



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

SIMO-seminaari

23.3.2007

Helsinki





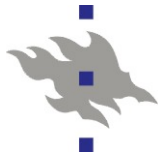
Ohjelma

- Tässä ollaan nyt: SIMO-demo
- Kahvi
- Jotain erilaistakin: Tapion Suokanta
- Jatkokuviot



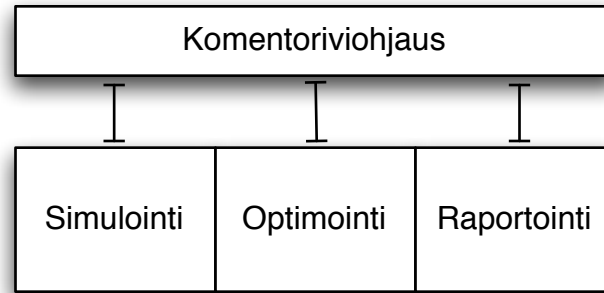
SIMO-demo

- Datana Metsähallituksen “H_alueelta” 240, “T_piiristä” 5, osastosta 181 167 kuviota
- 1. Tiedon lukeminen tekstitiedostoista
- 2. Puuttuvien tietojen täydentäminen ja simulointi
- 3. Optimointi
- 4. Raportointi

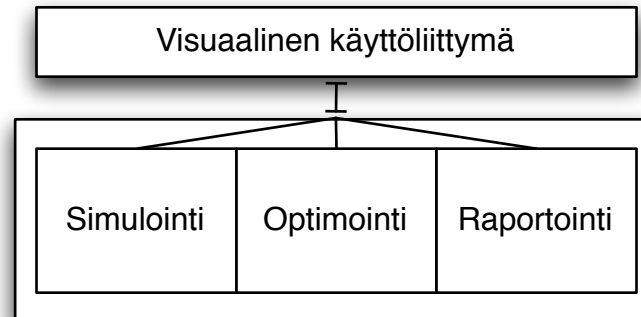


SIMOn rakenteesta

NYT



2008



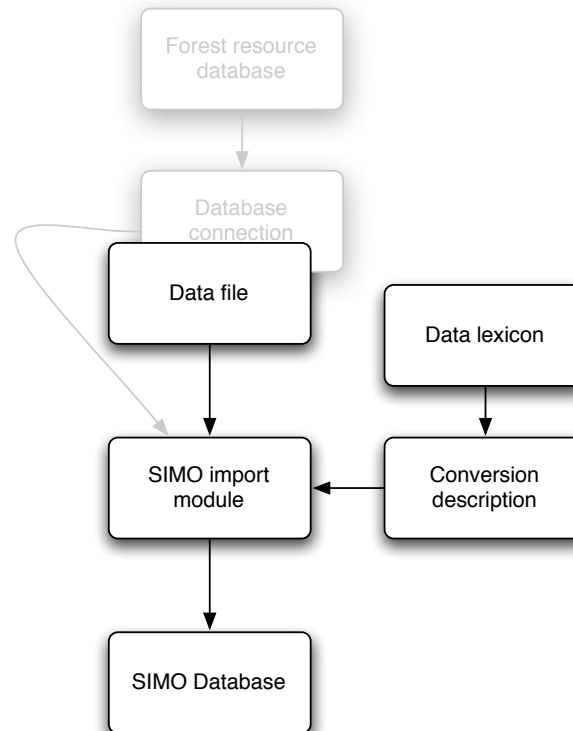


1. Simulointidatan luominen



Tietojen lukeminen tekstitiedostosta: konsepti

- Tekstitiedostosta luetut tiedot muunnetaan ja kirjoitetaan simulointitietokantaan.
- Voitaisiin kytkeytyä myös suoraan metsävaratietokantaan ja siirtää sieltä suoraan tietoa simulointikantaan.





Datan tuonti: aloitus

- Ini-tiedostossa kerrotaan mistä dataa haetaan, minne se kirjoitetaan ja mistä löytyvät muunto-ohjeet:

How From

```
[delimited_import]
```

```
top_level_data_file=/Volumes/simo/dataa/Demoaineistoja/MH/setti_1/kuviot.txt
```

```
sub_level_data_file=/Volumes/simo/dataa/Demoaineistoja/MH/setti_1/puusto.txt
```

```
mapping_definition=/Users/jussi/Data/SIMO/Dev/simoXML/Conversions/MH2SIMO.xml
```

```
database_directory=/simodev/testenv/MH_db
```

```
database_filename=input.db
```

```
data_date=1.1.2007
```

To

```
top_data_level_skip_first_line=True
```

```
#tab as delimiter is given as \t
```

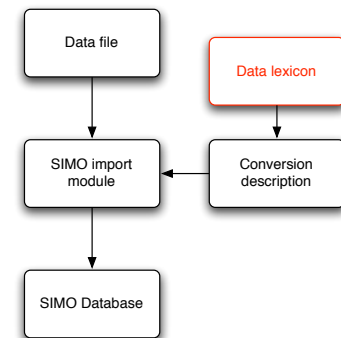
```
top_data_level_delimiter=\t
```

```
sub_data_level_skip_first_line=True
```

```
sub_data_level_delimiter=\t
```



Tietojen muunto



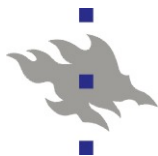
- SIMOn sanasto muodostaa perustan tietojen muunnolle: siinä kerrotaan mitä on olemassa ja miksi sitä kutsutaan

```
<rootlevel>
  <name>comp_unit</name>
  <num_vars> [274 lines]
  <cat_vars> [954 lines]
  <sublevel>
    <name>stratum</name>
    <num_vars> [399 lines]
    <cat_vars> [61 lines]
    <sublevel>
      <name>tree</name>
      <num_vars> [329 lines]
      <cat_vars> [93 lines]
    </sublevel>
  </sublevel>
</rootlevel>
```

Arrows point from the `<sublevel>` tag in the first block to the `<variable>` block on the right, and from the `<name>tree</name>` tag in the second block to the `<variable>` block below.

```
<variable>
  <name>A</name>
  <unit>years</unit>
  <min_value>0</min_value>
  <max_value>350</max_value>
  <description>Stand age at breast height</description>
</variable>
```

```
<variable>
  <name>SP</name>
  <min_value>1</min_value>
  <max_value>9</max_value>
  <description>Categorical variables referring to tree species.</description>
  <values>
    <enum>
      <value>1</value>
      <description>Pinus sylvestris</description>
    </enum>
    <enum>
      <value>2</value>
      <description>Picea abies</description>
    </enum>
    <enum>
      <value>3</value>
      <description>Betula pendula</description>
    </enum>
  </values>
</variable>
```

Tietojen muunto: tietotasot

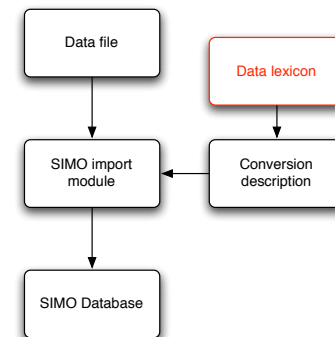
```
<data_levels>
  <level>
    <name>comp_unit</name>
    <link_id_rowpos>1</link_id_rowpos>
    <sublevels>
      <level>
        <name>stratum</name>
        <link_id_rowpos>0</link_id_rowpos>
      </level>
    </sublevels>
  </level>
</data_levels>
```

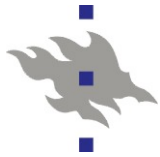
Stand data

"TUNNISTE"	"IDPERKUV"	"H_ALUE"	"T_PIIRI"
"Os.181 Kuv.82 Pr.13"	217065764	240 5	181
"Os.181 Kuv.83 Pr.11"	217065765	240 5	181
"Os.181 Kuv.85 Pr.13"	217065767	240 5	181
"Os.181 Kuv.86 Pr.30"	217065768	240 5	181
"Os.181 Kuv.87 Pr.12"	217065769	240 5	181
"Os.181 Kuv.89 Pr.12"	217065771	240 5	181
"Os.181 Kuv.90 Pr.12"	217065772	240 5	181
"Os.181 Kuv.92 Pr.11"	217065774	240 5	181

Stratum data

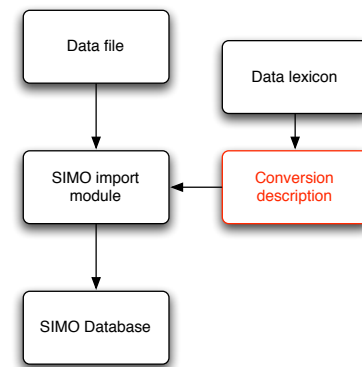
"IDPERKUV"	"OSITE_NO"	"JAKSO"	"PUULAJI"
217065765	1 1 11 1 31	-1	19.0
217065769	1 1 11 1 1	-1	6.0 0.
217065771	1 1 11 1 1	-1	4.0 0.
217065772	1 1 11 1 4	-1	10.0
217065774	2 1 32 1 3	-1	20.0
217065774	1 1 11 1 32	-1	20.0
217065778	2 1 31 1 2	-1	25.0
217065778	3 1 11 1 1	-1	26.0





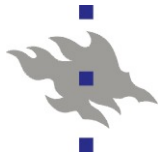
Tietojen muunto: muuttuja- ja arvoparit

■ Numeeriset ja luokkamuuttujat



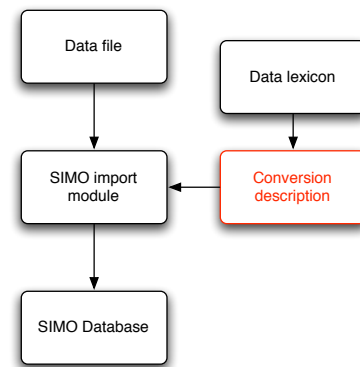
```
<variable>
  <name>
    <from>PINT_ALA</from>
    <to>AREA</to>
  </name>
  <level>comp_unit</level>
  <row_type>1</row_type>
  <row_position>6</row_position>
  <from_datatype>double</from_datatype>
  <numerical>
    <conversion_factor>1</conversion_f
  </numerical>
</variable>
```

```
<variable>
  <name>
    <from>KASV_LK</from>
    <to>SC</to>
  </name>
  <level>comp_unit</level>
  <row_type>1</row_type>
  <row_position>15</row_position>
  <from_datatype>int</from_datatype>
  <categorical>
    <value_mapping>
      <value>
        <from>1</from>
        <to>1</to>
      </value>
      <value>
        <from>2</from>
        <to>2</to>
      </value>
    </value_mapping>
  </categorical>
</variable>
```



Tietojen muunto: muuttuja- ja arvoparit

■ Numeeriset ja luokkamuuttujat



```
<variable>
  <name>
    <from>PINT_ALA</from>
    <to>AREA</to>
  </name>
  <level>comp_unit</level>
  <row_type>1</row_type>
  <row_position>6</row_position>
  <from_datatype>double</from_datatype>
  <numerical>
    <conversion_factor>1</conversion_f
  </numerical>
</variable>
```

```
<variable>
  <name>
    <from>KASV_LK</from>
    <to>SC</to>
  </name>
  <level>comp_unit</level>
  <row_type>1</row_type>
  <row_position>15</row_position>
  <from_datatype>int</from_datatype>
  <categorical>
    <value_mapping>
      <value>
        <from>1</from>
        <to>1</to>
      </value>
      <value>
        <from>2</from>
        <to>2</to>
      </value>
      <value>
        <from>14 15</from>
        <to>4</to>
      </value>
    </value_mapping>
  </categorical>
</variable>
```



2. Puuttuvien tietojen täydentäminen ja simulointi



Malliketjut

- Laskennat kuvataan malliketjuina:
 - Esimerkki 1
 - Esimerkki 2



Nykytilan laskentaketjut

■ Lasketaan vain kerran simuloinnin aluksi:

■ Aineiston täydentäminen

- koordinaatit, korkeus merenpinnasta, lämpösumma, ...

■ Uusien muuttujien laskenta

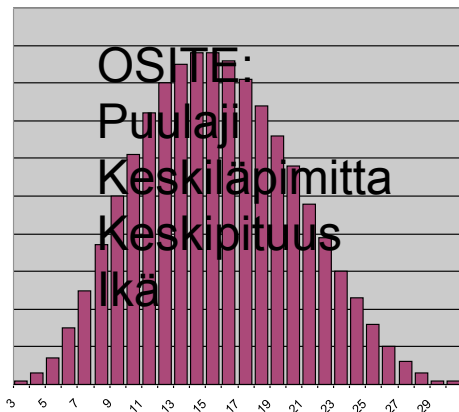
- ikäluokka, valtapituus, ... sekä erilaisia ositteen ja kuvion tilaa kuvaavia tunnuksia (taimikko-osite, kaksijaksoinen kuvio, ...)

■ Jakaumien muodostaminen

- läpimitta- tai pituusjakauma

■ Uusien muuttujien laskenta muodostetuille puille

- pituus, ikä, tilavuus, ...





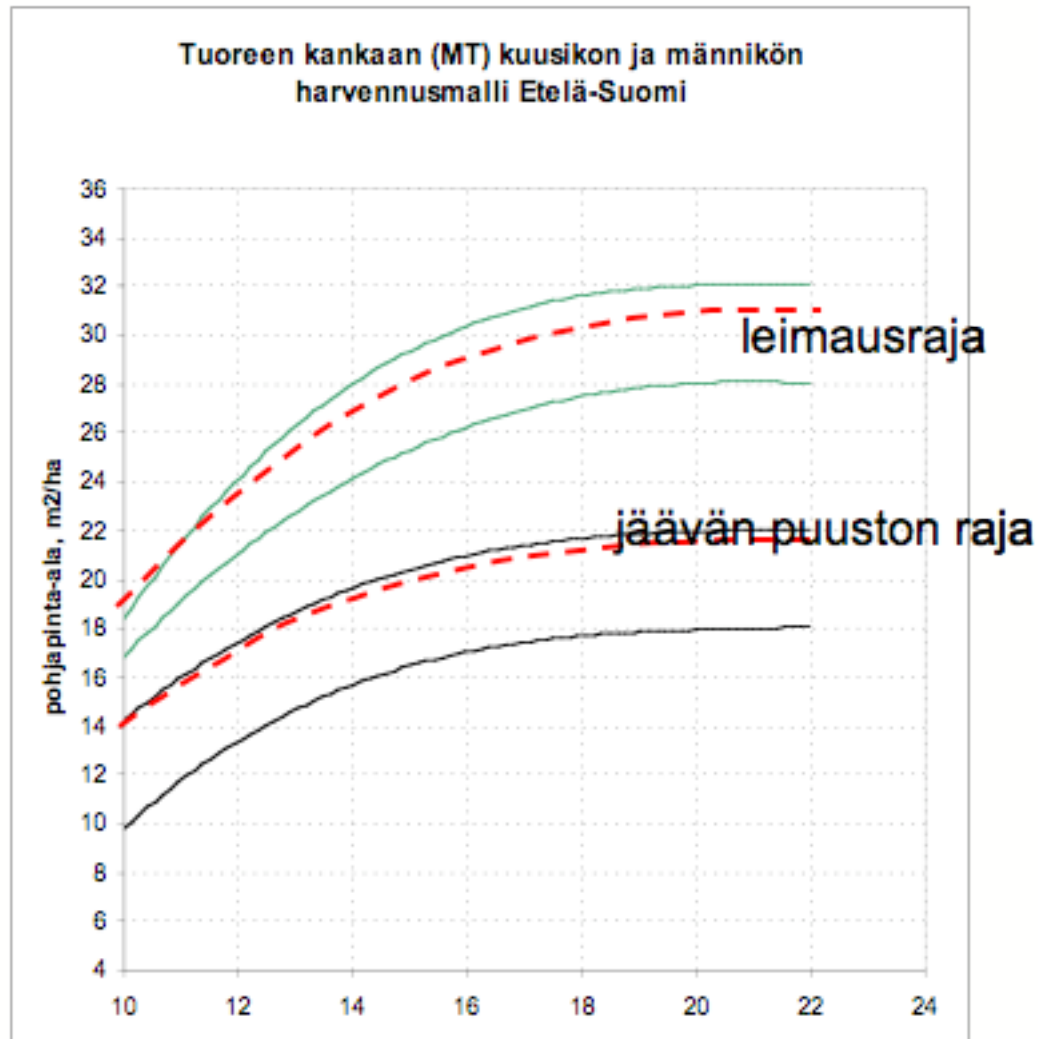
Kasvatus- ja toimenpideketjut

■ Lasketaan jokaisella aika-askeleella:

- Kasvatus, luontainen uudistuminen ja luonnonpoistuma (MELA 2002 -mallit)
- Metsänhoitotoimenpiteet
 - Päätehakkuu (avohakkuu, kaistalehakkuu, siemenpuuhakkuu ja siemenpuiden poisto)
 - Harvennushakkuu (ensiharvennus, muu harvennus)
 - Uudistaminen (istutus, luontainen uudistaminen)
 - Uudistusalueen valmistus (maanmuokkaus, bioenergia)
 - Taimikonhoito
 - Harvennusta tai uudistushakkuuta edeltävä raivaus



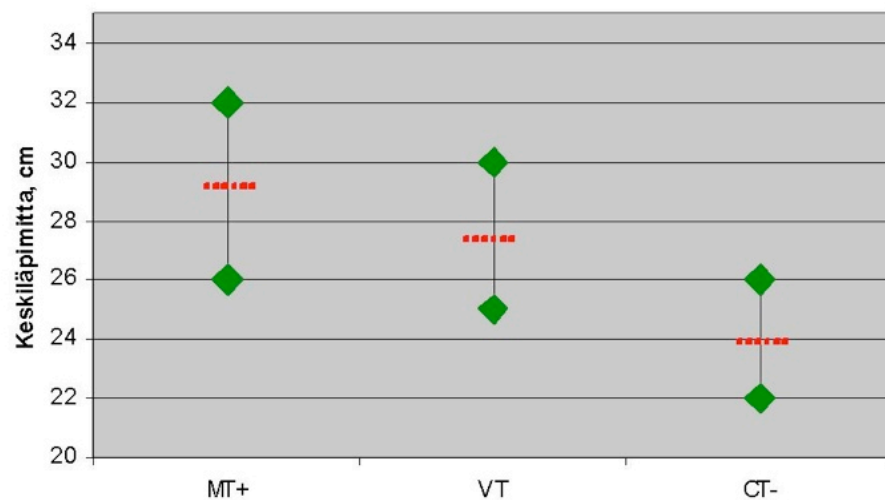
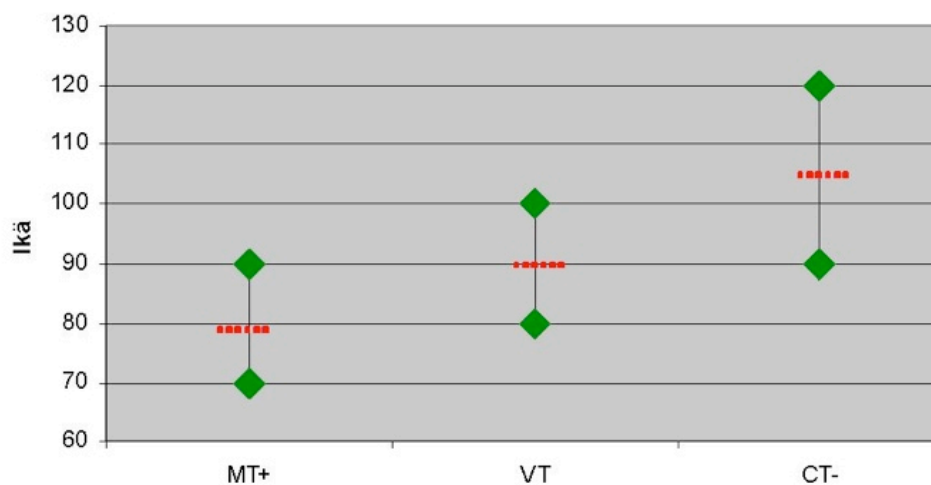
Harvennukset





Uudistamiskriteerit

■ Esim. männyn E-S:n keskimääräiset uudistamisrajat



Toimenpidesäännöt

Pää-ryhmä	Ala-ryhmä	Kasvupaikka-luokka	Pääpuulaji	Uudistushakkuutapa	Harvennusten ajoitus ja määrä <i>pääasiassa Tapion mallien mukaan</i>
metsä-maa	kivennäis-maa	lehto ja lehtomainen kangas (OMaT, OMT)	kuusi (+ mänty)	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle	-ensiharvennus 13,5 m valtapituudessa - 2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			lehtipuut	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle	- puhtaissa rauduskoivikoissa ensiharvennus 14,5 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
		tuore kangas (MT)	mänty	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle	- ensiharvennus 13,5 m valtapituudessa -2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			kuusi	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle	- ensiharvennus 13,5 m valtapituudessa -2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			lehtipuut	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle	- puhtaissa rauduskoivikoissa ensiharvennus 14,5 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
		kuivahko kangas (VT)	mänty (+ kuusi)	siemenpuuhakkuu	- ensiharvennus 12,5 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 15 vuotta
		kuiva ja karukkokangas (CT, CIT)	mänty	siemenpuuhakkuu	- ensiharvennus 12,5 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 15 vuotta

Pää-ryhmä	Ala-ryhmä	Kasvupaikka-luokka	Pääpuulaji	Uudistushakkuutapa	Harvennusten ajoitus ja määrä <i>pääasiassa Tapion mallien mukaan</i>
metsä-maa	Turve-maa	lehto ja lehtomainen kangas (OMaT, OMT)	kuusi (+ mänty)	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle (66 %) tai kaistalehakkuu (33 %)	-ensiharvennus 13 m valtapituudessa - 2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			lehtipuut	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle (66 %) tai kaistalehakkuu (33 %)	- puhtaissa rauduskoivikoissa ensiharvennus 13 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
		tuore kangas (MT)	mänty	siemenpuuhakkuu (räme) tai avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle (korpi)	- ensiharvennus 13 m valtapituudessa -2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			kuusi	avohakkuu ja uudistus istuttaen kuuselle (66 %) tai kaistalehakkuu (33 %)	- ensiharvennus 13 m valtapituudessa -2-3 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
			lehtipuut		- puhtaissa rauduskoivikoissa ensiharvennus 13 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 10 vuotta
		kuivahko kangas (VT)	mänty (+ kuusi)	siemenpuuhakkuu	- ensiharvennus 12 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 15 vuotta
		kuiva ja karukkokangas (CT, CIT)	mänty	siemenpuuhakkuu	- ensiharvennus 12 m valtapituudessa -2 harvennusta -edellisestä harvennuksesta väh. 15 vuotta
				ei uudistushakkuuta	harventaa, jos harvennusraja jostain syystä saavuttaa harvennusrajan



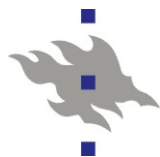
Hakkuiden parametreja ja rajoitteita

- Vain mänty kelpaa siemenpuuksi. Jätetään noin 50 valtapuuta /ha
- Siemenpuut poistetaan 5 vuoden kuluttua uudistushakkuusta
- Säästöpuiksi jätetään ensisijaisesti lehtipuita noin 10 kpl/ha
- Tukkipuhennys juurikäypäalueella (Kymenlaakso, Uusimaa) kuuselle 15 %, muualla 8 %. Männyllä 10 % ja koivulla 15 %.



Lisää rajoitteita ja parametreja

- Ajouraväli on 20 m, ajouran leveys 4 m
- Ensiharvennuksen jälkeen runkoluku on oltava vähintään 800 kpl/ha
- Kasvatusharvennuksen jälkeen runkoluku on oltava väh. 350 kpl/ha
- Harvennuksessa pohjapinta-alan pudotus saa olla maksimissaan 40 % puuston ppa:sta
- Harvennuksen minimikertymä on 40 m³/ha



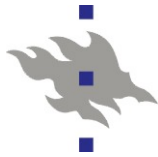
Puutavaralajit

Puutavaralajien yksikköhinnat, €/m³

Puulaji	Avohakkuu		Kasvatusharvennus		Ensiharvennus	
	Tukki	Kuitu	Tukki	Kuitu	Tukki	Kuitu
Mänty	55	17	50	13	40	11
Kuusi	55	25	50	21	42	19
Koivu	43	15	38	11	35	10
Muu puulaji	-	10	-	8	-	7

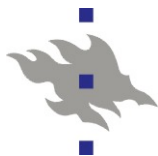
Puutavaralajien mitat

Puulaji	Tukki		Kuitu	
	läpimitta, cm	pituus, dm	läpimitta, cm	pituus, dm
Mänty	16 -	37-61	7 -	30 - 50
Kuusi	15 -	37-61	7 -	30 - 50
Koivu	18 -	37-52	7 -	30 - 50
Muu puulaji	-	-	7 -	30 - 50



Uudistaminen kivennäismaalla

Ala-ryhmä	Kasvupaikka-luokka	Uudistamispuu-laji	Uudistamis-menetelmä	Energiapuun korjuu uudistamisen yhteydessä	Maanmuokkausmenetelmä	Taimikon varhaishoito	Taimikon perkaus ja harvennus
kivennäis-maa	lehto ja lehtomainen kangas (OMaT, OMT)	kuusi	istutus, pottitaimet	kannonnosto 80 %:lla kohteista	kaivurilaikutus	-1/3 kannonnos-tokohteista raivataan -keskipit 1,5-3 m	-2 taimikonhoito-kertaa -keskipit 3-6 m
	tuore kangas (MT)	kuusi	istutus, pottitaimet	kannonnosto 80 %:lla kohteista	kaivurilaikutus	-1/3 kannonnos-tokohteista raivataan -keskipit 1,5-3 m	-2 taimikonhoito-kertaa -keskipit 3-6 m
	kuivahko kangas (VT)	mänty	luontainen uudistaminen	ei	äestys	-	-1-2 taimikonhoito-kertaa -keskipit 5-7 m
	kuiva ja karukkokangas (CT, CIT)	mänty	luontainen uudistaminen	ei	äestys	-	-1 taimikonhoito-kertaa -keskipit 5-7 m



Uudistaminen turvemaalla

Alaryh- mä	Kasvupaikka- luokka	Uudista- mispuulaji	Uudista- mismenetel- mä	Energiapuun korjuu uudistamisen yhteydessä	Maanmuokkaus menetelmä	Taimikon varhais- hoito	Taimikon perkaus ja harvennus
Turve- maa	lehto ja lehtomainen kangas (OMaT, OMT)	kuusi	istutus, pottitaimet tai kaistale- hakkuu	ei	-laikkumätästys Jos kaistalehakkuu -laikututus (33 %)	-	-2 taimikonhoito- kertaa -keskipit 3-6 m
	tuore kangas (MT)	kuusi (korpi); Mänty (räme)	istutus, pottitaimet tai kaistale- hakkuu; luontainen uudistami- nen	ei	-laikkumätästys Jos kaistalehakkuu -laikututus (33 %)	-	-2 taimikonhoito- kertaa -keskipit 3-6 m
	kuivahko kangas (VT)	mänty	luontainen uudistamine n	ei	-laikututus (33 %)	-	-1-2 taimikonhoito- kertaa -keskipit 5-7 m
	kuiva ja karukkokanga s (CT, CIT)	mänty	luontainen uudistamine n	ei	-laikututus (33 %)	-	-1 taimikonhoito- kertaa -keskipit 5-7 m



Vaihtoehtoiset kehityskulut: toimenpiteiden ajoitus ja voimakkuus

```
<branching_group name="Final_harvest">
  <branch_task name="clearcut" branching_operations="clearcut">
    <!-- First condition element should include as much expression as possible to pass stands t
    <condition> [89 lines]
    <task name="normal clearcut"> [119 lines]
  </branch_task>
  <branch_task name="seedtree cut" branching_operations="seedtree_position;clearcut">
    <condition> [98 lines]
    <task name="seed tree cut for spruce on peatland - kaistalehakkuu"> [164 lines]
    <task name="clearcut for spruce on peatland stand"> [128 lines]
    <task name="seed tree cut for pine"> [180 lines]
    <task name="clearcut peatland stand, when regenerable is 1 but final cut not yet done (beca
  </branch_task>
  <branch_task name="5 year delayed clearcut" branching_operations="clearcut"> [220 lines]
  <branch_task name="10 year delayed clearcut" branching_operations="clearcut"> [220 lines]
</branching_group>
```



3. Optimointi



Optimointi SIMO:ssa

■ Tavoitteet:

- Kattavat optimointityökalut
- Joustavuus, muokattavuus & laajennettavuus

■ Toteutus:

- Yleinen optimointitehtävän määrittely
- Heuristiset menetelmät
- Lineaarisen optimoinnin menetelmät



Optimointitehtävän määrittely

- XML syntaksi, jolla voidaan määritellä tavoitefunktio ja rajoitteet
- Sama syntaksi sekä lineaariseen optimointiin että heuristisiin menetelmiin
- Tavoitefunktiossa ja rajoitteissa käytettävät muuttujat vapaasti valittavissa
- Käytössä erilaisia tavoitefunktion muotoja



Optimointimenetelmät

■ Lineaarinen optimointi:

- Rajapinta JLP ohjelmistoon / muuhun optimointikirjastoon
- Optimointitehtävän määrittely & datan koostaminen
SIMOssa

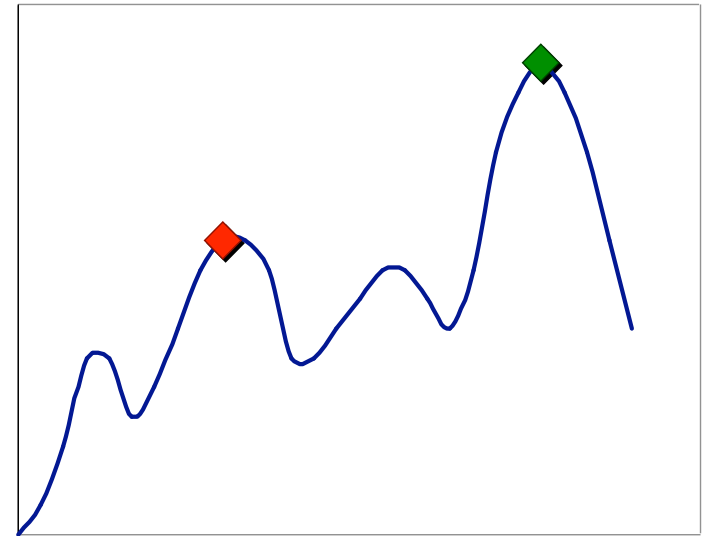
■ Heuristiset menetelmät:

- SIMO:n omat heuristiset algoritmit
- Toteutettuna TabuSearch ja Hero, tulossa mm. Simulated Annealing



Heuristiset menetelmät

- Numeerinen optimointimenetelmä, jolla kyetään löytämään hyvä ratkaisu kohtuullisella laskentakapasiteetilla
- SIMO:ssa voidaan tehokkaasti rajata vaihtoehtoisia metsän käsittelyjä
- Heuristiset menetelmät vaikuttavat lupaavilta useisiin suunnitteluongelmiin





Tavoitefunktiot

- Yleinen additiivinen hyötyfunktio:

$$MAX : U = \sum_{i=1}^I a_i u_i(q_i)$$

- Konjuktiivinen hyötyfunktio:

$$MAX : U_i = \prod_{j=1}^m (u_j(c_{ij}))^{a_j}$$

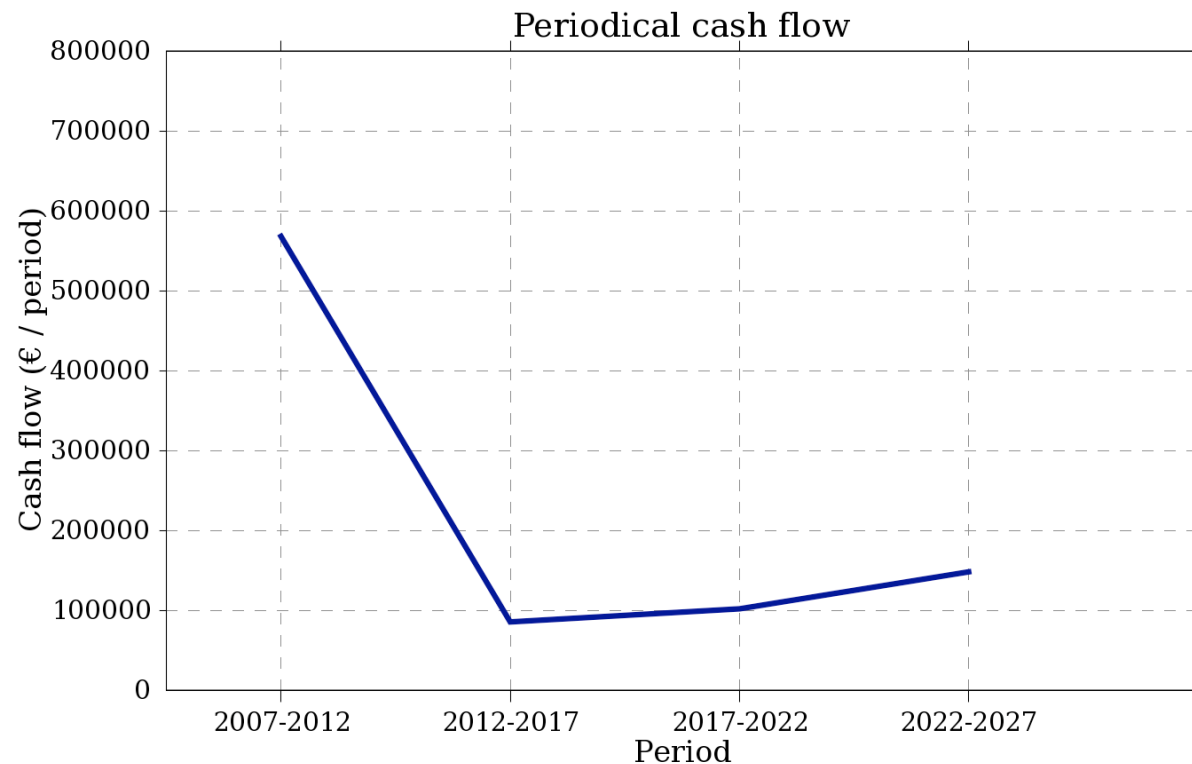
- Etäisyysfunktio:

$$MIN : U_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m a_j^2 (c_j^{opt} - c_{ij})^2}$$



Use case

- Kuvioaineisto 171 kuviota, metsän käsittely tiukasti Tapion suosituksia noudattaen





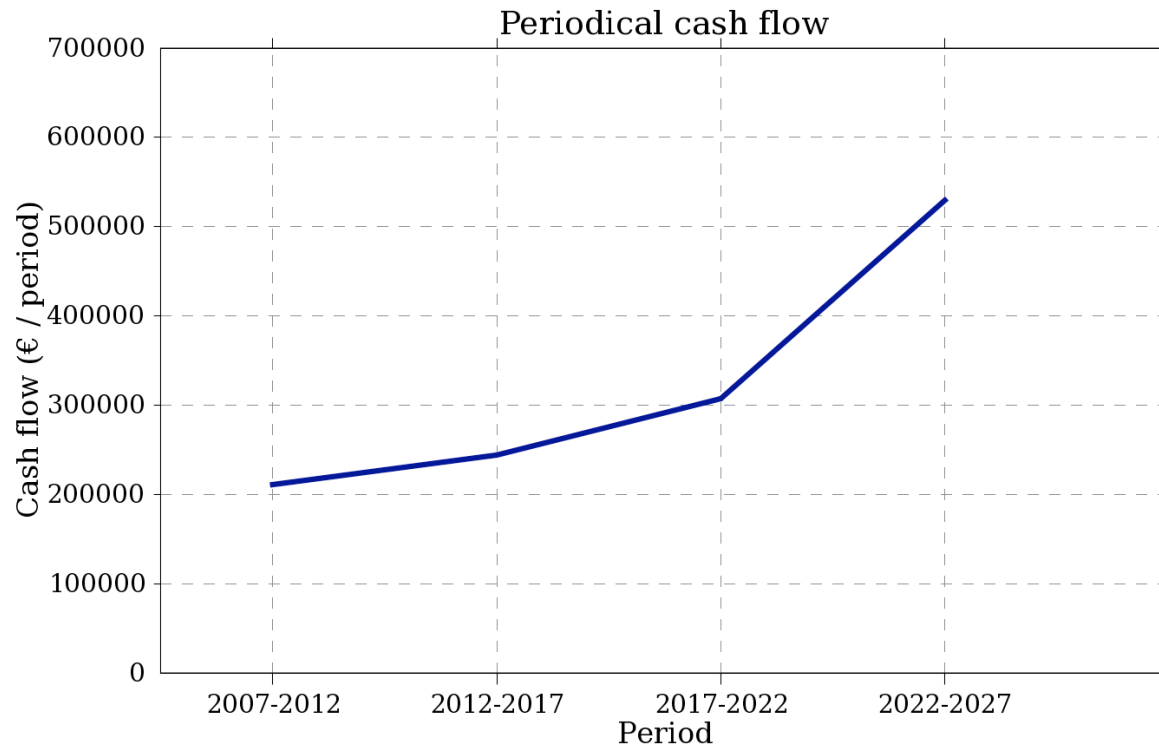
Use case

- Halutaan tarkastella erilaisia käsittelyohjelmia kyseiselle metsätilalle
 - Simuloidaan vaihtoehtoisia käsittelyketjuja (viivästytyt harvennukset ja päätehakkuut, harvennukset eri voimakkuuksilla etc.)
 - Määritellään optimointitehtävä ja haetaan heuristisesti käsittelyketju, joka parhaiten toteuttaa optimointitehtävän



Optimointitehtävä 1

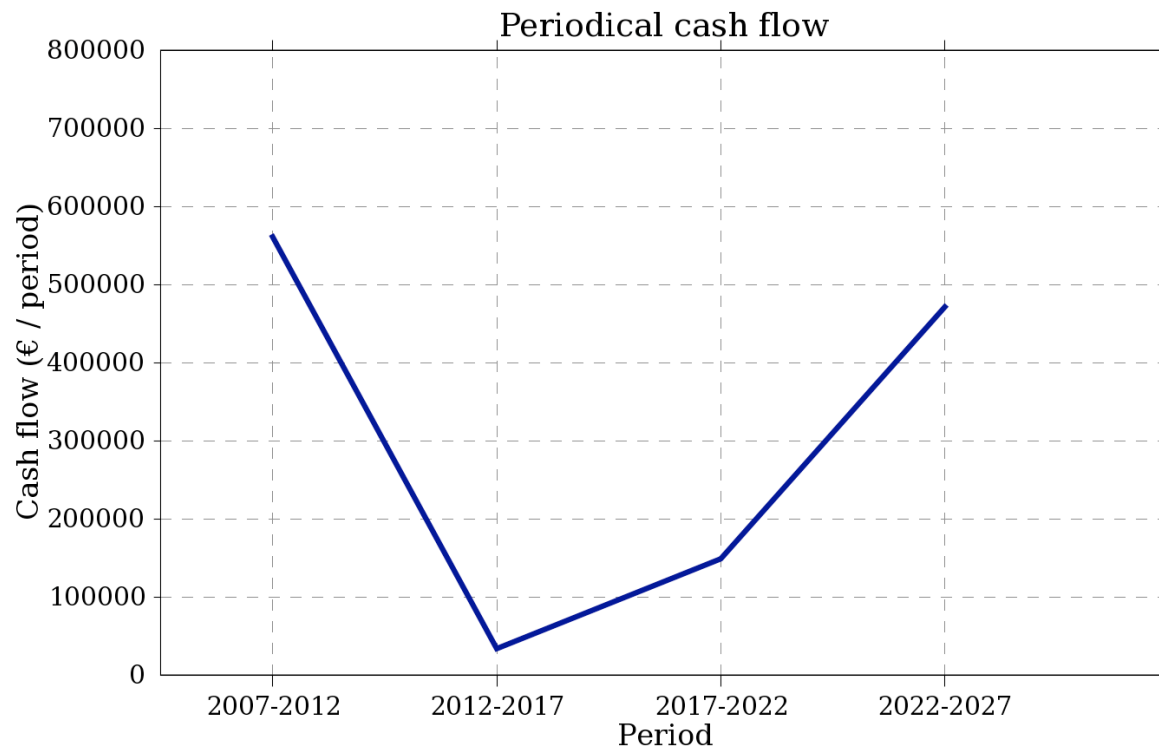
- Maksimoidaan nettotuloja (cashflow) koko tarkastelujaksolla, additiivinen hyötyfunktio





Optimointitehtävä 2

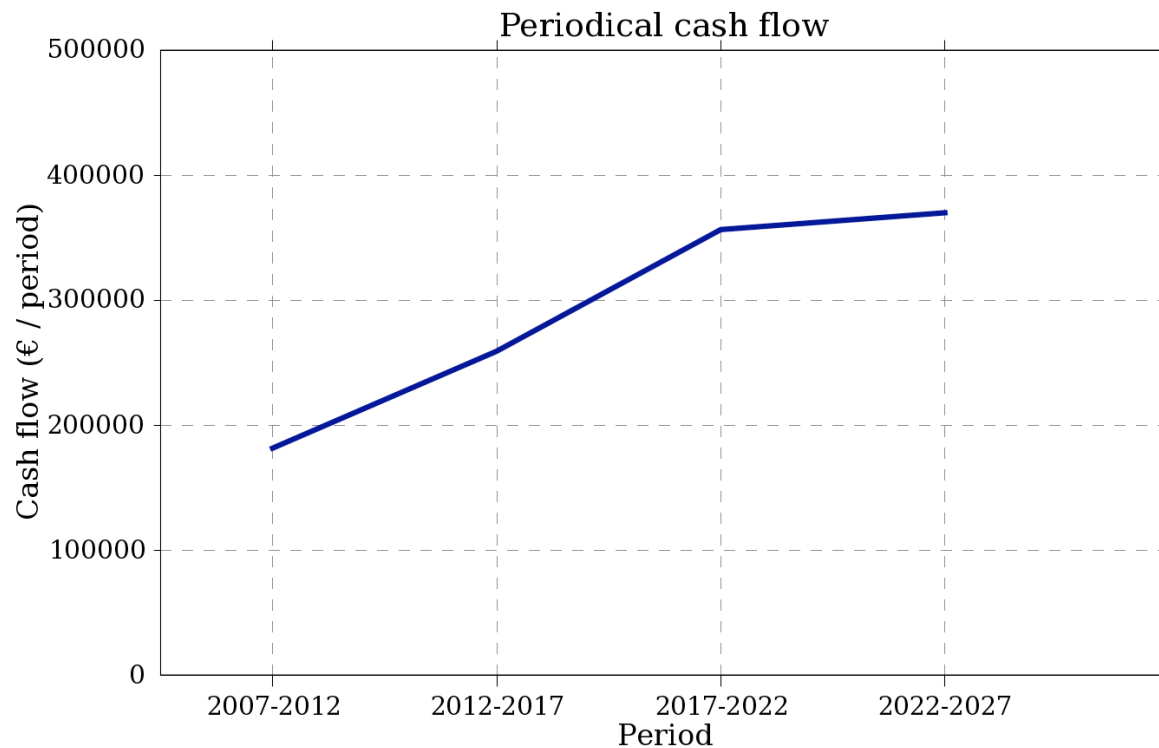
- Maksimoidaan nettotulojen nykyarvoa koko tarkastelujakson aikana, korkokanta 5%, additiivinen hyötyfunktio





Optimointitehtävä 3

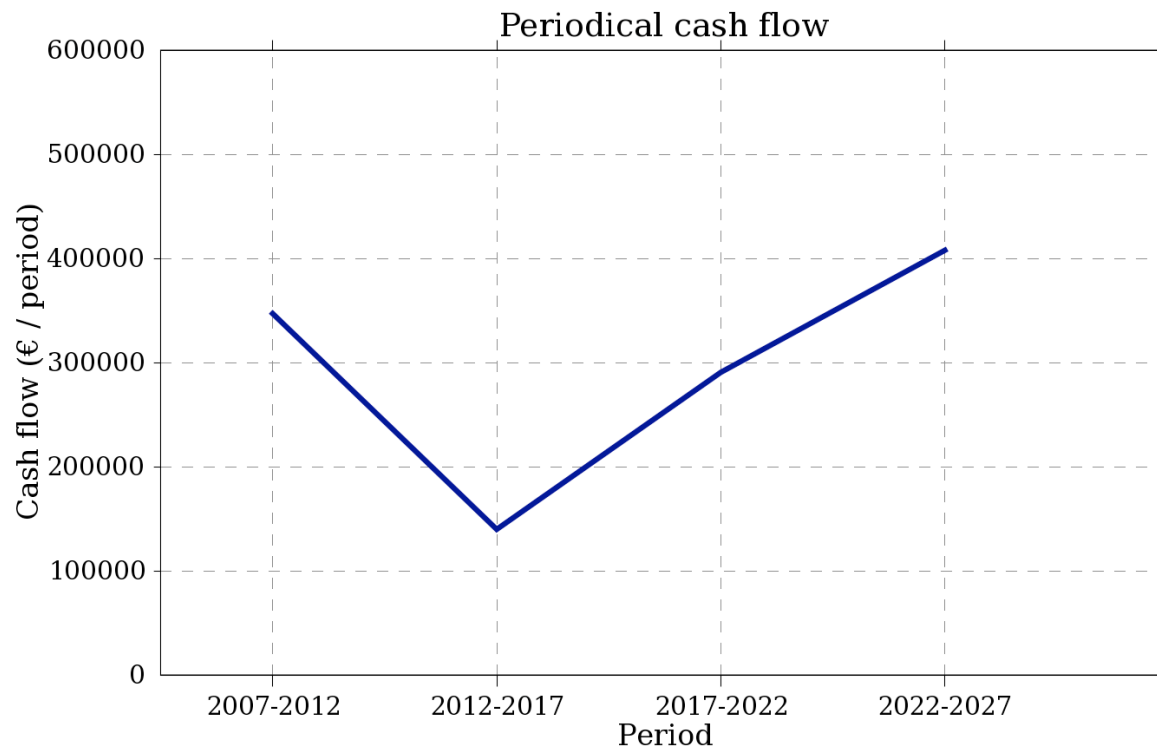
- Maksimoidaan nettotuloja neljän 5-vuotisjakson aikana, konjunkttiivinen hyötyfunktio





Optimointitehtävä 4

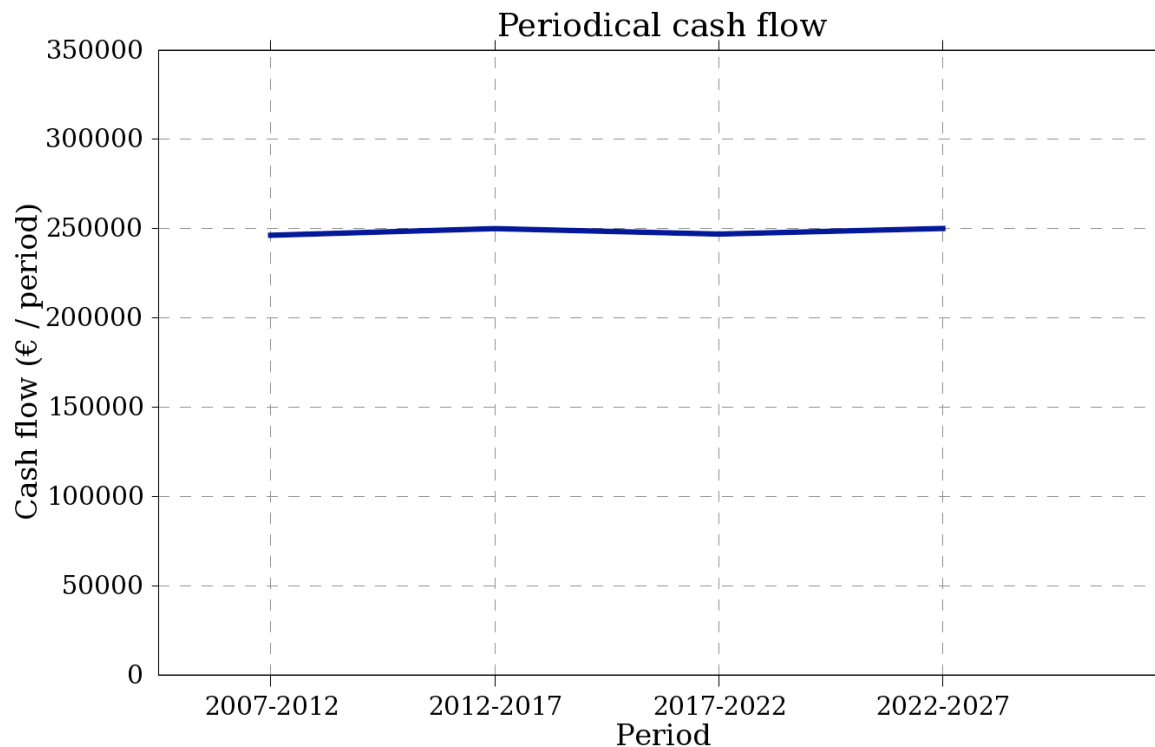
- Maksimoidaan nettotulojen nykyarvoa neljän 5-vuotisjakson aikana, korkokanta 5%, konjunkttiivinen hyötyfunktio





Optimointitehtävä 5

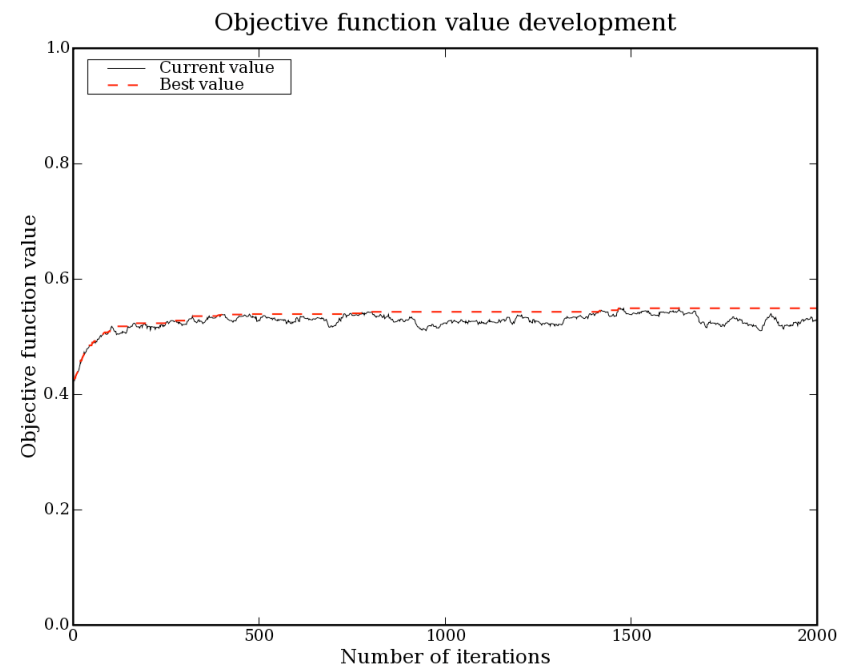
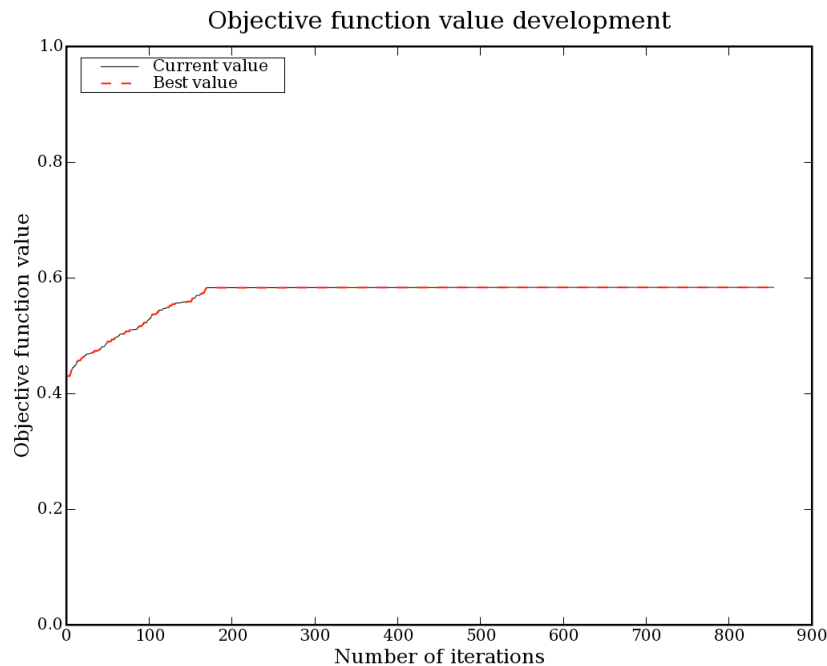
- Määritellään neljälle 5-vuotiskaudelle optimaalinen nettotulojen taso (250 000 €) ja minimoidaan etäisyyttä tälle tasolle





Optimointialgoritmit

- Käytössä TabuSearch ja Hero, joista molemmilla omat vahvuutensa eri tyyppisissä optimointitehtävissä





SIMO optimointi jatkossa

- Lineaarisen optimoinnin testaus käyttäen JLP optimointikirjastoa
- Heurististen menetelmien testaus ja jatkokehitys
- Optimoinnissa käytetty tavoitefunktion muotoilu sekä datan käsittely yhteinen kaikille menetelmille
 - Uusien menetelmien lisääminen suhteellisen vaivatonta



4. Raportointi



Raportin määrittely

- Mille aikajaksoille tulokset lasketaan?
- Millaisia koostetunnuksia niille lasketaan?



Raportin määrittely: ajanjaksot

- Kunkin raportointijakson pituus ja lukumäärä voidaan asettaa:

```
<report_definition xmlns="http://latitude.mmvar.helsinki.  
  <data_levels>comp_unit stratum tree</data_levels>  
  <include_initial_state>false</include_initial_state>  
  <reporting_periods>  
    <period>  
      <length>5</length>  
      <unit>year</unit>  
    </period>  
  </reporting_periods>
```

```
  <reporting_periods>  
    <period>  
      <length>1</length>  
      <unit>year</unit>  
      <times>10</times>  
    </period>  
    <period>  
      <length>5</length>  
      <unit>year</unit>  
    </period>  
  </reporting_periods>
```



Raportin määrittely: muuttujat

```
<reporting_variable>
  <attribute>
    <name>AREA</name>
    <level>comp_unit</level>
  </attribute>
  <grouping_variables>
    <variable>
      <name>MAIN_SP</name>
      <level>comp_unit</level>
    </variable>
    <variable>
      <name>AGE_CLASS</name>
      <level>comp_unit</level>
    </variable>
  </grouping_variables>
  <aggregation>proportion</aggregation>
  <output>
    <chart>
      <on_off>on</on_off>
      <type>clustered_column</type>
      <title>Area by MAIN_SP and AGE_CLASS</title>
      <y_axis_title>AREA</y_axis_title>
      <x_axis_title>Period</x_axis_title>
    </chart>
    <text>
      <on_off>off</on_off>
    </text>
  </output>
</reporting_variable>
```

What is aggregated? —

Under what condition? —

How is it aggregated —

Output —



Lisää muuttujista

```
<reporting_variable>
  <operation_result>
    <name>cash_flow</name>
  </operation_result>
  <grouping_variables>
    <variable>
      <name>operation</name>
      <level>simulation</level>
    </variable>
  </grouping_variables>
  <weighting_variable>
    <name>AREA</name>
    <level>comp_unit</level>
  </weighting_variable>
  <aggregation>sum</aggregation>
  <output>
    <chart>
      <on_off>off</on_off>
      <type></type>
    </chart>
    <text>
      <on_off>on</on_off>
    </text>
  </output>
</reporting_variable>
```

Operation result variables can also be aggregated

Operation can be the grouping variable

```
<reporting_variable>
  <operation_result>
    <name>Volume</name>
    <classified_by>
      <classifier>SP</classifier>
      <classifier>assortment</classifier>
    </classified_by>
  </operation_result>
  <grouping_variables>
    <variable>
      <name>operation</name>
      <level>simulation</level>
    </variable>
  </grouping_variables>
  <weighting_variable>
    <name>AREA</name>
    <level>comp_unit</level>
  </weighting_variable>
  <aggregation>sum</aggregation>
  <output>
    <chart>
      <on_off>off</on_off>
      <type></type>
    </chart>
    <text>
      <on_off>on</on_off>
    </text>
  </output>
</reporting_variable>
```

Operation results may bring their own grouping information along



Koosteraportin tulos

```
sum(cash_flow by AREA)
operation_name;2007-2012;2012-2017;2017-2022;2022-2027;
planting;-6681.0;-331.5;-1823.25;-3009.0
seedtree_position;253668.1;;9221.26;60550.02
clearcut;132182.18;4665.57;24090.35;65014.84
harrowing;-6350.0;;-237.5;-287.5
stumps_and_branches;1342.0;143.0;236.5;1298.0
```



	A	B	C	D	E
1	sum(cash_flow by AREA)				
2	operation_name	2007-2012	2012-2017	2017-2022	2022-2027
3	planting	-6681	-331.5	-1823.25	-3009
4	seedtree_position	253668.1		9221.26	60550.02
5	clearcut	132182.18	4665.57	24090.35	65014.84
6	harrowing	-6350		-237.5	-287.5
7	stumps_and_branches	1342	143	236.5	1298
8	clearing_before_harvest	-1098.63	-376	-1316	-282
9	tending_of_seedling_stand	-17600	-12950	-1225	-5400
10	low_thinning	64497.4	20945.05	26615.79	40522.91
11	remove_seedtrees		123031.22	6038.58	5122.3
12	first_thinning	19867.68	16318.47	15799.35	1028.31
13	mounding	-392		-700	
14	scarification	-2925	-162.5	-268.75	-1925

