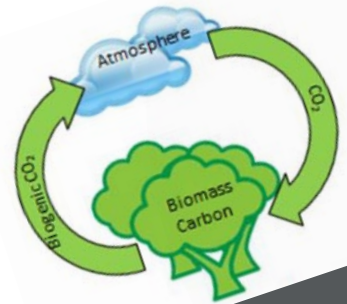


Jatkuvapeitteinen kasvatusturvemailla – taloutta ja hiilensidontaa

Esitelmässä tarkastellaan kahden tutkimuksen tuloksia

- Juutinen, A., Shanin, V., Ahtikoski, A., Rämö, J., Mäkipää, R., Laiho, R., Sarkkola, S., Lauren, A., Penttilä, T., Hökkä, H. and Saarinen, M. **2021**. Profitability of continuous cover forestry in Norway spruce-dominated peatland forest and the role of water table. *Canadian Journal of Forest Research*. 10.1139/cjfr-2020-0305 **(I)**: puuntuotannon kannattavuus / DIAT 2-7
- Ahtikoski, A., Rämö, J., Juutinen, A., Shanin, V. and Mäkipää, R. **2022**. Continuous cover forestry (CCF) and costs of carbon abatement on mineral soils and peatlands. *Frontiers in Environmental Science (Environ. Econ. & Manage.)*.10.3389/fenvs.2022.837878 **(II)** :hiilensidonnann kustannustehokkuus / DIAT 8-13



Kunnostusojitus, pohjavedenpinta, puuston kasvu ja ympäristön haitat

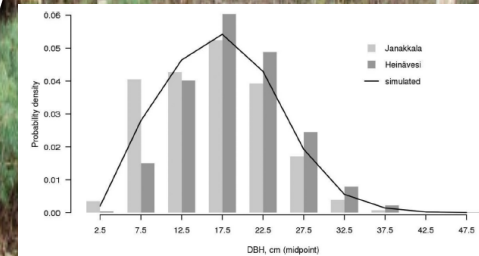
Lähtökohtaisesti voimme sanoa:

- 1) Kunnostusojituksella manipuloidaan pohjaveden pintaa, jotta puuston kasvu paranee, mutta samalla
- 2) aiheutetaan ympäristöhaittoja (lähinnä vesistöt)

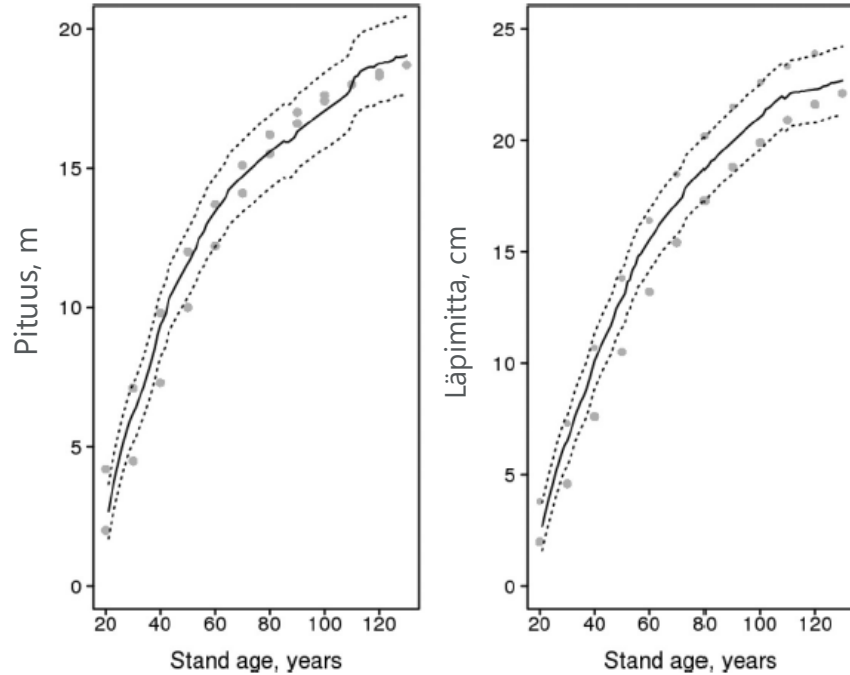
→ Voidaanko kunnostusojitus välttää ilman suurempia puuntuotannon tulonmenetyksiä ?

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus - ratkaisu ongelmaan (I)?

- Lähtöpuusto muodostettiin kahdesta olemassa olevasta ja mitatusta puustosta: Heinävesi: Mtkg I ja Janakkala Rhtkg
- Konstruoimalla molempien metsiköiden puustotunnuksia saatiin muodostettua lähtötilanne: 1 212 runkoa/ha, ppa 24.6 m²/ha, keskiläpimitta 13.5 cm, keskipituus 12.9 m
- Puuston kehityssennusteet simuloitiin EFIMOD-ohjelmistolla, jossa puiden tilajärjestys (spatiaalisuus) vaikuttaa kasvuennusteisiin
- Kasvumallit ottivat huomioon pohjavedenpinnan vaihtelun suhteessa loppukesän ajan haihduntaan - mallissa mukana ojien etäisyydet, puuston tilavuus, kesäkuukausittainen sadanta
- Lisäksi malleihin sisällytetty ojien madaltuminen (erosio ja umpeenkasvu) ajan funktiona
- Puuston kasvuille haitallinen pohjavedenpinnan (pvp) tasoksi määritettiin - 35 cm (jos pvp > - 35 cm → puuston kasvu hidastuu)

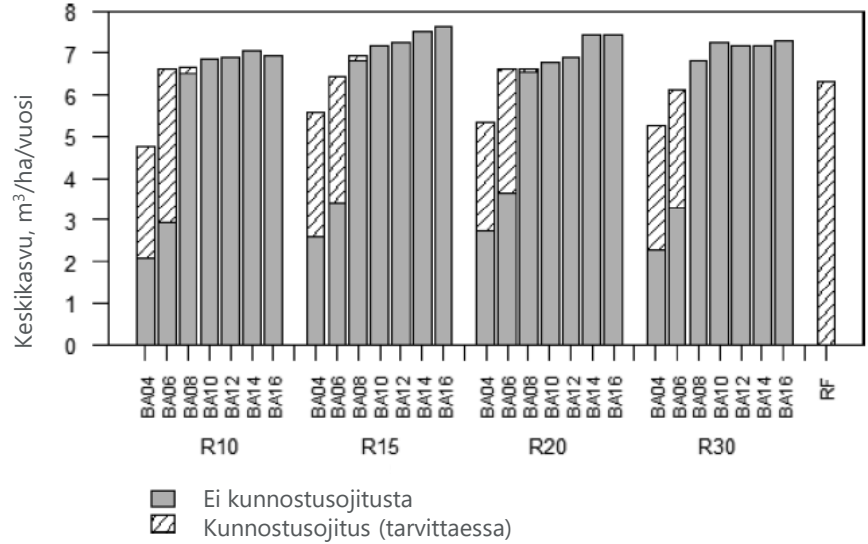


Puuston kehitysennusteet (EFIMOD)



Harmaat pisteet: kasvu- ja tuotostaulukot
 Yhtenäinen viiva: malliennuste
 Katkoviiva: luottamusväli (95%)

Juutinen et al. 2021



Tukkiprocentti: 58%-83%

Jaksollinen kasvatus (MOTTIsimulaattori)
 Janakkala, Mtkg: 8.5 m³/ha/a (71% tukkia)

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus

– ratkaisu ongelmaan (I)?

- Perusidea on, että jatkuvapeitteisessä metsänkasvatuksessa puustopääoma pitää yllä riittävän haihdunnan tason ja täten pohjavedenpinnan riittävän alhaalla (< -35 cm) → tällöin (kunnostus)ojitusta ei tarvita
- Tässä työssä simuloitiin vaihtoehtoisia jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen käsittelyitä vaihdellen hakkuusykliä ja hakkuuvoimakkuutta (yht. 28 vaihtoehtoa)

ppa hakkuun
jälkeen, m²/ha

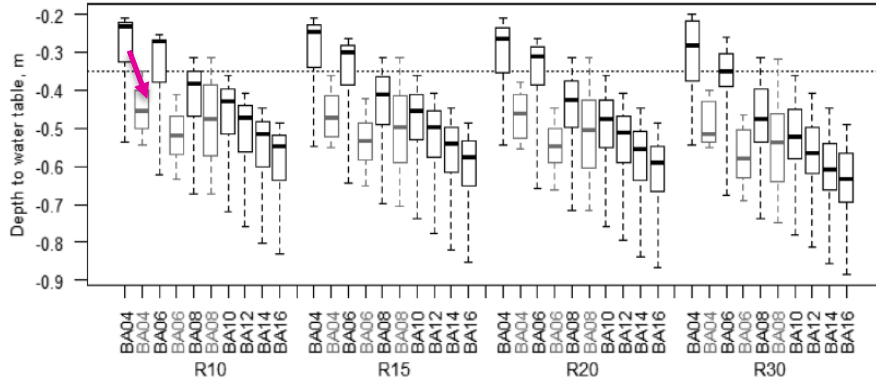
R30	04	06	08	10	12	14	16
R20	04	06	08	10	12	14	16
R15	04	06	08	10	12	14	16
R10	04	06	08	10	12	14	16

Hakkuusykli, vuosina

Juutinen et al. 2021

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus – ratkaisu ongelmaan (I) ?

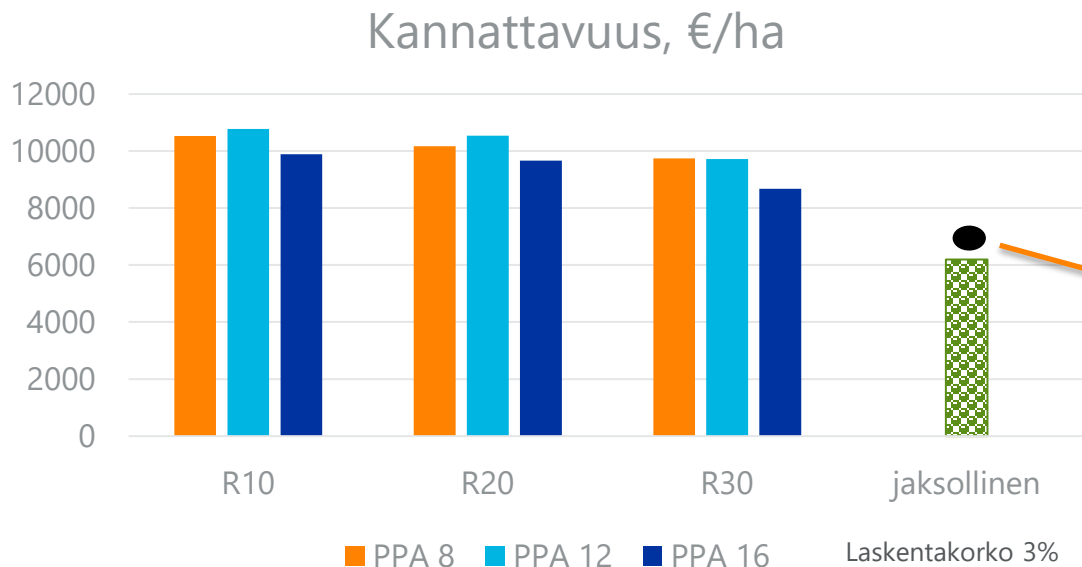
Pohjavedenpinnan vaihtelu



Kun pohjapinta-ala => 10 m²/ha, ei tarvetta kunnostusojitukselle

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus – ratkaisu ongelmaan (I)?

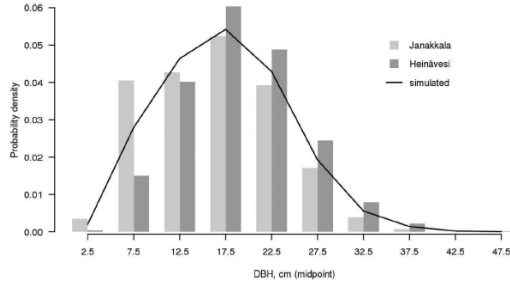
- Taloustulokset, tiivistetysti



MtkgII	Ajoitus, v	Tukki, m ³	Kuitu, m ³
taimhoito	11		
kunn.ojitus	41		
ensiharv	41	22	89.6
harvennus	56	71.8	50.7
päätehakkuu	79	380.5	58.3
MAI		8.5 m ³ /ha/v	

Hiilensidonnan kustannustehokkuus jatkuvapeitteisessä metsänkasvatuksessa (II)

Sama lähtöpuusto kuin *Juutinen ym. 2021* julkaisussa



1 212 runkoa/ha
PPA 24.6 m²/ha
keskipituus 12.9 m
Keskiläpimitta 13.5 cm
89% kuusi, 11% koivu

Harvennusvoimakkuus (pohjapinta-ala hakkuun jälkeen)
4,6,...,16 m²/ha / hakkuusyklin pituus 10,15,20 ja 30 vuotta

Ahtikoski ym. 2022

Hiilen määrä

TABLE 1 | Average stand and soil carbon storage (t C) of each scenario on mineral soil. Stand carbon storage is the first number and soil the latter. Harvest interval, HI (in years) in rows, post-harvest basal area, BA ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) in columns. The highest combined carbon storage presented in bold.

HI \ BA	4	6	8	10	12	14	16
30	38 + 61	45 + 68	51 + 75	58 + 84	66 + 89	73 + 94	78 + 101
20	32 + 56	38 + 61	44 + 67	50 + 77	55 + 86	63 + 92	70 + 98
15	27 + 52	32 + 57	38 + 62	43 + 72	50 + 81	56 + 89	60 + 95
10	21 + 51	28 + 56	33 + 61	38 + 70	44 + 80	49 + 86	57 + 92

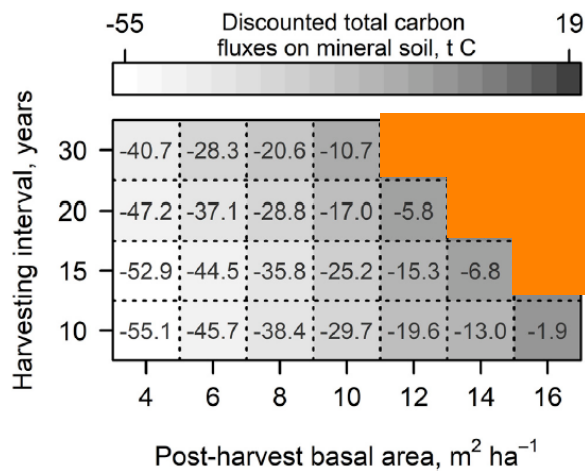
TABLE 2 | Average stand and soil carbon storage (t C) of each scenario on peatland. Stand carbon storage is the first number and soil the latter. Harvest interval, HI (in years) in rows, post-harvest basal area, BA ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) in columns. The highest combined carbon storage presented in bold.

HI \ BA	4	6	8	10	12	14	16
30	31 + 1,413	42 + 1,432	53 + 1,457	63 + 1,474	70 + 1,462	77 + 1,464	83 + 1,459
20	23 + 1,423	34 + 1,434	42 + 1,458	50 + 1,466	57 + 1,464	65 + 1,459	72 + 1,463
15	20 + 1,409	29 + 1,432	38 + 1,461	46 + 1,474	53 + 1,478	61 + 1,463	68 + 1,472
10	14 + 1,411	25 + 1,428	33 + 1,466	40 + 1,484	47 + 1,465	54 + 1,473	61 + 1,463

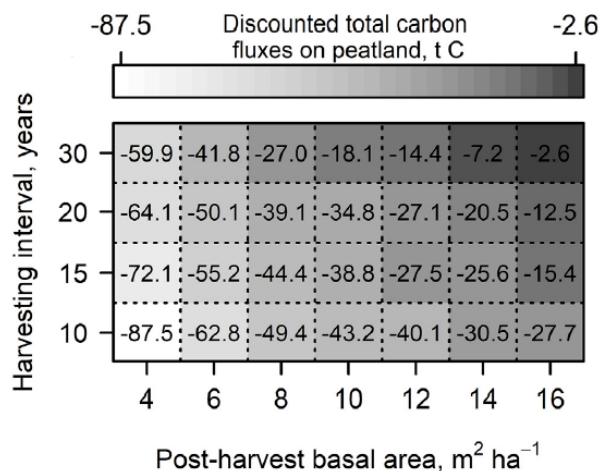
Tutkimuskysymys: Onko hiilensidonnan kustannustehokkuudessa eroja turvemaiden ja kivennäismaiden välillä - kun harjoitetaan jatkuvapeitteistä metsänkasvatusta ?

$$NPV = \sum_{t=0}^T b^t p_c \Delta C_t \rightarrow NPV = p_c \underbrace{\sum_{t=0}^T b^t \Delta C_t}_{\text{Discounted carbon}}$$

b = discount factor
 p_c = carbon price
 ΔC_t = change in carbon stock at time t



Kivennäismaa

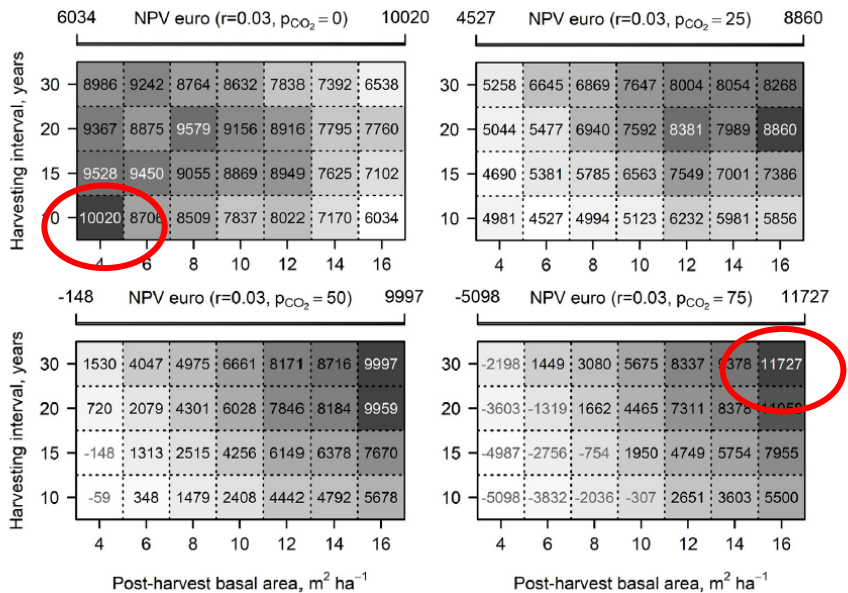


Turvemaa

Ahtikoski ym. 2022

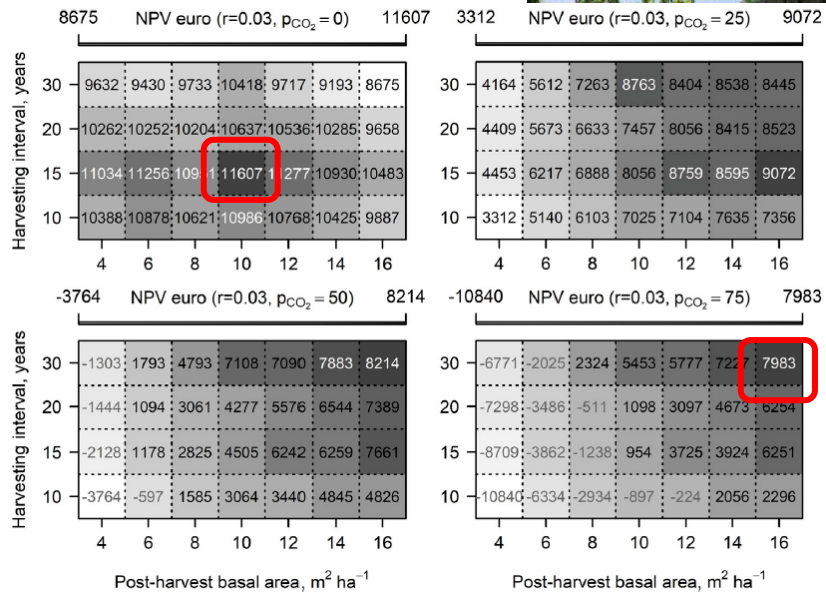
[Diskontattu hiili on hiilitulojen nettonykyarvo jaettuna hiilen hinnalla, laskentakorko 3%]

Taloustulokset



Kivennäismaa

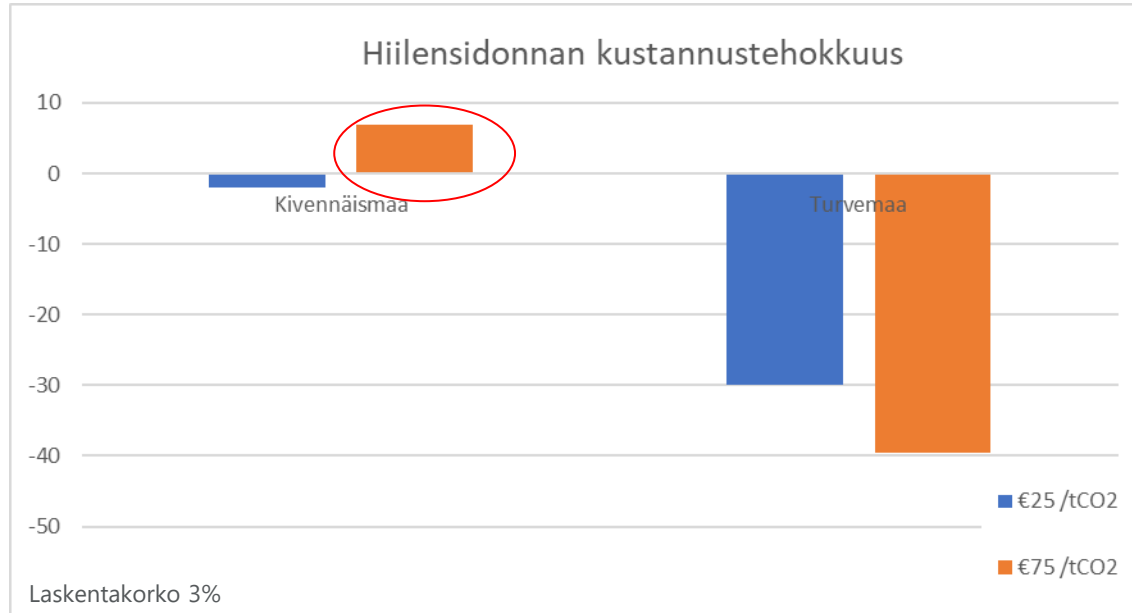
Ahtikoski ym. 2022



Turvemaa

Mitä maksaa hiilensidonta ?

Mikä on kustannus yhdestä lisähiilidioksiditonnista ?



Kun hiilestä maksetaan enemmän, muodostuu kivennäismailla tilanteita, joissa yhtä ylimääräistä sidottua hiilidioksiditonna kohden muodostuukin win-win. Toisin sanoen, hiiltä sidotaan enemmän kuin tilanteessa jossa hiilestä ei maksettaisi mitään ja samanaikaisesti metsänomistajan taloustulos paranee !

Tulosten tarkastelua

Tulokset ehdollisia lähtöpuustolle – lähtöpuusto valmiiksi varsin otollinen jatkuvapeitteiseen metsänkasvatukseen (Juutinen ym. 2021)

Turvemaalla lähtötilanne ongelmallinen hiilensidonnasta näkökulmasta: heti alussa tehdään voimakas hakkuu (jossa metsä hakataan sovittuun pohjapinta-alaan; 4-16 m²/ha), mikä aikaansaa merkittävän päästölähteen (maaperä), joka puolestaan pienentää taloustulosta - sillä hiilellä on hinta "molempiin suuntiin" (Ahtikoski ym. 2022). ← → jos alkutilana olisikin ollut metsä, jossa ei heti alussa voimakasta hakkuuta ja vedenpinta korkealla, niin tällöin turvemaan metsästä saataisiinkin jopa merkittäviä ilmastohyötyjä vältettyjen päästöjen kautta (lisäisyysperiaate)

Onko tutkimusten puuston lähtötilanne relevantti käytännön näkökulmasta ?

→ Metsätilastojen (mm. VMI12) mukaan vastaavia metsiköitä on Suomessa yhteensä kymmeniä tuhansia hehtaareita kivennäis- ja turvemailla

Avoimia kysymyksiä/jatkonäkymiä:

- 1) Kuinka hyvin lopulta taimettuminen onnistuu, kun pohjapinta-ala 14-16 m²/ha ?
- 2) Tarkastelut ulotettava erilaisille lähtötilanteille ja eri osiin Suomea
- 3) Riskien tarkastelu mukaan taloustarkasteluihin