



Metsäteho

Metsäkoneen pintapaineen ja raiteen muodostuksen laskentamalli

Jouko Törnqvist & Juha Kurkela, VTT
Kalle Kärhä, Metsäteho Oy

Metsätehon tulostulosarja 3/2010

Tausta

- Metsäkoneiden pintapaineiden määrittämiseen on käytössä useita laskentakaavoja.
- Yleisimmin käytetty laskentakaava on rakennettu kolmisen kymmentä vuotta sitten Skogsarbetenissä, Ruotsissa.
 - ✓ Laskentakaavoissa oletetaan, että
 - rengas painuu 15 % kuormittamattoman renkaan halkaisijasta
 - maanpinta palautuu puoleen alkuperäisestä arvosta pyörän takana
 - renkaan leveys lisääntyy noin 3 % kokoonpainumisen vuoksi.
 - ✓ 15 %:n painumaoletus on epärealistisen korkea:
 - 710/40-22,5 ja 710/45-26,5 -renkailla oletuspainaumat ovat noin 20 cm!
- **Tarve määrittää metsäkonekaluston pintapainearvot yhdenmukaisesti ja mahdollisimman luotettavasti.**

Metsäkone-laskentamalli


Metsäkone-laskentamalli

Pohjatyyppi


Koneen tiedot


Konetyyppi No

Konetyyppi



Tulokset

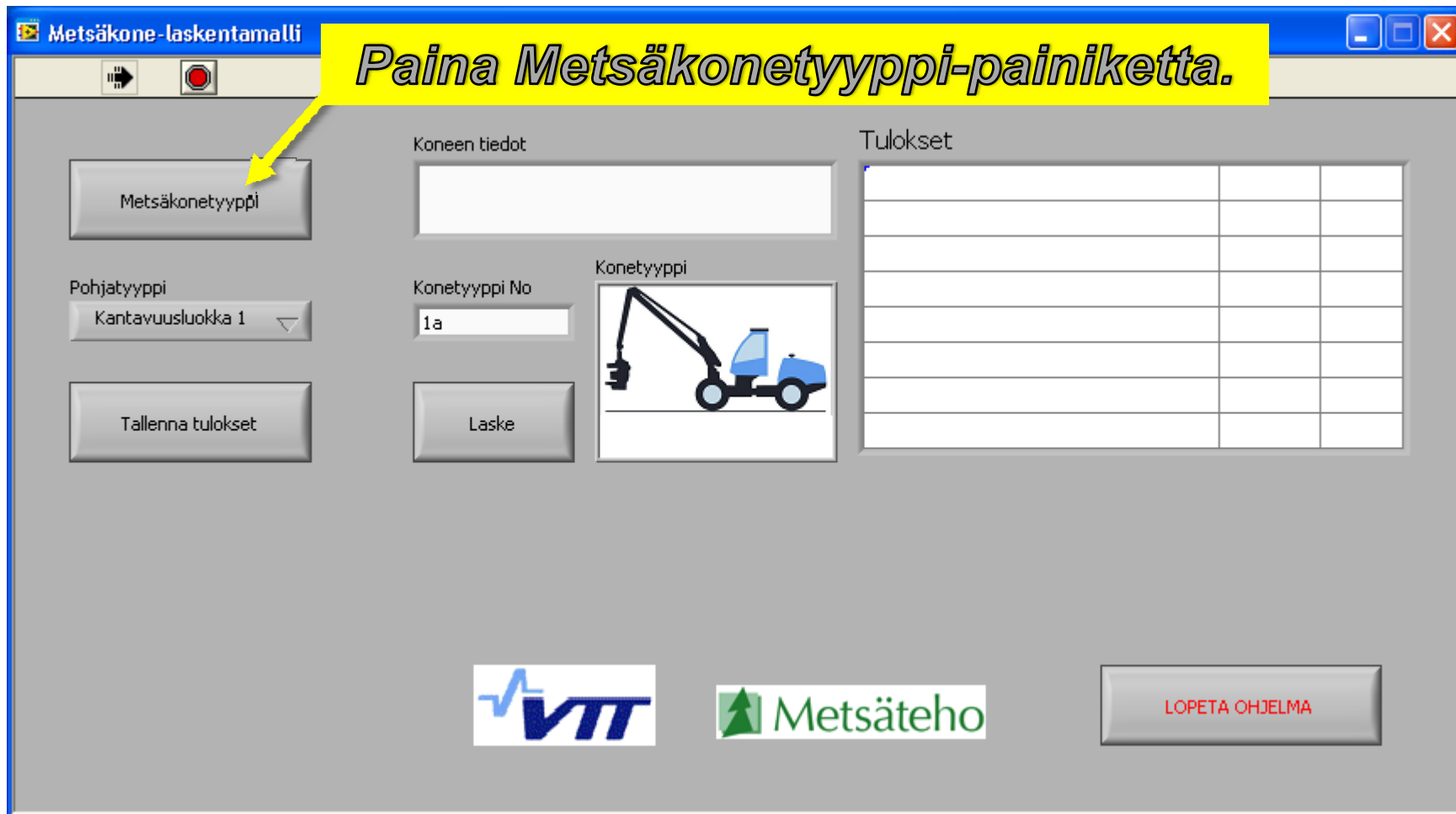




Metsäkone-laskentamalli

- VTT:n rakentama metsäkoneen pohjapaineen (pintapaineen) ja uran (raiteen) muodostuksen laskentamalli, joka tehtiin Metsäteho Oy:n toimeksiannosta.
 - ✓ Tarjoaa laskentatyövälineen erityyppisten pyöräalustaisten hakkuukoneiden ja kuormatraktoreiden pintapaineiden määrittämiseen.
 - ✓ Tarjoaa analyttisen apuvälineen metsäkoneen aiheuttaman raiteen muodostuksen ennustaminen.
- Laskentamalli löytyy osoitteesta:
www.metsateho.fi > [Tuotteet](#) > [Metsätehon opas](#) > [Puuhuolto-opas](#), jossa se on kaikkien saatavilla.
- Seuraavassa annetaan pikaohjeet laskentamallin käyttöön.

Metsäkonetyypin valinta



Paina Metsäkonetyyppi-painiketta.

Metsäkone-laskentamalli


Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: Kantavuusluokka 1

Tallenna tulokset



Koneen tiedot

Konetyyppi No: 1a

Konetyyppi: 

Laske

Tulokset

  **LOPETA OHJELMA**

Metsäkonetyypin valinta

Metsäkonetyypin valinta

Valittu metsäkonetyyppi

1a

1b

2a

2b

2c

4a

4b

4c

5c

6

7a

7d

8a

8b

9b

9c

Akselit samalla tasolla

Akselit samalla tasolla

Alapinnat samat

Alapinnat samat

Akselit samalla tasolla

Akselit samalla tasolla

Akselit samalla tasolla

Akselit samalla tasolla

Valitse konetyyppi, jota haluat tarkastella, painamalla ko. koneen kuvaketta.

VTT Metsäteho

PALUU

Tietojen syöttö/päivitys

- 1) Päivitä haluamasi konetiedot.
- 2) Kun tiedot on syötetty/päivitetty, paina PALUU-painiketta.

The screenshot shows the 'Metsäkone - tietojen syöttö' software interface. On the left, there are several input fields for machine parameters:

- Valittu metsäkonetyyppi: 2b
- Edellinen tyyppi: []
- 1 tonni = 10 kN
- da1 [m]: 1,63
- Fa [kN]: 189
- da2 [m]: 1,39
- ea [m]: 2,5
- ba1 [m]: 0,71
- ba2 [m]: 0,91
- av1 [m]: 2,9
- av2 [m]: 1,5
- Massakeskiön korkeus maasta [m]: 1,2
- Kitkakerroin: 0,3
- Renkaiden ilmanpaine: Normaali

The central diagram shows a tracked machine with various dimensions labeled in red: F_a (force), ea (height), av_1 and av_2 (axle heights), ba_1 and ba_2 (axle spacings), and da_1 and da_2 (track dimensions). A yellow arrow points to the 'PALUU' button at the bottom right of the interface.

Tietojen syöttö/Lyhenteiden selitteet

Lyhenne	Selite	Lyhenne	Selite
da1	<i>Pyörän/telan halkaisija 1</i>	Fa *	<i>Kuorma a</i>
da2	<i>Pyörän/telan halkaisija 2</i>	ea	<i>Kuorman a sijainti</i>
da3	<i>Pyörän/telan halkaisija 3</i>	Fb *	<i>Kuorma b</i>
db	<i>Pyörän/telan halkaisija b-osa</i>	eb	<i>Kuorman b sijainti</i>
ba1	<i>Pyörän/telan leveys 1</i>		
ba2	<i>Pyörän/telan leveys 2</i>		
bb	<i>Pyörän/telan leveys b-osa</i>		
av1	<i>a-osan 1. akseliväli</i>		
av2	<i>a-osan 2. akseliväli</i>		
av3	<i>a-osan 3. akseliväli</i>		
bv	<i>b-osan akseliväli</i>		
v	<i>a ja b-osien akseliväli</i>		

**) Sisältää varustelun (esim. telat, kitkaketjut) sekä varsinaisen kuorman.*

Tietojen syöttö/Kitkakerroin

Metsäkone - tietojen syöttö

Valittu metsäkonetyyppi: 2b

Edellinen tyyppi Seuraava tyyppi

1 tonni = 10 kN

da1 [m] 1,63 Fa [kN] 189

da2 [m] 1,39 ea [m] 2,5

ba1 [m] 0,71

ba2 [m] 0,91

av1 [m] 2,9

av2 [m] 1,5

Massakeskiön korkeus maasta [m] 1,2

Kitkakerroin 0,3

Renkaiden ilmanpaine Alennettu

Laskentamallissa kitkakertoimen oletusarvo on +0,3*.

VTT Metsäteho

PALLU

*) Positiivisella arvolla (esim. +0,3) koneen oletetaan kulkevan eteenpäin ja negatiivisella arvolla (esim. -0,3) peruuttavan.

Tietojen syöttö/Renkaiden ilmanpaine

Metsäkone - tietojen syöttö

Valittu metsäkonetyyppi: 2b

Edellinen tyyppi Seuraava tyyppi

1 tonni = 10 kN

da1 [m] 1,63 Fa [kN] 189

da2 [m] 1,39 ea [m] 2,5

ba1 [m] 0,71

ba2 [m] 0,91

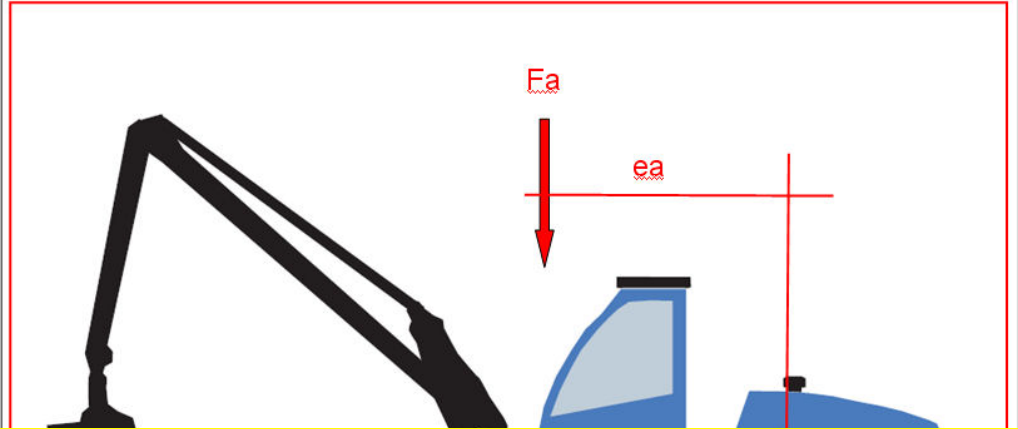
av1 [m] 2,9

av2 [m] 1,5

Massakeskiön korkeus maasta [m] 1,2

Kitkakerroin 0,3

Renkaiden ilmanpaine Alennettu



Jos haluat tarkastella renkaiden ilmanpaineen alentamisen vaikutusta, paina Renkaiden ilmanpaine -painiketta (Alennettu* / Normaali).**

*) = Renkaan leveys kasvaa 5 % annetun renkaan halkaisijasta. (HUOM: Tarkastelu vain telattomalla renkaalla!)

M**) = Renkaan leveys on annetun suuruinen.

Paluu laskenta-taulukkoon

Metsäkonetyypin valinta

Valittu metsäkonetyyppi
2b

1a

1b

2a

4a

5c

7d

9b

2b

4b

6

8a

9c

2c

4c

7a

8b

Akselit samalla tasolla

Akselit samalla tasolla

Alapinnat samat

Akselit samalla tasolla

Alapinnat samat

Alapinnat samat

Alapinnat samat

VTT Metsäteho

PALUU

*Takaisin laskenta-taulukkoon
pääset, kun painat vielä
PALUU-painiketta.*

Laskenta-taulukko

Metsäkone-laskentamalli

Metsäkonetyyppi

Pohjatyyppi
Kantavuusluokka 1

Tallenna tulokset

Koneen tiedot



Konetyyppi No
2b

Konetyyppi

Laske

Tulokset

Paina Laske-painiketta, niin laskentamalli laskee pohjapaineet ja ennustaa uranmuodostuksen.

  **LOPETA OHJELMA**

Tulokset laskennasta

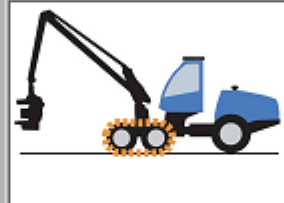
Metsäkone-laskentamalli

Koneen tiedot

Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: **Kantavuusluokka 1**

Konetyyppi No: 2b

Konetyyppi: 

Tallenna tulokset

Laske

Tulokset

Suurin pohjapaine	130	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	83	kPa
Painesuhde	1,57	
Urasyvyyys, N=1	20	mm
Urasyvyyys, N=2	40	mm

Tuloksina esitetään Suurin pohjapaine, Suurin normalisoitu pohjapaine* sekä Urasyvyyssennuste 1., 2., 5. ja 10. yliajokerran jälkeen tietyssä Kantavuusluokassa (1).**

*) = Suurimman pohjapaineen ympäristössä, 0,8 metrin matkalla vaikuttava keskimääräinen pohjapaine.

***) Hakkuukoneilla urasyvyyssennuste esitetään 1. ja 2. yliajokerran jälkeen. Kuormatraktoreilla urasyvyyssennuste annetaan 1., 2., 5. ja 10. yliajokerran jälkeen.

Kantavuusluokan vaihtaminen

Metsäkone-laskentamalli

Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: **Kantavuusluokka 3**

Tallenna tulokset

Koneen tiedot

Konetyyppi No: 2b

Konetyyppi

Laske

Tulokset

Suurin pohjapaine	130	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	83	kPa
Painesuhde	1,57	
Urasyvyyys, N=1	20	mm
Urasyvyyys, N=2	40	mm

**1) Paina Kantavuusluokka-painiketta,
2) Valitse Kantavuusluokka 1–3* ja
3) Paina LASKE-painiketta.**

LOPETA OHJELMA

*) Kantavuusluokka 1 on kantavin ja vastaavasti

Kantavuusluokka 3 on heikosti kantavin laskentamalliin mallinnettu metsämaapohjatyypin.

Kantavuusluokan vaihtaminen

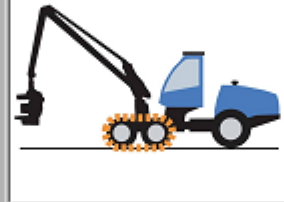
Metsäkone-laskentamalli

Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: Kantavuusluokka 3

Koneen tiedot

Konetyyppi No: 2b

Konetyyppi: 



Tulokset

Suurin pohjapaine	89	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	58	kPa
Painesuhde	1,55	
Urasyvyyys, N=1	31	mm
Urasyvyyys, N=2	62	mm

Tallenna tulokset

Laske

Malli laskee uudet lukuarvot (Suurin pohjapaine, Suurin normalisoitu pohjapaine & Urasyvyyssennuste) valitussa Kantavuusluokassa (3).

  LOPETUS OHJELMA

*) Kantavuusluokka 1 on kantavin ja vastaavasti

Kantavuusluokka 3 on heikosti kantavin laskentamalliin mallinnettu metsämaapohjatyypin.

Koneen tietojen syöttö & Tulosten tallennus

1) Syötä koneen tiedot.

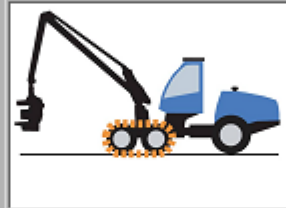
Metsäkone-laskentamalli

Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: Kantavuusluokka 3

Koneen tiedot: Hakkuukone 6 w

Konetyyppi No: 2b

Konetyyppi: 



Tulokset

Suurin pohjapaine	89	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	58	kPa
Painesuhde	1,55	
Urasyvyyys, N=1	31	mm
Urasyvyyys, N=2	62	mm

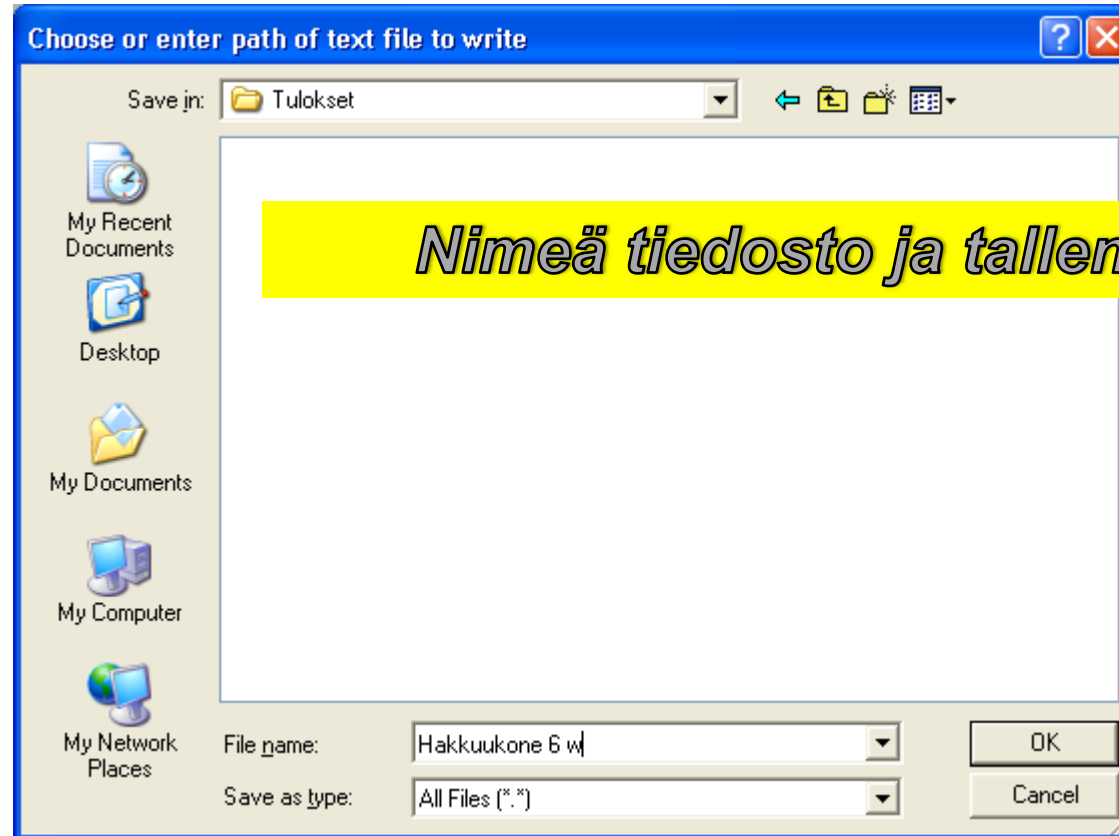
Tallenna tulokset

Laske

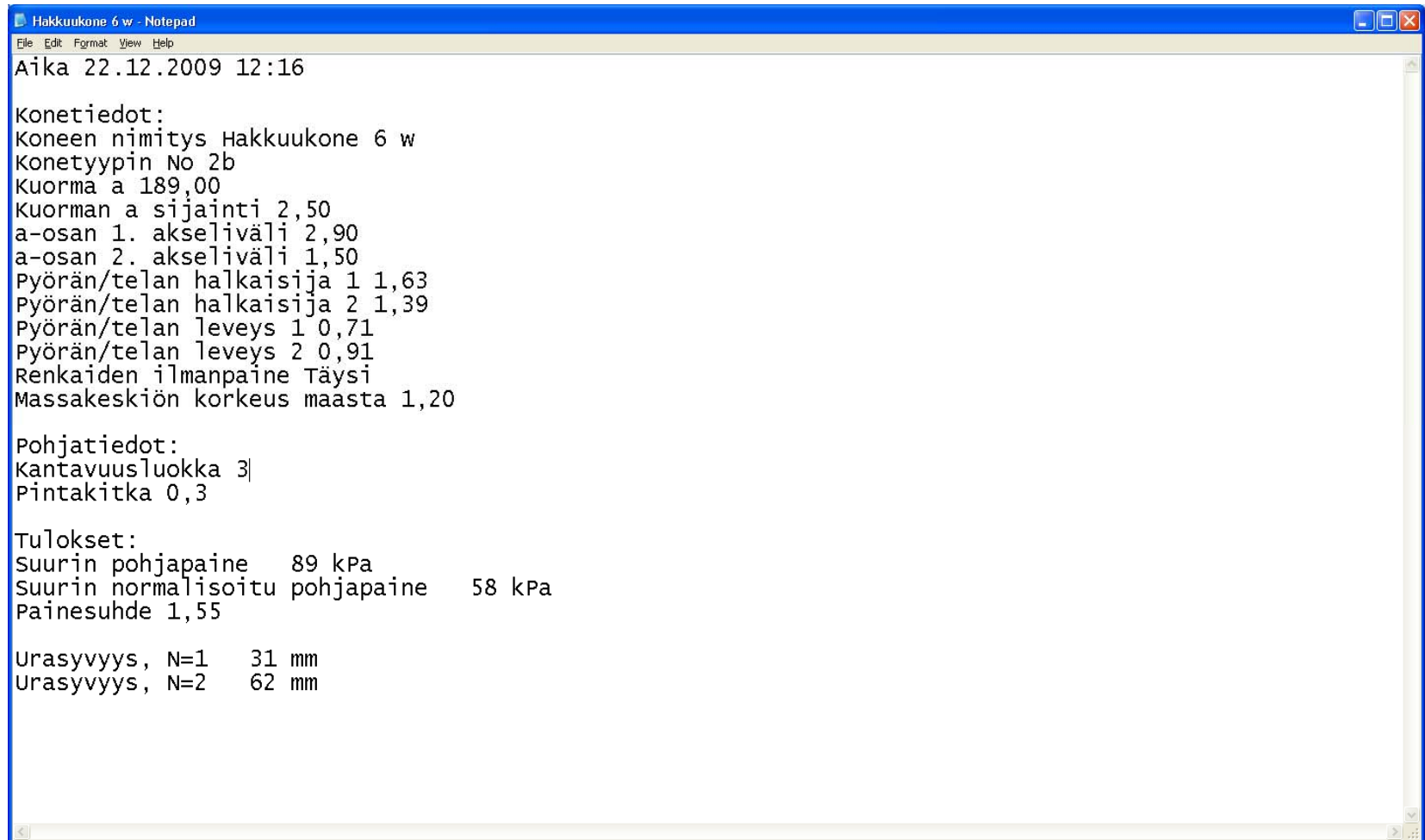
2) Jos haluat tallentaa laskentaperusteet ja laskennan tulokset, paina Tallenna tulokset.

  **LOPETA OHJELMA**

Tallentaminen



Tallennetut tulokset



```
Hakkuukone 6 w - Notepad
File Edit Format View Help
Aika 22.12.2009 12:16

Konetiedot:
Koneen nimitys Hakkuukone 6 w
Konetyypin No 2b
Kuorma a 189,00
Kuorman a sijainti 2,50
a-osan 1. akseliväli 2,90
a-osan 2. akseliväli 1,50
Pyörän/telan halkaisija 1 1,63
Pyörän/telan halkaisija 2 1,39
Pyörän/telan leveys 1 0,71
Pyörän/telan leveys 2 0,91
Renkaiden ilmanpaine Täysi
Massakeskiön korkeus maasta 1,20



Pohjatiedot:
Kantavuusluokka 3
Pintakitka 0,3

Tulokset:
Suurin pohjapaine 89 kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine 58 kPa
Painesuhde 1,55

Urasyvyys, N=1 31 mm
Urasyvyys, N=2 62 mm
```

Tietojen muuttaminen & Toinen konetyyppi

Metsäkone-laskentamalli

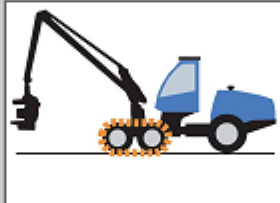
Koneen tiedot
 Hakkuukone 6 w

Tulokset



Suurin pohjapaine	89	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	58	kPa
Painesuhde	1,55	
Urasyvyys, N=1	31	mm
Urasyvyys, N=2	62	mm

Pohjatyypin valinta: Kantavuusluokka 3

Konetyyppi No: 2b

Konetyyppi: 

Jos haluat muuttaa ko. koneen laskentaperusteita tai tarkastella jotakin toista konetyyppiä, paina Metsäkonetyyppi-painiketta.

Ohjelman lopetus

Metsäkone-laskentamalli

Metsäkonetyyppi

Pohjatyypin valinta: Kantavuusluokka 3

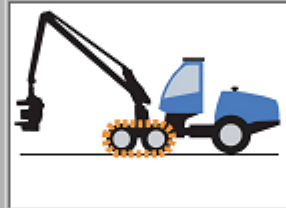
Tallenna tulokset

Koneen tiedot: Hakkuukone 6 w

Konetyyppi No: 2b

Laske



Konetyyppi



Tulokset

Suurin pohjapaine	89	kPa
Suurin normalisoitu pohjapaine	58	kPa
Painesuhde	1,55	
Urasyvyys, N=1	31	mm
Urasyvyys, N=2	62	mm

***Kun haluat lopettaa ohjelman,
paina LOPETA OHJELMA -painiketta.***

Huomioitavaa

- Kukin laskentamalli on...
niin hyvä kuin sinne syötetyt tiedot ja
niin luotettava kuin malliin tehty reaali-
maailman mallinnus on!
 - ✓ Metsämaaston mallinnus ei ole helppoa.
 - ✓ Ei ole riittävästi tutkimustietoa erityyppisistä
metsämaapohjista ja niiden kantavuudesta
operoitaessa erityyppisellä kalustolla.
- **Tarvitaan lisätutkimuksia metsämaapohjista,
jotta metsäkoneiden maastokelpoisuutta ja
uranmuodostusta voitaisiin ennustaa
jatkossa entistä luotettavammin!**



Lisätietoja:
jouko.tornqvist@vtt.fi
kalle.karha@metsateho.fi