

# ELINKAARIARVIOINNIN MENETELMÄKUVAUS JA KEHITTÄMISHAVAINNOT

- **Projektiryhmä**

- menetelmä kehitettiin Puuntuotanto- ja hankintavaiheet metsäntuotteiden elinkaarilaskennassa – projektin yhteydessä, projektipäällikkönä Vesa Imponen ja tutkijana Jouko Örn

- **Rahoittajat**

- A. Ahlström Osakeyhtiö, Koskitukki Oy, Kuhmo Oy, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäteollisuus ry, Pölkky Oy, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj, Vapo Timber Oy ja Visuvesi Oy
- WoodWisdom ja FIBRE -tutkimusohjelmat

- **Kumppanit**

- KCL, Joensuun yliopisto ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

# Projektin tavoite ja tehdyt raportit

- **Tavoite**




- Teollisuuden ja metsätalouden elinkaariarviointi-sovellusten kehittäminen modulaarisiksi ohjelmistokokonaisuudeksi
- Alueellisen ja metsikkökohtaisen tarkastelutavan demonstrointi

- **Raportit**

- Kaila, S. 2000. Can LCA be a tool for developing sustainable forest management? In: HelSIE, Helsinki Symposium on Industrial Ecology and Material Flows. August 30th - September 3rd 2000. Conference Proceedings. University of Jyväskylä. ISBN 951 - 39 - 0783 - X.
- Kaila, S., Imponen, V. & Pitkänen, S. 2001. Integrating forestry into the life cycle assessment (LCA) of forest products. Metsäteho report 116, 1.8.2001.
- Kaila, S. 2001. Metsätalouden integrointi metsäteollisuuden tuotteiden elinkaariarviointiin. Metsätehon raportti 117, 2.8.2001. Lyhennelmä raportista 116 Integrating forestry into the life cycle assessment (LCA) of forest products.
- Imponen, V., Alden, S., Kaila, S., Kellomäki, S., Korpilahti, A., Pennanen, O., Pitkänen, S., Wessman, H., Örn, J., 2001. Puuraaka-aineen tuotanto elinkaarilaskennassa. Metsätehon raportti 119, 6.8.2001.

# PUUHUOLLON YMPÄRISTÖJOHTAMISEN VÄLINEET

## -tutkimuskokonaisuus

Osallistujat	Projektit	Tutkijakuukaudet
    	<b>Monimuotoisuuden mittausosa</b>	<b>9</b>
	<b>Ympäristöjärjestelmäosa</b>	<b>12</b>
	<b>Elinkaarilaskentaosa</b>	<b>18</b>
	<b>Metsikön kehitys ja sen energia-, hiili- ja ravinnetaseet</b>	<b>73</b>
	<b>Yksityismetsätalous elinkaarilaskennassa</b>	<b>9</b>

Toimeksiantajat: metsäteollisuus ja Metsähallitus

Rahoittajat Wood Wisdom FIBRE-ohjelmissa: Tekes, Metsäteollisuus ry ja MTK

## Johtoryhmä / ohjausryhmä

- **Päivi Salpakivi-Salomaa (pj.)** UPM-Kymmene Metsä
- **Jarkko Hukkanen** UPM-Kymmene Painopaperit
- **Veli-Matti Rytkönen** Stora Enso Metsä
- **Janne Soimasuo** Metsäliitto-Yhtymä, Metsämannut Oy
- **Kimmo Lahti-Nuuttila** Metsäliitto-Yhtymä, M-real Oyj
- **Juhani Karjalainen** Metsähallitus
- **Suvi Raivio** Metsäteollisuus ry
- **Petri Heino** Metsäteollisuus ry
- **Christine Hagström-Näsi** Tekes
- **Juha Hakkarainen** MTK
- **Leena Paavilainen** Wood Wisdom -tutkimusohjelma

# Elinkaariarvioinnin kehittämisen tarve

- puuraaka-aineen *tuotannon* kattavia elinkaariarviointeja ei ole ollut
- ISO 14 040: ”... ympäristövaikutuksia tarkastellaan tuotteen koko elinajalta ... raaka-aineen hankinnasta valmistukseen, käyttöön ja loppusijoitukseen”
- **muotoilu jättää ulos raaka-aineen tuottamisen: epätyydyttävää uudistuvaan luonnonvaraan perustuvissa tuotteissa, kun sen hoidolla suuri merkitys !**
- **LCAn kehitystyössä tilanne on yritetty ratkaista kehittämällä vaikutusarviointia: maankäyttö erityiseksi *vaikutuskategorialuokaksi***
- **tuloksena on metsänhoidon ja sen vaikutusten tarkastelun keskiarvoistuminen ja kokonaisuuden epämääräisyys**

# Mitä LCA:sta voitaisiin periaatteessa saada?

**Työkalupakki, jolla tarkastellaan metsäteollisuuden koko tuotantoketjun**

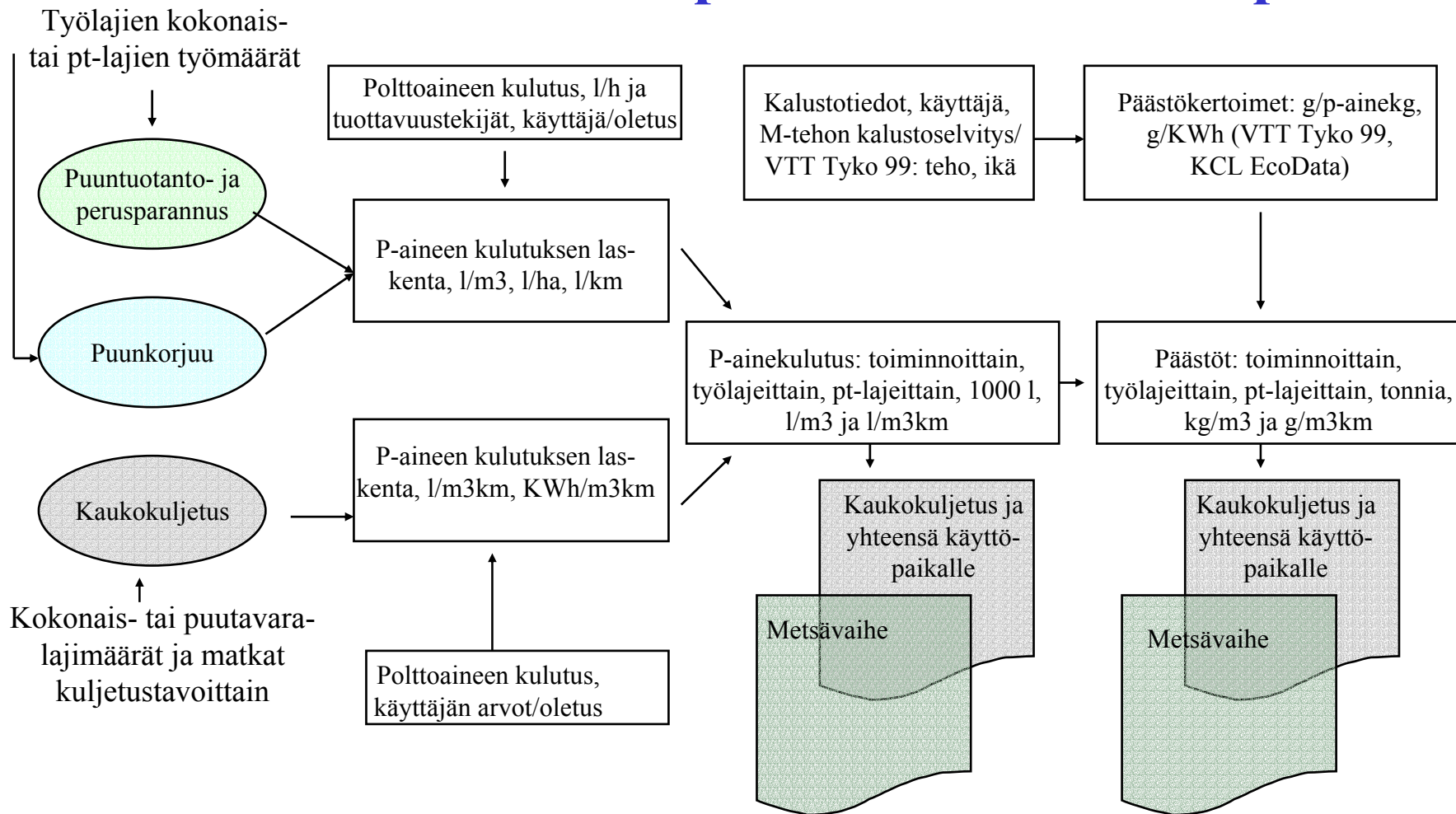
- **aine- ja energiavirtoja**
- **kestävyyttä**
- **biodiversiteettivaikutuksia**

**alkuvaihe mukaan lukien.**

## Metsätalouden elinkaarilaskennan kehittäminen - tulokset

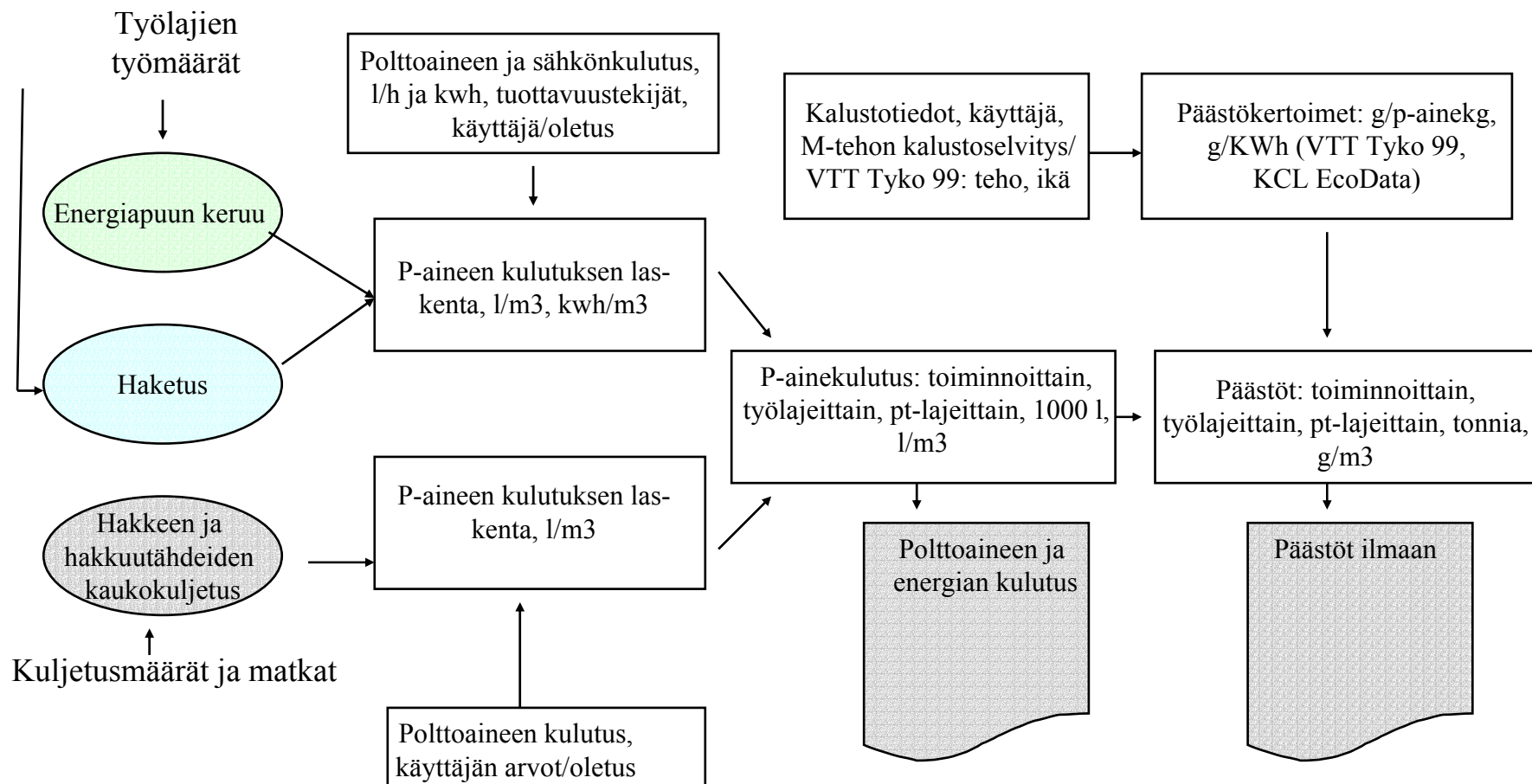
- Sovellus puuntuotannon ja –hankinnan konetöiden päästöjen laskentaan
- Metsätalouden ja teollisuuden LCA –sovellusten välisten rajapintojen määrittely ja testaus
- Menetelmä päästöjen allokointiin tavaralajeille
- Toimenpideketjujen vaikutukset metsiköiden hiilen ja typen kiertoon
- Selvitys metsäsuunnittelujärjestelmän hyödyntämisestä alueellisessa ympäristölaskennassa

# Arviointimenetelmän periaatekaavio: ainespuu





# Arviointimenetelmän periaatekaavio: energiapuu



## Arvioinnin syöttötiedot

- Toimintojen työsuoritteet, tuottavuuteen vaikuttavat olosuhteet, työmenetelmät ja kaluston moottorityyppi-, teho- ja ikäjakautumat.
- Työmäärä- ja olosuhdetietojen oletusarvot ja -jakautumat saadaan Metsätehon metsänhoitotöiden tilastosta sekä korjuu- ja kaukokuljetustilastosta. Tietolähteenä käytetään myös Metlan markkinahakkuu- ja metsänhoitotilastoja.
- Kalustotiedot saadaan Metsätehon kalustotiedustelun perusteella.
- Edellä olevat tiedot voi antaa myös arvioinnin tekijä kokonaan tai osittain. Puuttuvat tiedot korvataan em. oletusarvoilla.

## Arvioitavat työlajit

- **Puuntuotanto- ja perusparannustyöt:** yritysten omien metsien töiden lisäksi voidaan arvioida hankintamäärän suhteessa yksityismetsien maanmuokkaus- ja taimikonhoitotyöt, taimikuljetukset, lannoitteiden levitys, ojitus sekä metsäteiden rakentaminen ja perusparannus kaluston siirtoineen ja työmatkoineen.
- **Puunkorjuu:** hakkuutavoittain ja puutavaralajeittain hakkuu moottorisahalla ja hakkuukoneella, metsäkuljetus, kaluston siirrot ja työmatkat.
- **Kaukokuljetus:** autolla tehtaalle, rautatie-, uitto- ja aluskuljetusketjut autokuljetuksineen.
- **Energiapuun hankinta:** risun keruu ja käsittely, metsäkuljetus, haketus ja risun tai hakkeen kaukokuljetus kaluston siirtoineen ja työmatkoineen hankinta-ketjuissa: haketus palstalla, haketus välivarastolla, paalaus ja haketus käyttöpaikalla, irtorisun kuljetus käyttöpaikalle ja haketus käyttöpaikalla.

## Arviointiperusteet

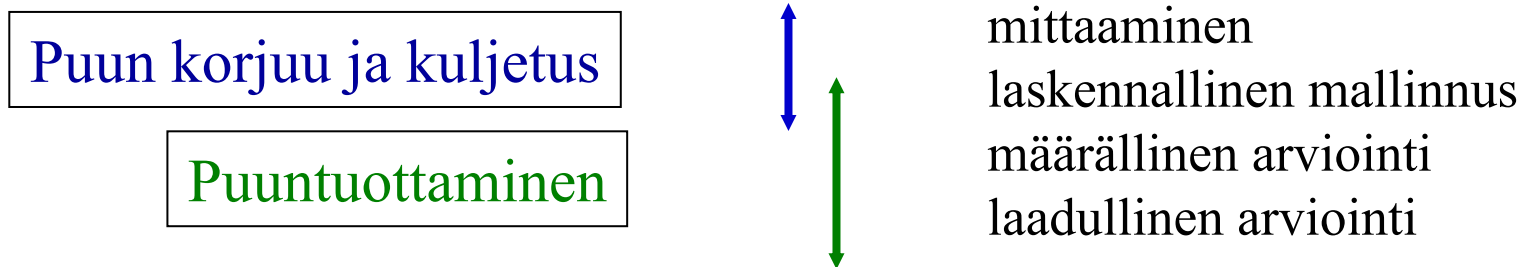
- Poltto- ja käyttöaineiden kulutuksen oletusarvoina käytetään Metsätehon ao. töiden kustannuslaskentamallien arvoja, KCL Ecodatan ja VTT:n Lipaston kulutustietoja. Arvioija voi laatia arvion myös omien kulutuslukujen perusteella.
- Puuntuotanto- ja puunkorjuukaluston päästökertoimina käytetään Kari S.Mäkelän & al. VTT:n Tyko 1999 Työkoneiden päästöt-raportin mukaisia kertoimia.
- Kaukokuljetuksen päästöt lasketaan KCL EcoDatan päästökertoimien perusteella. Puutavara-auton päästöt lasketaan Liikenneministeriön ja Metsätehon suorittamien simulointiajojen tulosten perusteella.

## Arvioinnin tulokset

- Toimintokohtainen energian ja käyttöaineiden kokonais- ja yksikkökulutukset ja päästöt lähinnä ympäristöraportointia varten.
- Toiminto- ja osatoimintokohtaiset energian ja käyttöaineiden kokonais- ja yksikkökulutukset ja päästöt.
- Puutavaralajikohtaiset energian ja käyttöaineiden kokonais- ja yksikkökulutukset sekä kokonais- ja yksikköpäästöt.
- Metsävaiheen toimintojen ja osatoimintojen energian ja käyttöaineiden yksikkökulutukset ja yksikköpäästöt hakkuutapa- ja puutavaralajikohtaisesti.
- Kaukokuljetusketjujen ja niiden osien energian ja käyttöaineiden yksikkökulutukset ja yksikköpäästöt puutavaralajikohtaisesti.
- Energiapuun hankintaketjujen energian ja käyttöaineiden kokonais- ja yksikkökulutukset ja päästöt.

## Systemin rajausongelmia

- Puun korjuu ja kuljetus
  - teknisiä prosesseja, osa teollisuuden prosessia
  - selkeä tapahtumien kulku, aikakehikko ~ viikkoja - kuukausia
- Puuntuottaminen
  - luonnonprosesseja, metsänhoitotoimenpiteiden ohjaamia
  - epävarma tapahtumien kulku, aikakehikko ~ 100 vuotta



## Miten puuntuottaminen mallintetaan LCA:ssa

### Mitä metsässä on tapahtunut **aikaisemmin**?

- **korjuukohde**, “miinus 100 vuotta”
- datan saanti ongelma

*ei kiinnostava LCAssa*

### Mitä metsässä tapahtuu **nyt**?

- **metsäalue**, “miinus 1 vuosi”
- tulokset suoraan inventaariodatasta

*ekotaselähtöinen,  
aluemalli*

### Mitä metsässä tapahtuu **tulevaisuudessa**?

- **korjuukohde**, “plus 100 vuotta”
- tulokset *mallilla* inventaariodatan avulla

*raaka-ainelähtöinen,  
korjuukohdemalli*

## Biodiversiteetti vaikeutena

- **ei ole johdonmukaisesti ennustettavissa ympäristön muutoksista ja reagoi niihin osin viiveellä**
- **on tulos ison metsäalueen pitkän aikavälin metsänkuvasta**
- **riippuu**
  - **ilmastosta**
  - **maan viljavuudesta**
  - **ekosysteemin sukkessiosta, joka aiheutuu maankäytöstä, mutta myös luonnon häiriöistä ja lajien leviämisestä**



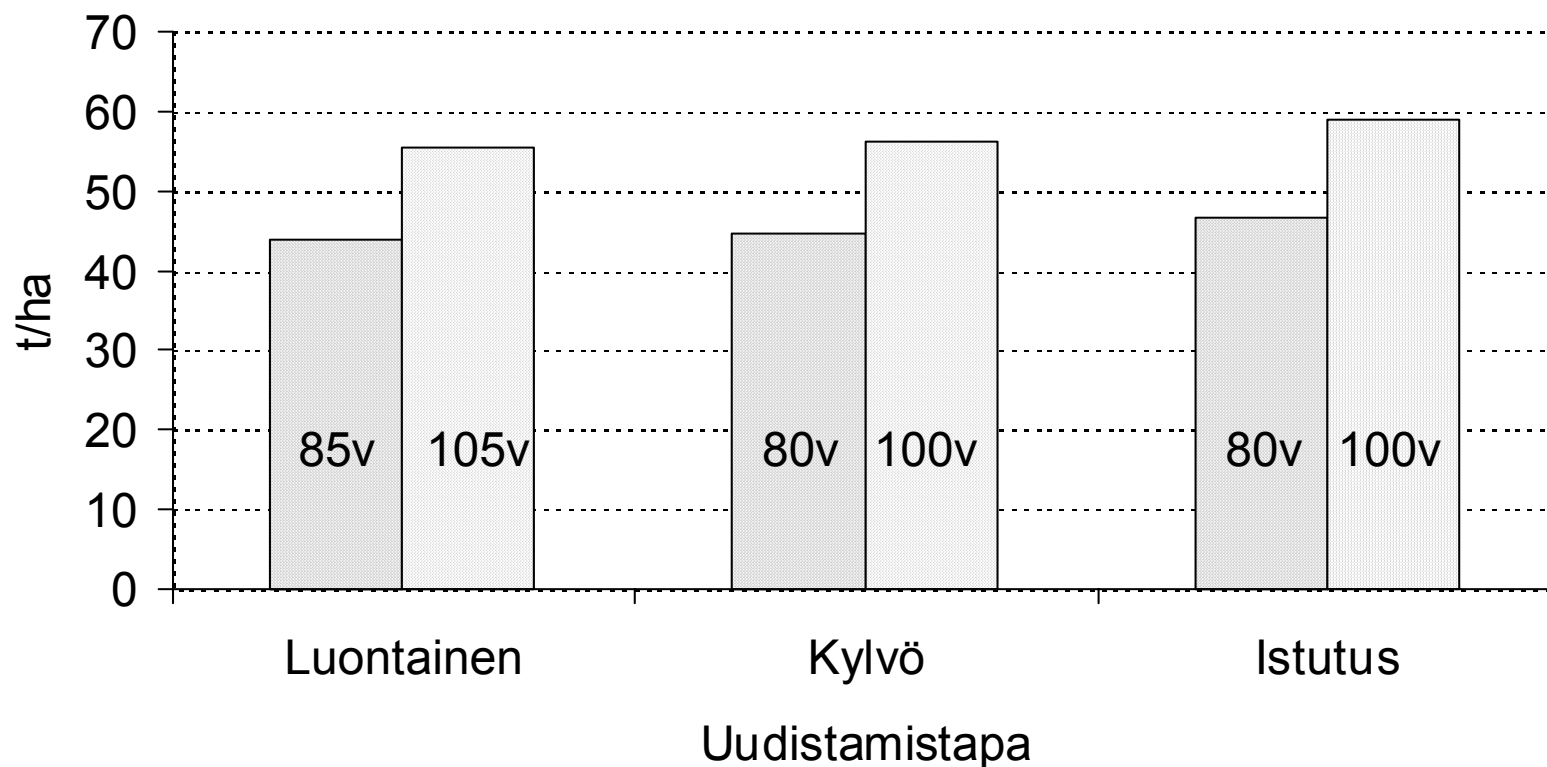
## Yleiset päätelmät

- **LCA-mallia ei saada valmiina muilta sovellusaloilta**
- **Puun korjuu ja kuljetus** saadaan helposti LCA-kehikkoon
- **Puuntuottaminen** saadaan mukaan systeemiä laajentamalla metsätalouden omaa tiedonkeruuta ja mallinnusta käyttäen
- **Biodiversiteettia ei LCA-käyttöön voida määrittää kvantitatiivisena:**
  - erityisiä indikaattoreita on kehitettävä
- **Erilaisen spesifisyyden omaavat LCA:t tarvitaan eri tarkoituksiin:**
  - kehittäminen, tuoteanalyysit, tuotannonalat ylittävä vertailu - mutta
  - *niiden tulee perustua yleiseen tutkimus- ja tietopohjaan*

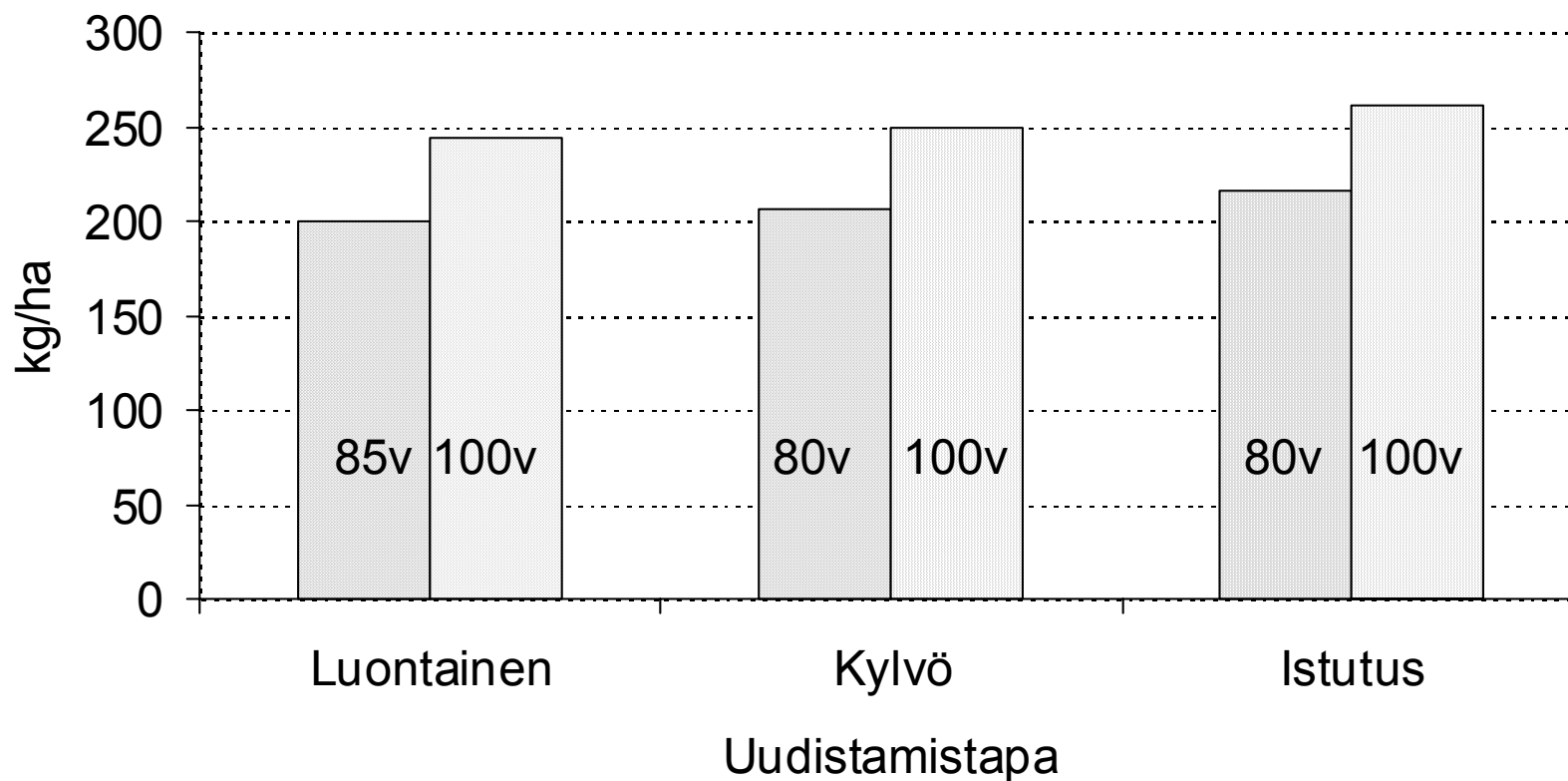
## Päätelmiä metsätalouden elinkaarilaskennan kehittämistä

- Metsätalouden konetyöt olivat kuvattavissa LCA:ssa teollisten tuotantoprosessien tapaan
- Metsien luonnonprosesseja voidaan tarkastella ympäristölaskennassa kehittyneiden simulointimallien avulla
- Toimenpideketjujen vaikutukset metsien ainekiertoihin on vaativa, vielä alkuvaiheessa oleva tutkimusalue
- Metsäsuunnittelujärjestelmät antavat hyvän pohjan metsätalouden ympäristölaskennan kehittämiseksi

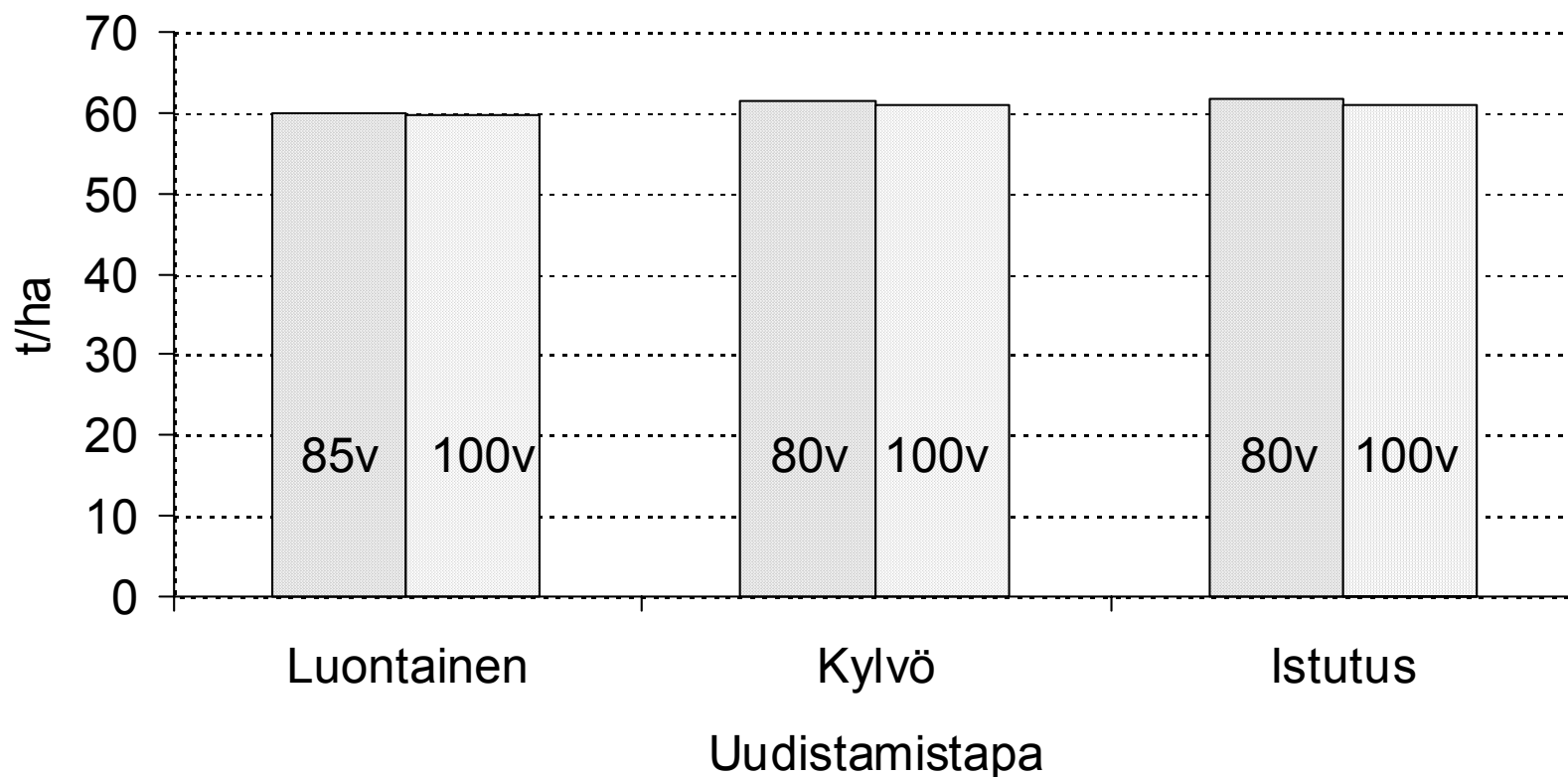
## Normaalimetsätilassa olevien VT –männiköiden puustoon sitoutunut hehtaarikohtainen hiilimäärä kahdessa eri kiertoaika-vaihtoehdossa



## Normaalimetsätilassa olevien VT –männiköiden puustoon sitoutunut hehtaarikohtainen typpimäärä kahdessa eri kiertoaikavaihtoehdossa



## Normaalimetsätilassa olevien VT –männiköiden maaperään sitoutunut hehtaarikohtainen hiilimäärä kahdessa eri kiertoaika-vaihtoehdossa



## Normaalimetsätilassa olevien VT –männiköiden maaperään sitoutunut hehtaarikohtainen typpimäärä kahdessa eri kiertoaikavaihtoehdossa

