUN
YLIOPISTO

Hyötyjä

- Resurssien käytön tehostuminen
 - Kuviointi tehdään kulloinkin asetettavien tavoitteiden pohjalta
 - Joustavuus lisääntyy ja metsien spatiaalinen rakenne paremmin hallittavissa
- Metsäalueen metsien rakenteen vaihtelun huomiointi
 - ”keskiarvoistetusta” kuviotiedosta eroon
 - puunhankinnan tietopohjan tarkentuminen
 - Leimikkosuunnittelun ja metsäsuunnittelun välinen yhteys paranee
- Maastotyö- ja kirjoituspöytätyötarpeen väheneminen inventointivaiheessa
 - Enemmän aikaa omistajalähtöiseen suunnitteluun ja neuvontaan



Kehitettävää

- Paljon
- Puuston tulkinta kehittyy nopeasti, suunnitelumenetelmille alkaa olla tarve
- Optimointitekniikat
 - Kehitettävää, esim. parametriarvojen ja varjohintojen säätäminen
 - Hyviä ratkaisuja saadaan tuotettua nykyisilläkin
- Orpokuvioiden huomiointi uudistushakkuukohteilla
 - Harvennuksilla ei ongelma
 - Esim. Uudistushakkuuvaihtoehdon simulointi kaikille laskentayksiköille
- Käytännön toteuttamiskelpoisuus?
 - Metsikkökuvioinnin traditiot ja käytännöt



Kirjallisuutta

Heinonen Tero 2007. Developing spatial optimization in forest planning. Dissertationes Forestales 34.

Heinonen, T., Kurttila, M. & Pukkala, T. 2007. Possibilities to aggregate raster cells through spatial optimization in forest planning. *Silva Fennica* 41(1): 89-103.

Heinonen, T. & Pukkala, T. 2007. The use of cellular automaton approach in forest planning. *Canadian Journal of Forest Research*, in press.

Hoganson, H. & Rose, D.W. 1984. A simulation approach for optimal timber management scheduling. *Forest Science* 30: 220–238.

Holmgren, P. & Thuresson, T. 1997. Applying objectively estimated and spatially continuous forest parameters in tactical planning to obtain dynamic treatment units. *Forest Science* 43 (3): 317-326.

Pukkala, T., Heinonen, T. & Kurttila, M. 2007. An application of the reduced costs approach in spatial forest planning. Submitted manuscript.

Strange, N., Meilby, H. & Thorsen, J. T. 2002. Optimizing land use in afforestation areas using evolutionary selforganization. *Forest Science* 48(3): 543-555.



Metsätieteellinen
tiedekunta

