

Metsäntutkimuslaitos
Metsäteknologian tutkimusosasto

6/1970

Laskelmia kantojen koneellisesta korjuusta

Helsinki 1970

1. Tehtävän asettelu ja rajaaminen.

Kanto- ja juuripuun korjuuta selvittelevä työryhmä asetti 31.3.1970 pitämässään kokouksessa työvaliokunnan (Ylimh. Sarapää, MH Järvinen, MH Ahonen), jonka ensimmäisenä tehtävänä on selvittää

a) mitkä ovat taloudellisesti edullisimmat kanto- ja juuripuun korjuu- ja kuljetusketjut ja minkälaisia koneita ja laitteita näiden ketjujen toteuttamiseksi olisi rakennettava.

b) ehdotukset teknillisen välineistön hankkimiseksi, joilla toimitetaan Kemi Oy:n tehtaille perustettavan kokeilulaitoksen raaka-aine (v. 1970 n. 3000 m³).

Korjuuketjuja koskevissa laskelmissa lähdetään kahdesta perustapauksesta

1. Kannokon korjuu
2. Kantopuun korjuu runkopuun korjuun yhteydessä

Laskelmat rajoitetaan koskemaan vain sellaisia korjuuketjuja, joissa kantopuun kaukokuljetus suoritetaan kuorma-autolla väli-varastolta tehtaalle ja joissa lähikuljetuksessa käytetään kuormaa kantavia, hydraulisella kourakuormaajalla varustettuja metsätraktoreita. Lisäksi oletetaan, että pelkkään kantojen nostoon liittyvät teknilliset ongelmat on pääosiltaan ratkaistu, vaikkakaan maassamme ei tällä hetkellä ole markkinoilla käyttökelpoisia nostolaitteita. Työvaliokunta katsoo, että korjuuketjun vaikeimmin ratkaistava osa on kantojen puhdistus ja pilkkominen kuljetuksen kannalta edullisempaan muotoon. Seuraavissa laskelmissa pyritään osoittamaan, kuinka paljon korkeintaan tämä työvaihe saa maksaa (mk/k-m³), seuraavassa kohdassa 4 esitettyjen laskentaperusteiden ollessa voimassa.

2. Tehtävän yleistarkastelua

Tehtävänasettelun a-kohdan ratkaisua etsittäessä on pidettävä mielessä tuleva työvoimapula l. toiminnan tuottavuuden on oltava korkea. Edelleen olisi ratkaisujen liityttävä mahdollisimman kattomasti muihin metsätalouden töihin kuten esim. runkopuun korjuuseen ja metsänviljelyyn. Näin ollen välineistön pitäisi, mikäli mahdollista, olla lisälaitteita, jolloin peruskoneiden kustannukset

eivät yksinomaan rasita kantojen korjuuta. Huomiota on myös kiinnitettävä koneiden maastokelpoisuuteen ja kestävyYTEEN. Ratkaisuja etsittäessä on myös huomattava, että korjuuolosuhteet vaihtelevat eri puolilla Suomea, mikä luonnollisesti rajoittaa menetelmän valintaa. Lisäksi on todettava, että suurin osa laskelmissa käytetyistä tuotoksista on arviopohjalla. Sama koskee myös pinotiheyslukuja. Työvaliokunta katsoo, että kantojen korjuun kokeilua ja kehittämistä olisi vietävä eteenpäin kahdella linjalla, joista toinen tähtää pitemmälle tulevaisuuteen ja pyrkii luomaan suuntaaviivat pitkälle koneellistetulle korjuutoiminnalle. Toisella linjalla olisi pyrittävä nopeasti löytämään ratkaisuja tehdaspään kokeilulaitosten puun saannin turvaamiseksi kohtuullisin kustannuksin sekä hankkimaan käytännön kokemusta pitkän tähtäimen linjan toimintaa varten. Työvaliokunta katsoo, että kumpikin toimintalinja on välttämätön ja ne täydentävät toisiaan.

3. Korjuuketjut

Analysoitavat korjuuketjut on esitetty liitteessä 1. Työn alkuvaiheessa oli tarkasteltavana useampiakin ketjuja, joista vähemmän käyttökelpoiset tapaukset on jätetty esittämättä. Korjuuketjuissa on työjaettu viiteen perustyövaiheeseen, jotka ovat

1. Palstavaihe
2. Lähikuljetus
3. Välivarastovaihe
4. Kaukokuljetus
5. Lisäkäsittely tehdaspäässä

4. Laskentaperusteet

41. "Leimikko"

Laskelmat perustuvat siihen, että korjattavana on kantoleimikko, jonka tiheys on 400 kantoa/hehtaari. Talteen saatavan kanto- ja juuripuun määräksi oletetaan 15 % alueella olleen runkopuun määrästä ($160 \text{ k-m}^3/\text{ha}$, á $0.4 \text{ k-m}^3/\text{runko}$) eli $24 \text{ k-m}^3/\text{ha}$. Lisäksi oletetaan, että 5 cm läpimitaltaan ohuempia juuria ei oteta talteen.

42. Nostolaitteet ja niiden tarvitsemat peruskoneet

- Caterpillar D 7, kustannus kuljettajan kanssa	= 70:-/t
- " " D 4, " " " " "	= 40:-/t
- Metsätraktori, " " " " "	= 30:-/t
- Maataloustraktori, " " " " "	= 13:-/t
- Hydr. nostolaite (10000:-, 4 v., á 700 t/v)	= 5:-/t
- Kevyt mekaaninen nostolaite (4000:-, 4 v. á 700 t/v)	= 2+:/t

Arvioidut tuotokset ja yksikkökustannukset eri nostolaitteille ovat tällöin seuraavat:

Nostolaite	Tuotos kantopuuta	mk/k-m ³
Cat.D7 (nosto+kasaus)	400 k/pv=3 k-m ³ /t	23:30 mk/k-m ³
Cat.D4 (kaato)	800 r/pv=6 k-m ³ /t	6:66 mk/k-m ³
Cat.D4 (kaato ja juuret poistetaan)	800 r/pv=3 k-m ³ /t	13:32 mk/k-m ³
Metsätraktori + hydraulinen nostol.	45 k/t =2.7 k-m ³ /t	12.04 mk/k-m ³
Maataloustraktori + kevyt nostolaite	20 k/t =1.2 k-m ³ /t	12.33 mk/k-m ³

43. Pilkkominen ja juurien poisto

Laskelmissa on tämän työvaiheen kohdalla lähdetty kahdesta vaihtoehdosta

a) koneella

b) moottorisahalla (erikoisteräketju)

Koska työhön sopivia koneita ja laitteita ei ole vielä käytettävissä lähdetään a-kohdassa siitä, että lasketaan suurimman mahdollisen tehdashinnan ja muiden korjuuvaiheiden kustannusten erotus, jolloin tiedetään, kuinka suuri korkeintaan suunniteltavan laitteen kustannukset saisivat olla. Jälkimmäisessä tapauksessa lähdetään siitä, että moottorisahamies poistaa juurakkoineen kaadetuista puista puun käsittelyä haittaavat juuret, jolloin tuotoksen oletetaan olevan 100 puuta/päivä = 3 k-m³/päivä. Mikäli työntekijän päiväkustannus on 50 mk, saadaan kustannukseksi 16.66 mk/k-m³. Kasattujäkantoja pilkottaessa oletetaan tuotoksen olevan 50 k/t. Mikäli myös juuret kuljetetaan tehtaalle on päivätuotos 3 k-m³. Korjattaessa talteen pelkästään kanto-osa, on tuotos 1.5 k-m³/pv.

44. Lähikuljetus

Lähikuljetus suoritetaan kuormaa kantavalla metsätraktorilla, jonka kuormatilavuus on 15 m^3 ja tuntikustannus 32 mk/t . Kone on varustettu kippaavalla perävaunulla ja hydraulisella kourakuormajalla. Alustavat laskelmat osoittivat, että lähikuljetusmatka ei saisi ylittää 200 m . Tällä matkalla arvioitiin koneen tuntituotokset seuraaviksi.

Ajomatka m	Tuntituotos					
	$\text{p-m}^3/\text{t}$		$\text{k-m}^3/\text{t}$			
	Ajouran varresta	Palstalta	Ajouran varresta	Palstalta		
			Pinotiheys			
			0.4	0.2	0.4	0.2
0...200	12.0	11	4.8	2.4	4.4	2.2
201...400	10.0	9	4.0	2.0	3.6	1.8
401...600	8.0	7	3.2	1.6	2.8	1.4

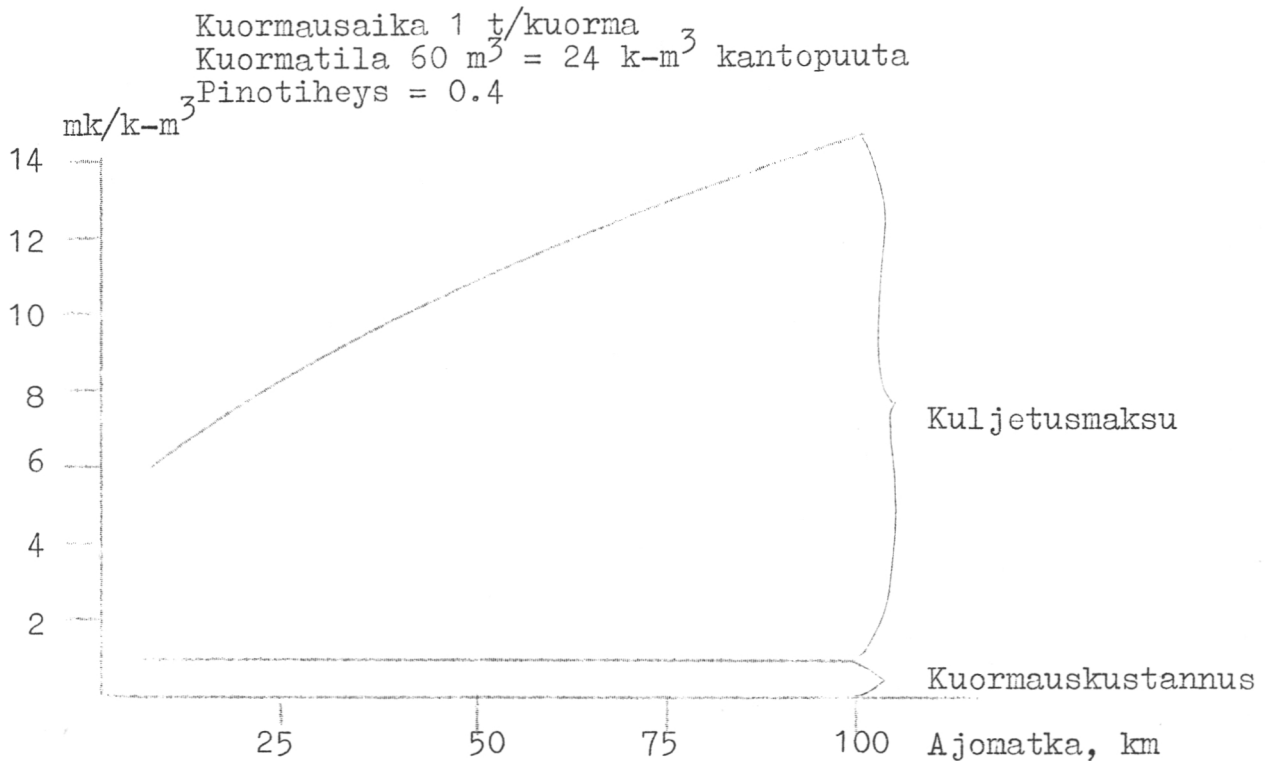
Kustannukset olisivat tässä tapauksessa seuraavat:

Ajomatka, m	Ajouran varresta		Palstalta	
	Pinotiheys			
	0.4	0.2	0.4	0.2
	mk/k-m^3			
0...200	6.66	13.33	7.27	14.55
201...400	8.00	16.00	8.89	17.78
401...600	10.00	20.00	11.43	22.86

Runkojuonnossa olisivat kustannukset alle 200 m:n matkalla 3.33 mk/k-m^3 .

45. Kaukokuljetus ja kuormaus

Kuljetusmaksu korjattessa kantopuu runkopuun yhteydessä oli laskelmissa sama kuin tukin kuljetusmaksu = 5.70 mk/k-m^3 . Kanto- ja juuripilkkeen kuljetusmaksu laskettiin kuivan havupinotavaran kuljetustaksasta (pinotiheys 0.4). Ilman juurakkoa olevia kantoja kuljetettaessa arvioitiin pinotiheyden olevan 0.45 . Kuljetuskustannukset ajokertaa kohti kuljetusmatkan funktiona olisivat tällöin seuraavat, mikäli kuormauslaitteena käytetään 23 mk/t maksavaa etukuormajaa, joka kuormaa 60 m^3 kuorman 1 tunnissa:



Korjuuketjujen kustannukset on laskettu 50 km ajomatalla, jolloin on oletettu, että yhdellä 60 m^3 :n autolla pystytään ajamaan kaksi kuormaa päivässä. Kuljetuskustannus olisi tällöin 0.40 pinotiheydellä 12.50 mk/k-m^3 ja 0.45 pinotiheydellä 11.10 mk/k-m^3 .

46. Puun tehdashinta

Laskelmissa on lähdetty siitä, että puun tehdashinta ei saa ylittää $25 \text{ mk/p-m}^3 \sim 36 \text{ mk/k-m}^3$ (muuntoluku 0.7).

47. Metsänviljely

Oletetaan, että kannonnostolla voidaan korvata metsämaan laikutus, jolloin korjuukustannuksista voidaan vähentää laikuuskustannukset, joiden arvioidaan olevan 100 mk/ha eli 4.17 mk/k-m , mikäli kantopuun määrä hehtaaria kohti on 24 k-m^3 .

5. Johtopäätökset

- Taloudellisin korjuuketju on ketju n:o 1, jonka käyttö rajoittuu niihin tapauksiin, jolloin kantopuu voidaan korjata runkopuun yhteydessä. Ketjun etuja on ennen kaikkea kuljetuksen halpuus ja yksinkertaisuus. Ketjun kriitillinen vaihe on palstavaihe, jossa murrokoon kaadetun puuston hakkuu saattaa vaikeutua. Lisäksi juurien poisto moottorisahalla on erittäin kallista. Myös tehdaspäässä (sahalla) saattaa syntyä tappioita, mikäli tukkien tyviin jää kiviä.

- Kannokon korjuussa olisi taloudellisin menetelmä korjuuketju n:o 4. Tähän soveltuvat mm. Tuomen Konepajan ja Marttiinin kannonostolaitteet. Ketjun kriitillisin vaihe on kantojen pilkkominen ja juurien poisto, jonka koneellistaminen on pitkällä tähtäyksellä välttämätön. Tähän työhön ei kuitenkaan kannata sijoittaa erillistä koneyksikköä, vaan olisi kehitettävä nostolaitteeseen tai kourakoneeseen soveltuvia lisälaitteita.

- Raskas telaketjutraktori nostaa ketjun hintaa, eikä sitä kannata käyttää ainakaan hydraulisen nostolaitteen peruskoneena.

- Kaikkien korjuuketjujen kannattavuus riippuu oleellisesti hehtaaria kohti kertyvästä kantopuun määrästä.

- Kannon pilkkominen ja juurien irroittaminen pitäisi suorittaa ennen lähikuljetusta riittävän pinotiheyden aikaansaamiseksi.

- Kantojen pilkkominen välivarastolla on kannattamatonta.

- Mikäli mahdollista pitäisi lähikuljetusvaihe jättää pois korjuuketjusta.

- Uudistusalan teosta johtuva kustannussäästö on merkittävää luokkaa ja riippuu voimakkaasti hehtaaria kohti kertyvästä puumäärästä.

6. Teknillisiä näkökohtia

Kantojen nostoon käytettävän laitteen pitäisi olla rakenteeltaan sellainen, että sillä pystytään kasaamaan 2...3 kantoa samaan paikkaan. Tällöin traktorin eteen asennettu nostolaite on parempi. Kantojen pilkkomiseen pitäisi käyttää vaihdettavalla terällä (tai terillä) varustettua halkaisuveistä tai hydraulisia saksia. Halkaisu- ja puhdistuslaitteita suunniteltaessa pitäisi ottaa huomioon, että niiden edullisimmat sijoituspaikat ovat nostolaite tai lähikuljetukseen käytettävä kone. Erillisen yksikön liittäminen korjuuketjuun ei ole taloudellista. Mikäli katkontalaite on liitetty hydraulikuormaajaan, pitäisi nostolaitteen pystyä jättämään kannot siten, että juuret ovat ylöspäin. Parhaimman tuloksen em. katkontalaite antaa, jos juuret voidaan irroittaa kuormatilan yläpuolella, jolloin ei tarvita erillistä juurien keräilyä ja puuta ei jätetä metsään. Vaihtoehtona on juurien jättäminen maahan, mikä taas pienentää hehtaaria kohti saatavaa kanto-puun määrää ja nostaa kustannuksia. Eräänä ratkaisuna olisi monitoräinen halkaisulaite, jolla juuret poistetaan välittömästi noston yhteydessä. Myös tämä pienentää hehtaarilta saatavaa puumäärää. Mitä metsänviljelyyn liittyviin näkökohtiin tulee, saadaan kaikilla tässä esitetyillä korjuumenetelmillä aikaan laikutus, mistä saatava kustannussäästö on otettu huomioon laskelmissa. Metsänviljelykustannusten osuus on ainakin esitetyssä kantoleimikossa siksi suuri, että se tulee ottaa huomioon koneita suunniteltaessa. Mikäli nostoon käytetään konetta, joka jättää juurakon maahan, ei metsänviljelytekijää voida ottaa huomioon. Toisaalta, mikäli kanto otetaan runkopuun yhteydessä säästetään suurin osa korjuukustannuksista. Tähän soveltuvien laitteiden kehittelyn tulisi olla toisena varsinaisten nostolaitteiden suunnittelun rinnalla kulkevana linjana.

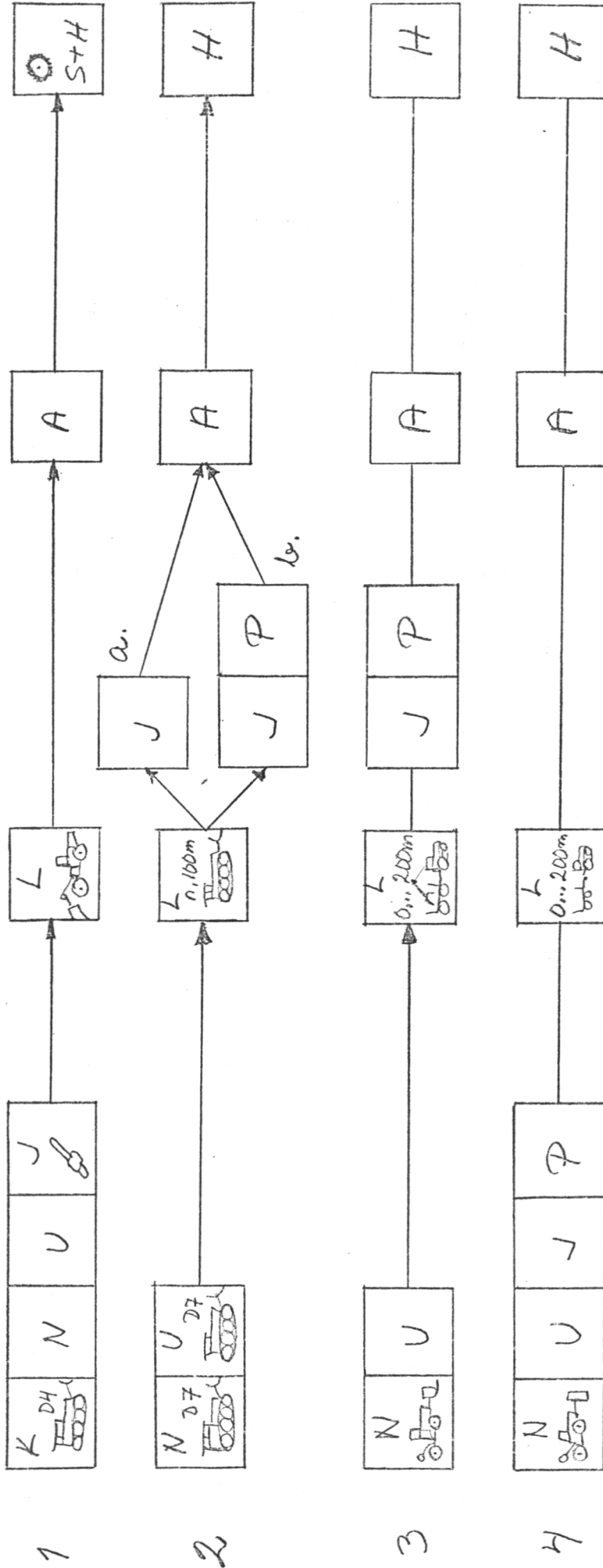
Edellä suoritettut laskelmat osoittavat, että kantojen pilkkomiseen ja puhdistamiseen jää edullisimmassakin tapauksessa n. 8 mk/k-m³. On selvää, että tällöin on tyydyttävä verraten yksinkertaisiin ja karkeapiirteisiin ratkaisuihin. Ennen kaikkea halkaisu pitäisi suorittaa ennen lähikuljetusta, koska pinotiheydellä on oleellinen merkitys kuljetuksen kannattavuuteen.

16.4.1970

Matti Ahonen

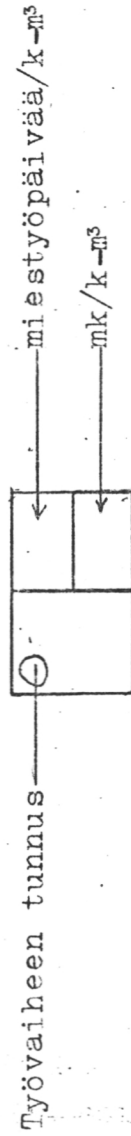
Kanto- ja juuripuun korjuu- ja kuljetusketjujen tarkastelua

Ketjun n:o Palstavaihe Lähikuljetus Välivarasto Autokuljetus Tehdas



- K = kaato
 - N = nosto
 - J = juurien poisto
 - P = pilkkominen
 - L = lähikuljetus
 - A = autokuljeuts
 - H = haketus
 - S = sahaus
-
- U = uudistusalan valmistus
 - = puskutraktori
 - = runkojuontotr.
 - = kuormaa kantava metsätraktori
-
- = tehdassahaus
 - = runkojuonto-
traktori ja
hydraulinen
nostolaite

Kanto- ja juuripuun korjuu- ja kuljetusketjujen tarkastelua



Σ

Ketjun n:o

	K	N	U	J	L	A	S		
1	0.04 12.50	-	-8.34	0.33 16.66	0.04 3.73	0.02 5.70	0.01 1.00		0.44 30.85
								(21.81: / k-m³)	
2a	0.08 46.66	-	-8.34	0.66 33.32	0.02 11.10				0.76 83.94
								(-13.42: / k-m³)	
2b	0.04 21.03	-	-4.17	0.41 20.80	0.02 12.53				0.47 52.49
								(+4.31: / k-m³)	
3	0.04 12.04	-	-4.17	0.41 20.80	0.02 12.53				0.53 55.75
								(+1.05: / k-m³)	
4	0.04 12.04	-	-4.17	0.03 7.27	0.02 12.53				0.42 44.33
								(+8.33: / k-m³)	

liite 2