

KUORMAINVAAKOJEN PUNNITUSTARKKUUS



Kuormainvaakojen punnitustarkkuus

- ***Projektiryhmä***

- ***Samuli Hujo***
- ***Janne Peltola***
- ***Reima Liikkanen***

- ***Kumppanit***

- ***Kuormainvaakavalmistajat ja niiden maahantuoja***
- ***Aineiston keruuseen osaa ottaneet puutavara-autoilijat ja metsäkoneurakoitsijat***
- ***Tehtaiden puuvastaanotossa työskennelleet henkilöt***

Arvio kuormainvaakojen lukumäärästä Suomessa

<i>Ajoneuvo</i>	<i>Yhteensä, kpl</i>
<i>Puutavara-autot</i> <i>Kuormainvaakoja on yli puolella puutavara-autoista.</i>	<i>650 – 850</i>
<i>Metsäkoneet</i> <i>Ainespuun ajossa</i> <i>Energiapuun teossa ja ajossa</i>	<i>n. 50</i>

Projektin tavoite

- *Tutkia eri kuormainvaakamerkkien punnitustarkkuutta sekä niiden toimivuutta ja luotettavuutta puutavaraerien massan määrittämisessä.*
- *Selvittää metsätraktorin kuormaimeen asennetun vaa'an soveltuvuus ja punnitustarkkuus erityisesti nuorten metsien kunnostushakkuilta korjattavan karsimattoman energiapuuran ja mahdollisuuksien mukaan myös muiden energiapuutavaralajien massan toteamisessa.*

Tutkimusaineisto

- ***Aineisto on kerätty pääosin touko-kesäkuussa 2004.***
- ***Tutkimuksessa mukana olleet kuormainvaakamerkit:***
 - ***Puutavara-autot:***
Ponsse, TB 300 ja LoadMaster 2000
 - ***Metsäkoneet:***
Ponsse (metsätraktori) ja LoadMaster 2000
(yhdistelmäkone Moipun energiapuukouralla)
- ***Aineiston keruuseen otti osaa kolme puutavara-autoa kuormainvaakamerkkiä kohden ja yksi metsäkone vaakamerkkiä kohden.***
- ***Punnituskokeita on tehty myös nk. risurekalla.***

Aineiston keruu

- ***Toistomittauksilla toteutetut punnituskokeet tukin ja kuitupuun osalta tehtiin seuraavilla tehtailla:***
 - ***Oy Metsä-Botnia Ab:n Joutsenon ja Äänekosken tehtailla***
 - ***UPM-Kymmene Oyj:n Kuusankosken ja Pietarsaaren tehtailla***
- ***Ainespuulla koenipun massa oli keskimäärin 11 820 kg minimin ollessa 10 290 kg ja maksimin 15 050 kg.***
- ***Energiapuun osalta punnituskokeet tehtiin seuraavilla paikkakunnilla:***
 - ***Sotkamo, Nurmo ja Forssa***
- ***Energiapuulajeina punnituksissa mukana olivat nuorten metsien kunnostuskohteilta korjattu energiapuuranka, risutukki ja hakkuutähde.***
- ***Energiapuulla koenipun massa oli keskimäärin 3 950 kg minimin ollessa 2 780 kg ja maksimin 5 680 kg.***

Koenippujen punnitus

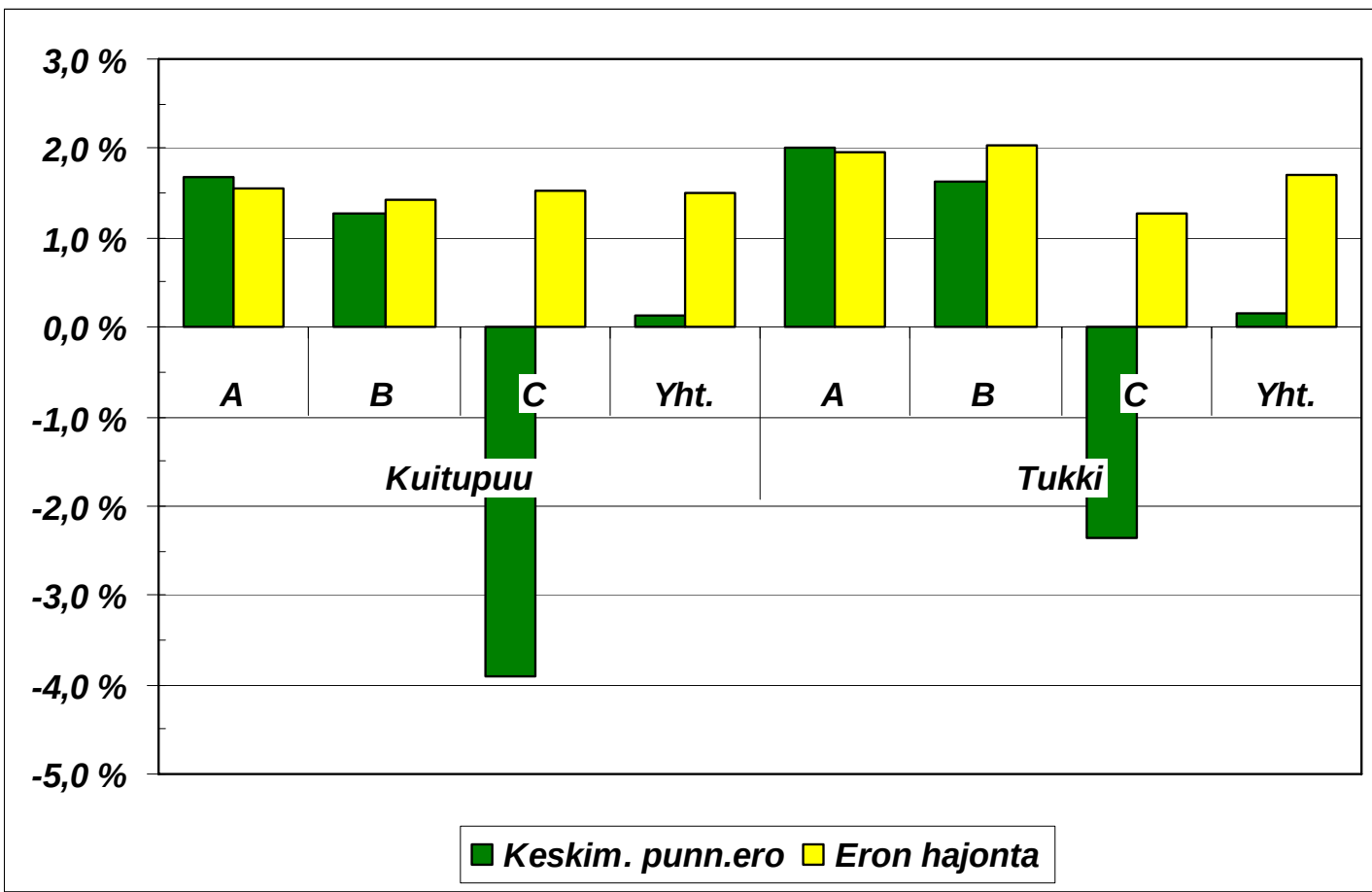
- *Ainespuunipun oikeana massana pidettiin tehtaan siltavaa'an ilmoittamien tulosten keskiarvoa ennen ja jälkeen punnituskokeiden.*
- *Energiapuunipun oikeana pidetty massa määritettiin tienvarressa oheisen kuvan mukaisilla pyöräpainovaaioilla.*



Punnituskokeet

- ***Tutkimusaineisto kerättiin toistomittauksilla.***
- ***Sama koenippu punnittiin 4 kertaa mahdollisuuksien mukaan sekä kuormattaessa että purettaessa.***
- ***Samalla koenipulla tehtiin punnituskokeet sekä vetoautoon että perävaunun etu- ja takaosaan.***
- ***Venymäliuska-anturiin perustuvalla vaakamerkillä ei voitu suorittaa punnitusta purettaessa koenippua pois puutavara-autosta.***
- ***Energiapuun osalta toistomittaukset metsätraktorilla tehtiin siten, että samaa koenippua punnittiin neljä kertaa kuormaa kohden ja koekuormia oli kolmesta neljään.***

Punnituserot (%) ja eron keskihajonnat (%-yks.) kuormauksessa vaakamerkeittäin (A, B ja C)



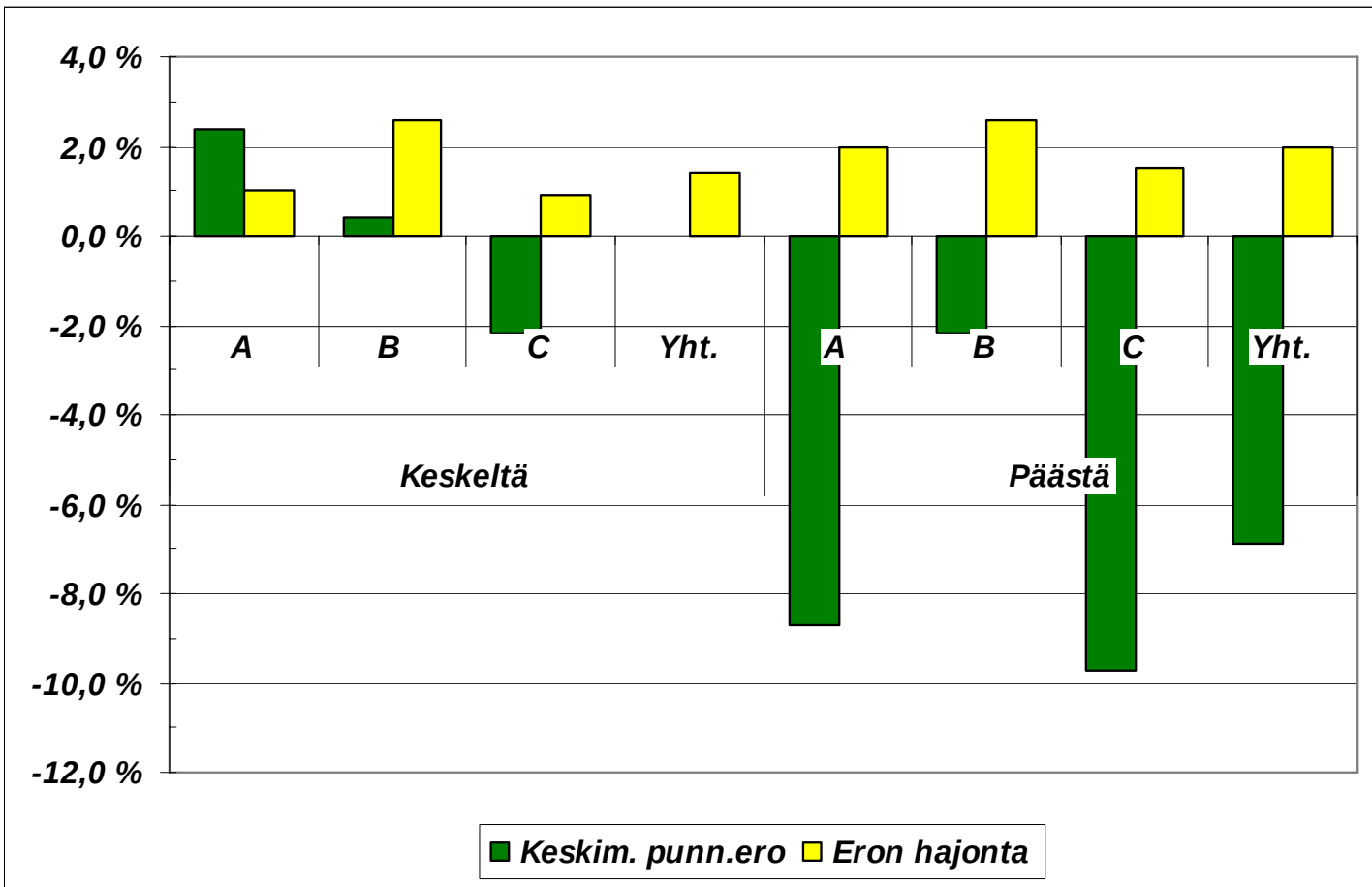
Punnitustarkkuus vaakamerkeittäin (A,B,C) puutavaraniipun kuormauksessa

<i>Hajontaluku</i>	<i>Kuormainvaakamerkki</i>			<i>Keski- määrin</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	
<i>Keskim. punnitusero, %</i>	<i>1,8</i>	<i>1,5</i>	<i>-2,9</i>	<i>0,1</i>
<i>Eron keskihajonta, %-yks.</i>	<i>1,8</i>	<i>1,7</i>	<i>1,4</i>	<i>1,6</i>
<i>Alakvartiili, %</i>	<i>-2,2</i>	<i>-3,7</i>	<i>-4,2</i>	<i>-3,7</i>
<i>Yläkvartiili, %</i>	<i>5,2</i>	<i>5,9</i>	<i>-1,5</i>	<i>4,0</i>
<i>Havaintoja, kpl</i>	<i>72</i>	<i>74</i>	<i>72</i>	<i>218</i>

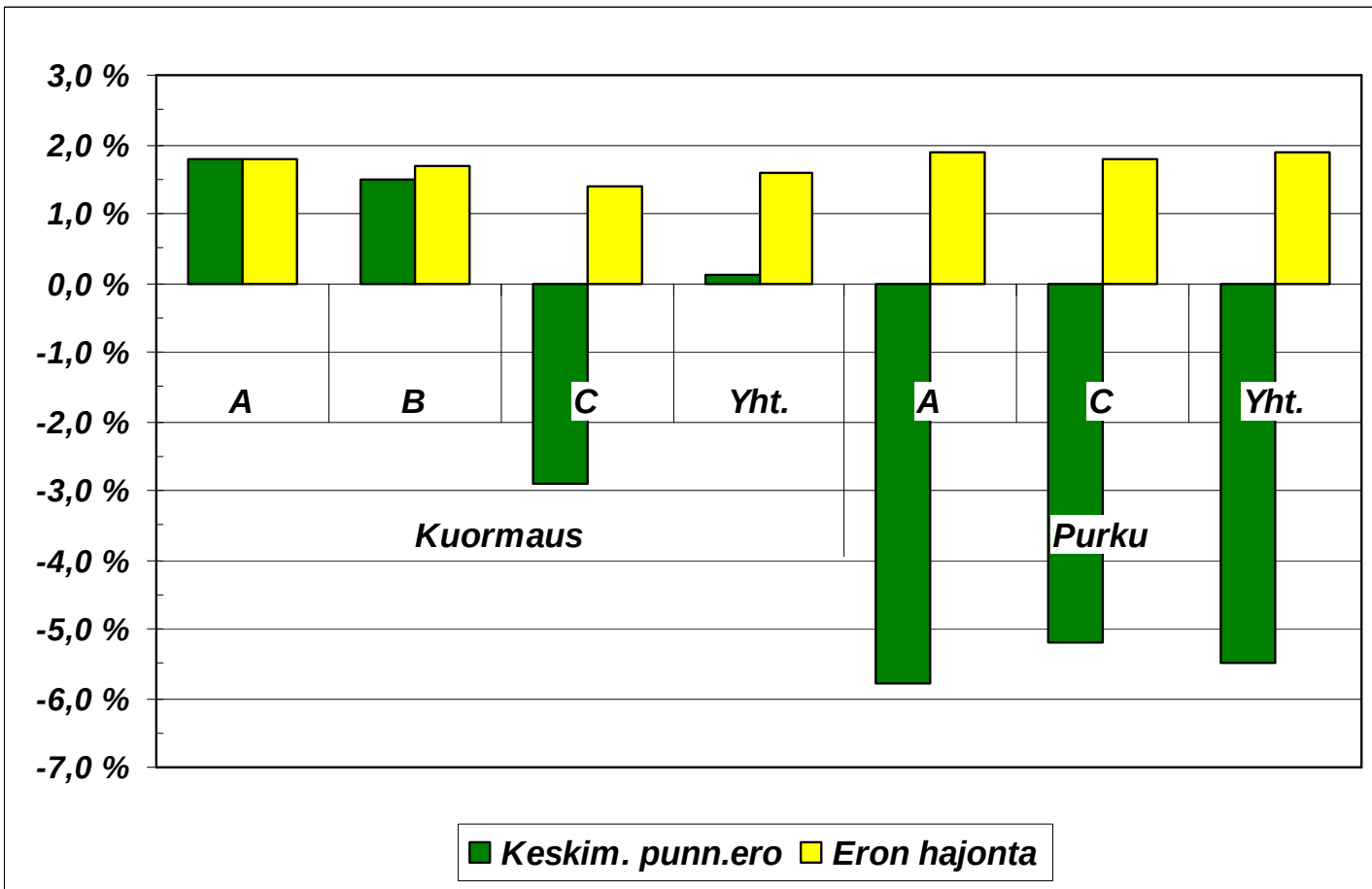
Tukin punnitusta painopisteen suhteen - keskeltä ja päästä



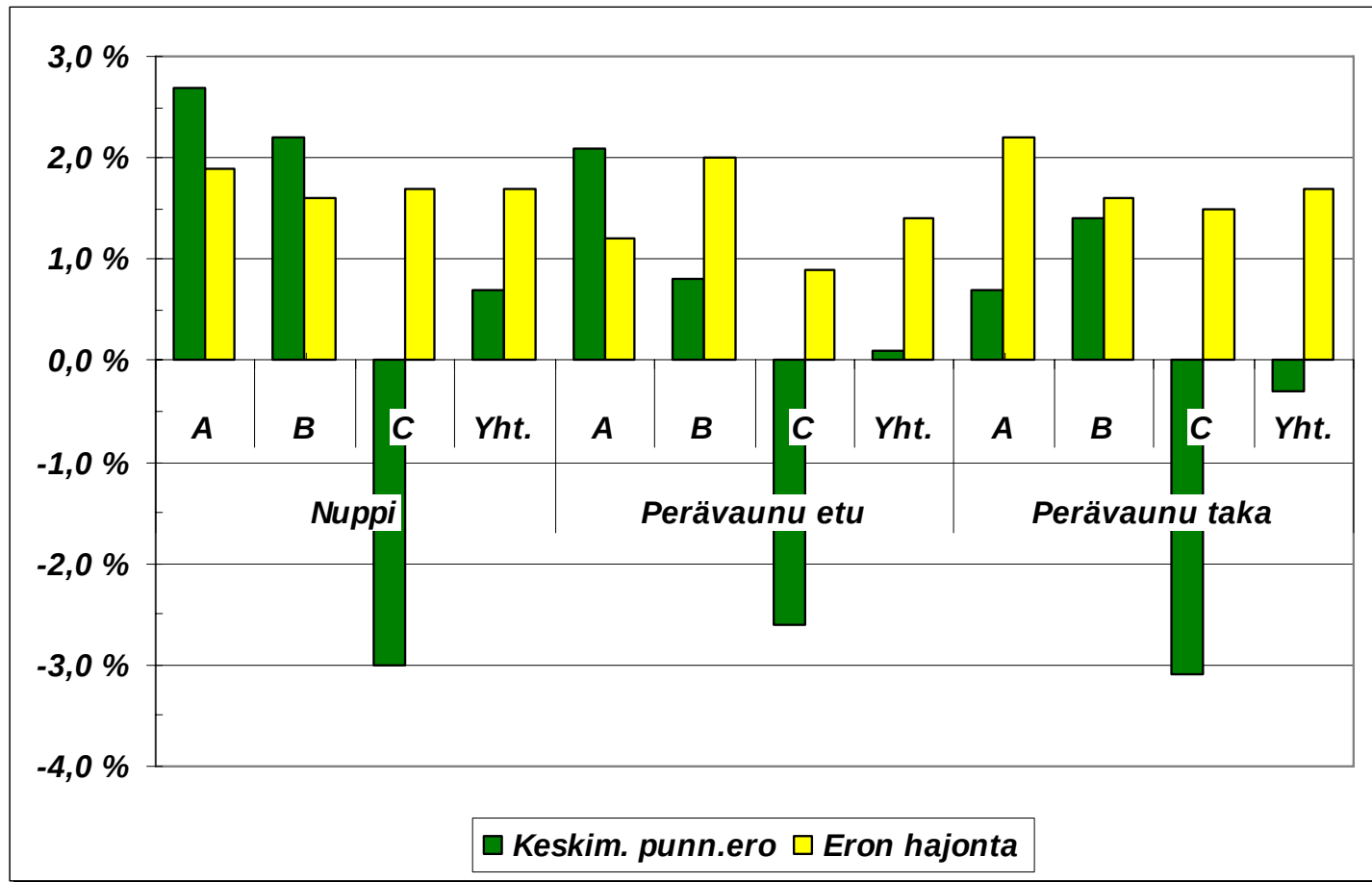
Punnitustarkkuus kouraisutaakan painopisteen suhteen vaakamerkeittäin (A,B,C) – koenippuna tukki



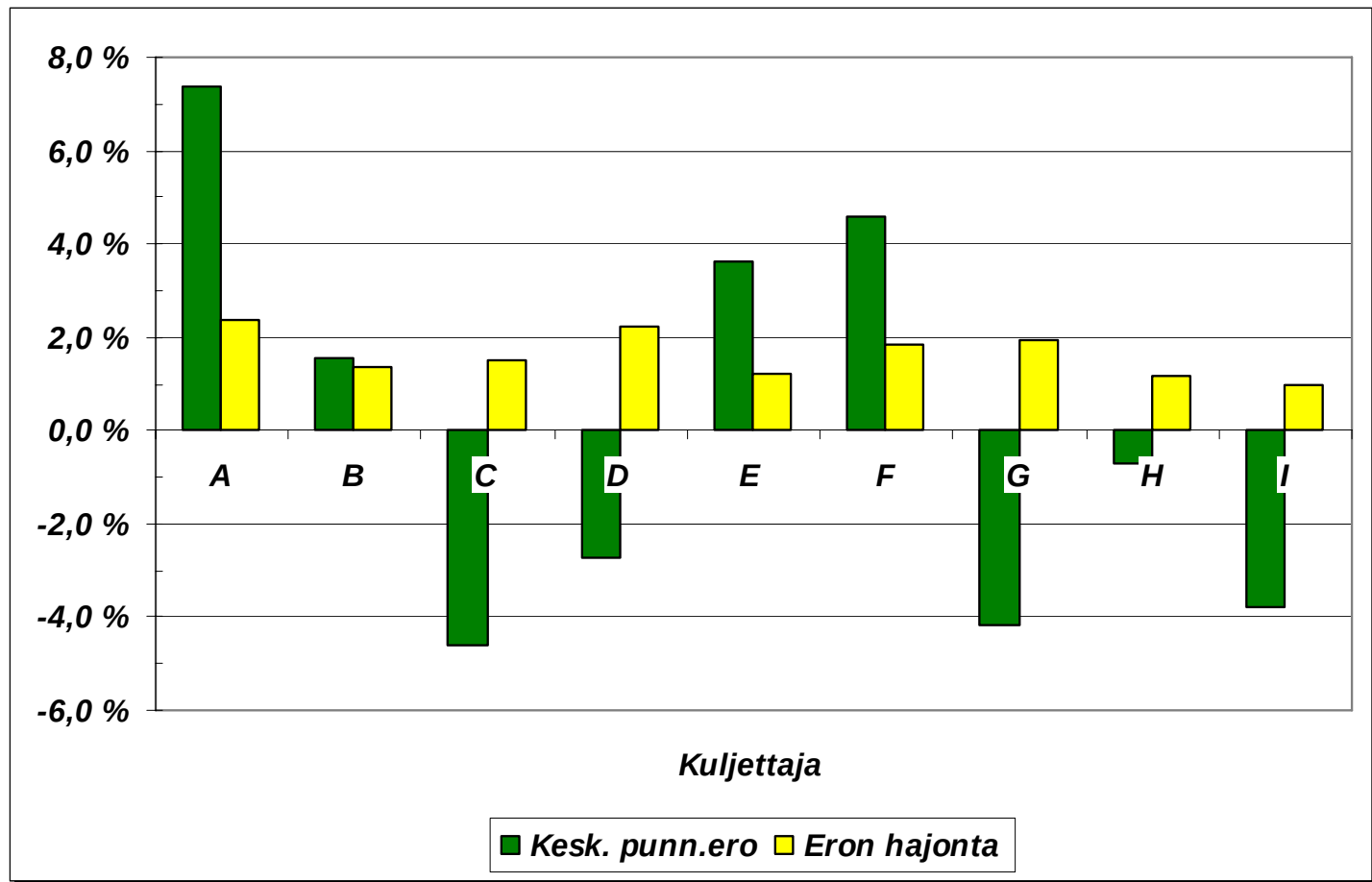
Punnitustarkkuus ainespuuta kuormattaessa ja purettaessa vaakamerkeittäin



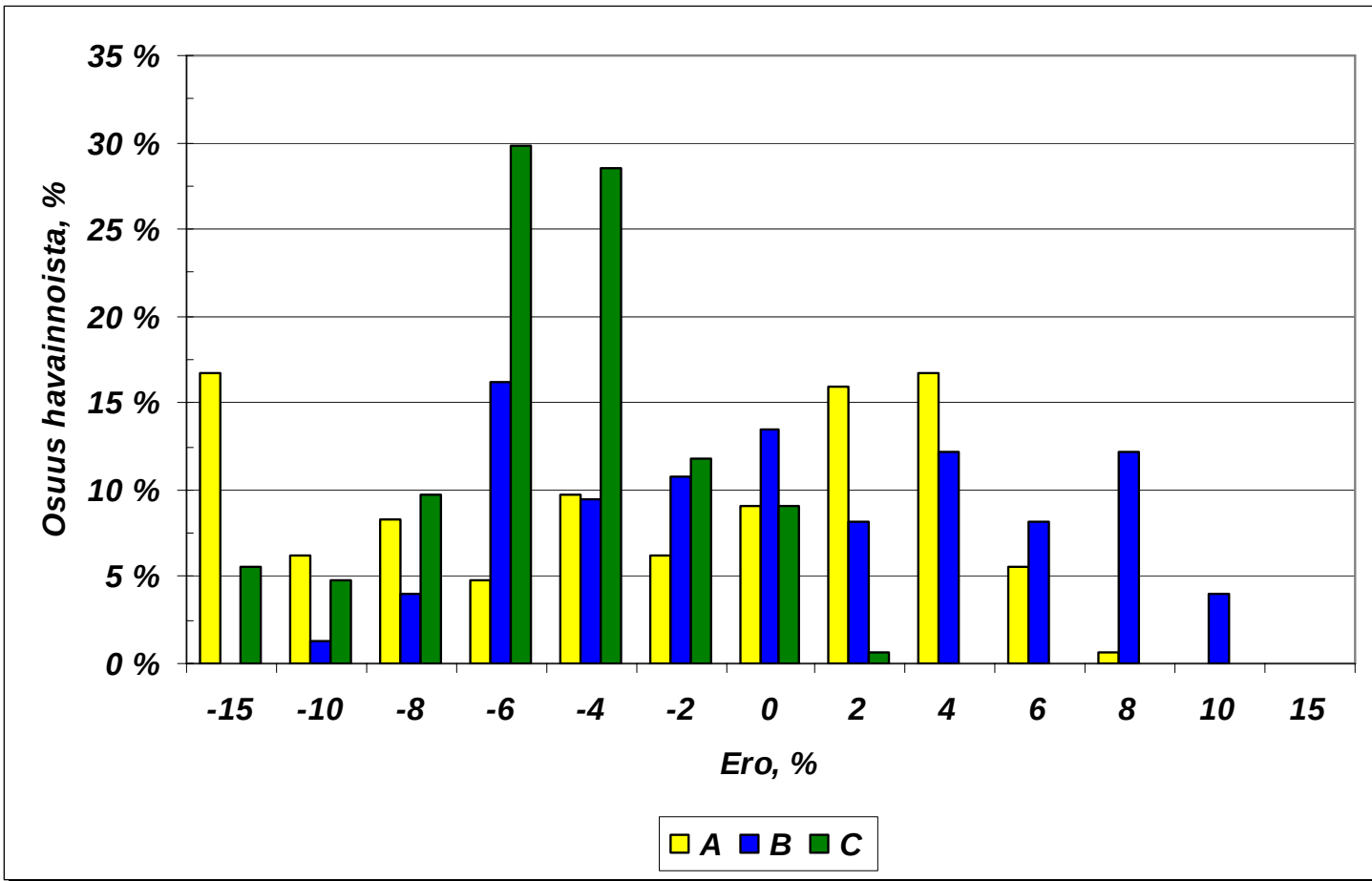
Punnitustarkkuus vaakamerkeittäin (A,B,C) kuormaimen liikkeen suhteen



Punnitustarkkuus autoilijoittain puutavaran kuormauksessa



Kuormainvaa'an punnitustulosten ero merkeittäin verrattuna siltavaa'an tulokseen



Johtopäätelmiä ainespuun punnituksesta (1 / 2)

- ***Erot kuormainvaa'an punnitustarkkuudessa eri puutavaralajien kesken, tukin ja kuitupuun välillä, olivat varsin pieniä.***
- ***Vaakamerkkien välillä ei ollut isoa eroa keskimääräisessä punnitustarkkuuksissa eikä punnitustulosten hajonnoissa.***
- ***Keskihajonnat vaakamerkeittäin olivat varsin pieniä.***
 - ***Vaa'at toimivat verraten luotettavasti projektissa tehtyjen punnituskokeiden perusteella.***
- ***Vaa'an tarkkuutta voitaisiin edelleen parantaa huolehtimalla kalibrointien tekemisestä systemaattisesti.***
 - ***Nykyisin vaakojen kalibrointikäytännöt ovat hyvin kirjavia.***
 - ***Kuljettajakohtaiset hajonnat enimmillään 2,4 %.***

Johtopäätelmiä ainespuun punnituksesta (2 / 2)

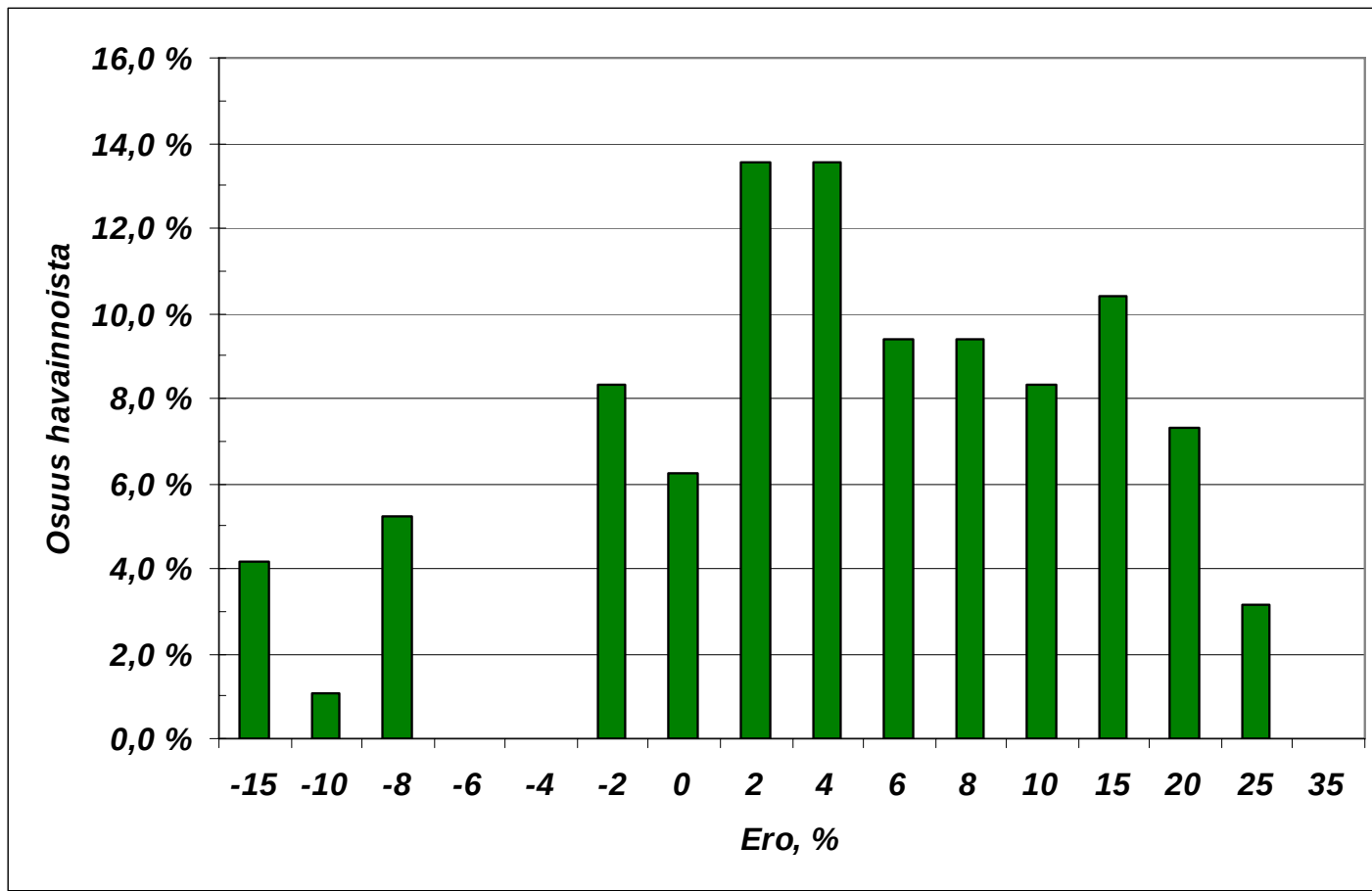
- ***Paineista mittaavilla vaaoilla keskimääräinen punnitusero oli suurempi purettaessa ainespuuta kuin kuormattaessa sitä.***
 - ***Tavallisesti punnitustulokset otetaan ylös ainespuun osalta kuormattaessa ja energiapuun osalta purettaessa sitä metsätraktorista.***
 - ***Venymäliuska-anturista mittaavilla vaaoilla punnituskokeet tehtiin vain kuormattaessa ainespuuta.***
- ***Kuormaimen kiinnityskohdan vaikutus punnitustarkkuuteen oli suurempi paineista mittaavilla vaaoilla kuin venymäliuska-antureihin perustuvilla vaaoilla.***
- ***Kuormaimen liikkeellä ei ole vaikutusta punnitustuloksiin kuormattaessa puutavaraa vetoautoon tai perävaunuun tämän tutkimusaineiston perusteella.***

Energiapuun punnitustarkkuus työvaiheittain

<i>Hajontaluku</i>	<i>Punnitusvaihe</i>		<i>Keski- määrin</i>
	<i>Kuormaus</i>	<i>Purku</i>	
<i>Keskm. punnitusero, %</i>	5,2	6,0	5,6
<i>Eron keskihajonta, %-yks.</i>	3,6	3,6	3,6
<i>Alakvartiili, %</i>	2,2	2,2	2,2
<i>Yläkvartiili, %</i>	9,2	14,7	11,5
<i>Havainnot, kpl</i>	48	48	96

Huom! Tulokset energiapuun osalta ovat suuntaa-antavia johtuen aineiston ja vaakayksilöiden vähäisestä määrästä aineistoa keruussa.

Energiapuun punnitustulosten ero verrattuna pyöräpaino- tai siltavaakaan



Kuormainvaakojen hyödyntämismahdollisuudet puutavaran mittauksessa

- ✓ ***Pienten kuitupuuerien, lähinnä hankinta- ja käteiskauppapuuerien, luovutusmittauksessa***
 - ***Kuormainvaakamittaus 2 –menetelmä koekäytössä***
- ✓ ***Miestyönä hakattavien leimikoiden työmittauksessa***
 - ***Kuormainvaakamittaus 1 –menetelmä käytössä***
- ✓ ***Energiapuun, erityisesti nuorten metsien kunnostushakkuukohteiden, mittauksessa massaperusteisesti***
- ✓ ***Kaukokuljetusmaksujen määrittämisessä massaperusteisesti ajettaessa puuta esim. uittoon tai juniin.***

Kuormainvaakojen käyttöpotentialiaali

- ✓ ***Vaakojen tehokkaampi hyödyntäminen puutavara-autoissa luo hyvät edellytykset mittauksen rationalisoinnille.***
 - ***Tienvarressa mitattiin vuonna 2004 n. 2,5 milj.m³ puutavaraa, josta kuitupuuta oli n. 1,5 milj.m³.***
- ✓ ***Vaakojen yleistyminen metsätraktoreissa tarjoaa mahdollisuuden mitata energiapuuta massaperusteisesti***
 - ***Vuotuinen mittauspotentialiaali kuormainvaaoilla nykyisillä energiapuun hankintamäärillä voisi olla arvion mukaan hieman alle 2,0 milj.m³.***
 - ***Kuormainvaaoilla punnittavia energiapuutavaralajeja voivat olla ranka- ja kokopuu nuorten metsien kunnostushakkuukohteilta sekä päätehakkuualoilta korjattavat oksat, latvukset ja kannot.***
- ✓ ***Vaakojen käyttö kaukokuljetusmaksujen määrittämisessä voisi yksinkertaistaa työmittausta tilanteissa, joissa ei ole mahdollista käyttää ajoneuvo- eli siltavaakaa.***

Kuitupuun punnitusta Pietarsaassa ...



... ja energiapuun punnitusta Forssassa

