

HIILIMETSÄTALOUS OSANA TULEVAISUUDEN ILMASTORATKAISUJA

Ligniinin valmistuskustannukset ja poltto kiertopetikattilassa

Hiilimetsätalous loppuseminaari, 26.10.2022 / Hannu Mikkonen, VTT



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

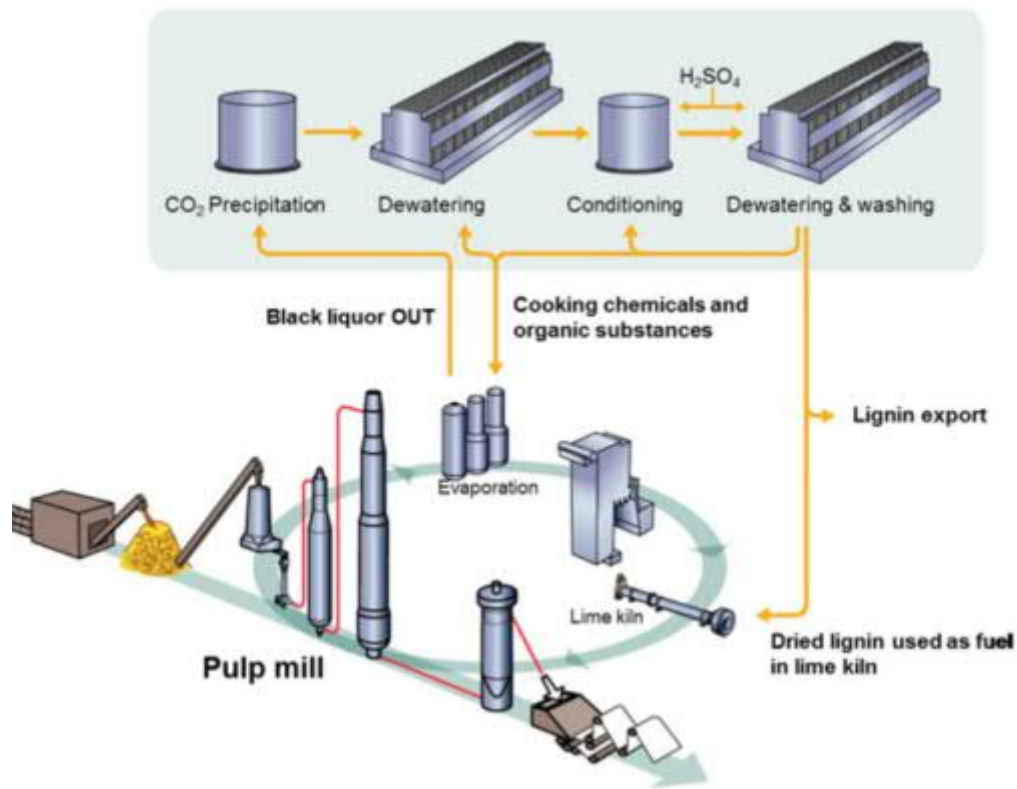
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Taustaa

- ❑ Vertailukohteet ovat Äänekosken biotuotetehtas ja Alvan Keljonlahden voimalaitos.
 - Biotuotetehtaan sellun tuotanto 1,3 Mt / a
 - Keljonlahden kattilateho 495 MW, sähkö/kaukolämpö 215/260 MW
- ❑ Arvioidaan onko kannattavaa polttaa ligniiniä Keljossa:
 - Ligniinin erotuskustannukset
 - Vältetty bioperäinen CO₂
 - Ligniinin kuivaus Äänekoskella
 - Kuljetus
 - Lastaus ja purku (investoinnit)
 - Polton hyötysuhteet Keljossa (CFB-kattila) ja Äänekoskella (soodakattila)





Lignoboost: Haihdutuksen jälkeen mustalipeän pH:tä lasketaan hiilidioksidin avulla. Ligniini saostuu pH:n laskun seurauksena, jonka jälkeen se puristesuodatetaan. Tämän jälkeen ligniini pestään rikkihapon vesiliuoksella, joka poistaa ligniinistä epäpuhtauksia ja muokkaa sen liukoisuusominaisuuksia. Happopesun jälkeen ligniini vielä puristesuodatetaan ja kuivataan. Näin saadaan tuotettua lähes puhdasta ligniiniä.

Kestävä kasvu ja työtä -ohjelma

Lähtöarvot: Äänekosken sellutehdas

Ligniinin erotus (oletus: mustalipeän kuivapainosta 25 % on ligniiniä mistä erotusaste-% on laskettu)

Skenaario 1

Vuosituotanto (tällä hetkellä)	73 000	t/a (dry)
Tuotevirta	9,8	t/h
Erotus mustalipeästä [%]	11,4	%

Skenaario 3

Vuosituotanto	192 000	t/a (dry)
Tuotevirta	25,8	t/h
Erotus mustalipeästä [%]	30	%

Tuotteet, arvo:

Sellumassa, €/ADt:	1265€/t
Ligniini, €/t (dry):	146€/t
Mäntyöljy, €/t:	400€/t
Tärpätti, €/t:	70€/t
Metanoli, €/t:	580€/t
Sähkö, €/MWh:	50€/MWh

Skenaario 2

Vuosituotanto	128 000	t/a (dry)
Tuotevirta	17,2	t/h
Erotus mustalipeästä [%]	20,0	%

CO₂ päästöt

Päästön hinta	60 /100	€/tCO ₂
---------------	---------	--------------------

Tuotteet: Äänekosken sellutehdas

Ligniinin erotus

Skenaario 1 (CO2 = 60 €/t ja sähkö 50 €/ MWh)

Vuosituotanto	73 000	t/a (dry)
Erotus mustalipeästä [%]	11,4	%

Tuotteet		
Sellumassa	175	t/h
Ligniini, dry	9,8	t/h
Mäntyöljy	8,7	t/h
Tärpätti	1,7	t/h
Metanoli	0,9	t/h
Sähkö, myyty	158	MW
Kalkkiuuni pa	92	MW

Skenaario 2 (CO2 = 60 €/t ja sähkö 50 €/ MWh)

Vuosituotanto	128 000	t/a (dry)
Erotus mustalipeästä [%]	20,0	%

Tuotteet		
Sellumassa	175	t/h
Ligniini, dry	17,2	t/h
Mäntyöljy	8,7	t/h
Tärpätti	1,7	t/h
Metanoli	0,9	t/h
Sähkö. mvvtv	144	MW
Kalkkiuuni pa	92	MW

Tuotteet: Äänekosken sellutehdas

Ligniinin erotus

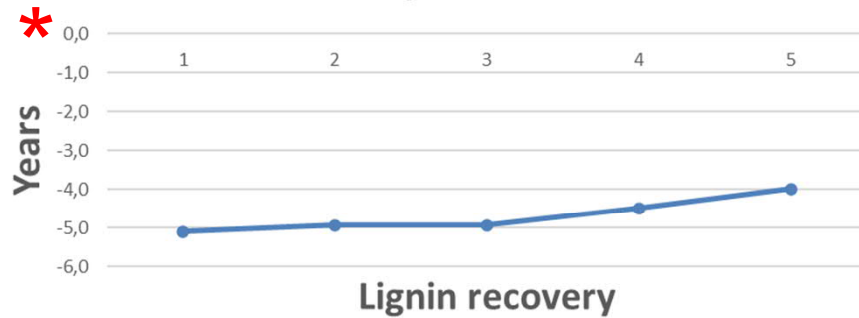
Skenaario 3 (CO₂ = 60 €/t ja sähkö 50 €/ MWh)

Vuosituotanto	192 000	t/a (dry)
Erotus mustalipeästä [%]	30,0	%

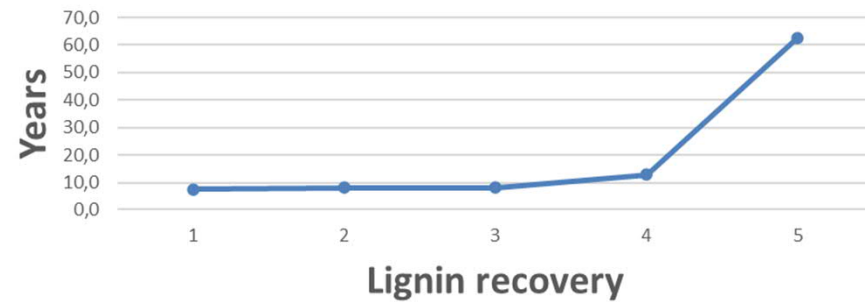
<u>Tuotteet</u>		
Sellumassa	175	t/h
Ligniini, dry	25,8	t/h
Mäntyöljy	8,7	t/h
Tärpähti	1,7	t/h
Metanoli	0,9	t/h
Sähkö, myyty	126,8	MW
Kalkkiuuni pa	92	MW

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

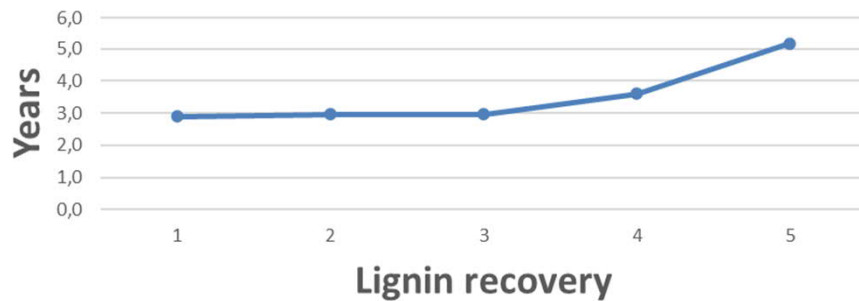
Payback period, bio CO2 0€/t, fos. 60€/t, 50€/MWh



Payback period, bio CO2 60€/t, fos. 60€/t, 50€/MWh



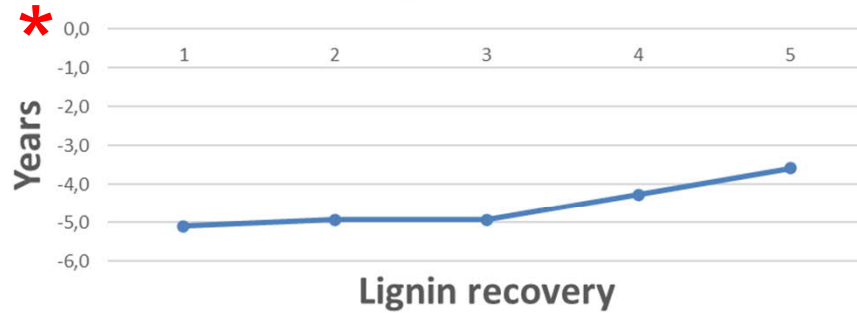
Payback period, bio CO2 100€/t, fos. 60€/t, 50€/MWh



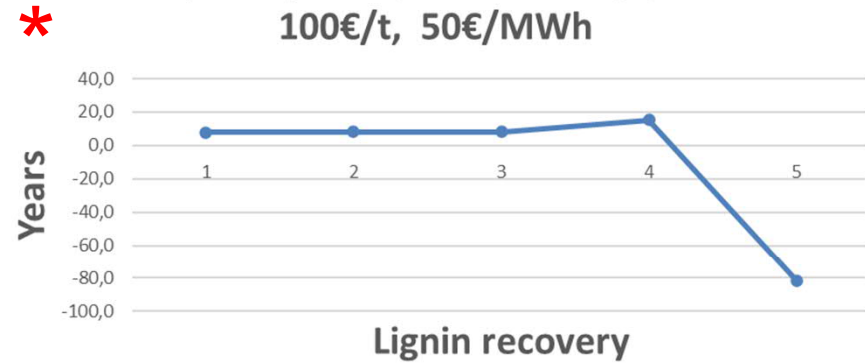
X-akseli: Ligniinin erotusaste 10, 20, 30, 40 ja 50%:a mustalipeästä
 Y-akseli: Ligniinin erotuslaitoksen takaisinmaksuaika vuosina
 *(takaisinmaksu näkyy negatiivisena jos nettokassavirta on tappiollinen)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

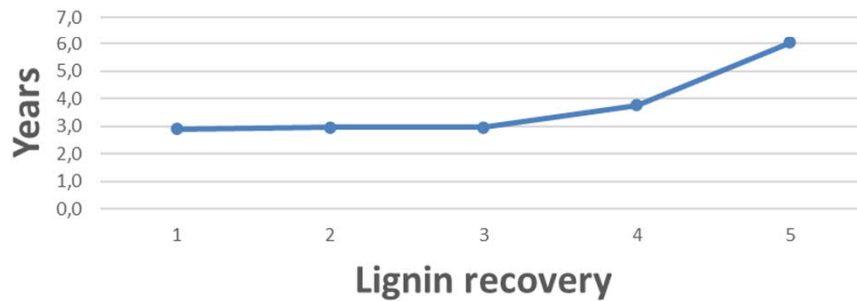
Payback period, bio CO2 0€/t, fos. 100€/t, 50€/MWh



Payback period, bio CO2 60€/t, fos. 100€/t, 50€/MWh



Payback period, bio CO2 100€/t, fos. 100€/t, 50€/MWh

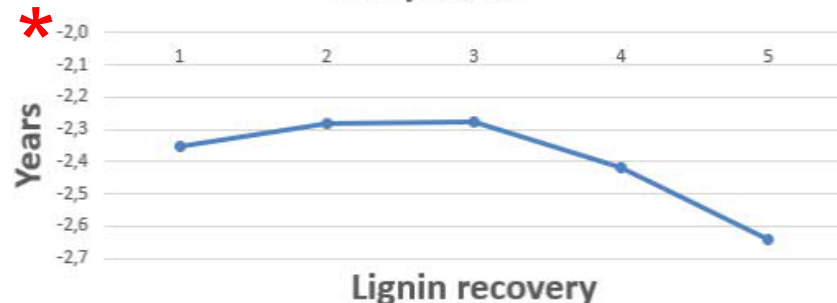


X-akseli: Ligniinin erotusaste 10, 20, 30, 40 ja 50%:a mustalipeästä
 Y-akseli: Ligniinin erotuslaitoksen takaisinmaksuaika vuosina

* (takaisinmaksu näkyy negatiivisena jos nettokassavirta on tappiollinen)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

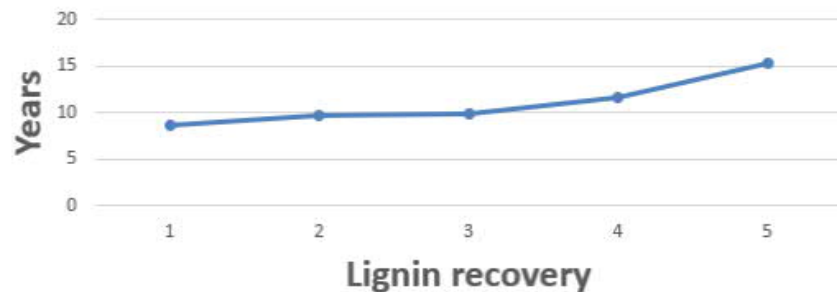
Payback period, bio CO2 0€/t, fos. 60€/t,
100€/MWh



Payback period, bio CO2 60€/t, fos. 60€/t,
100€/MWh



Payback period, bio CO2 100€/t, fos.
60€/t, 100€/MWh



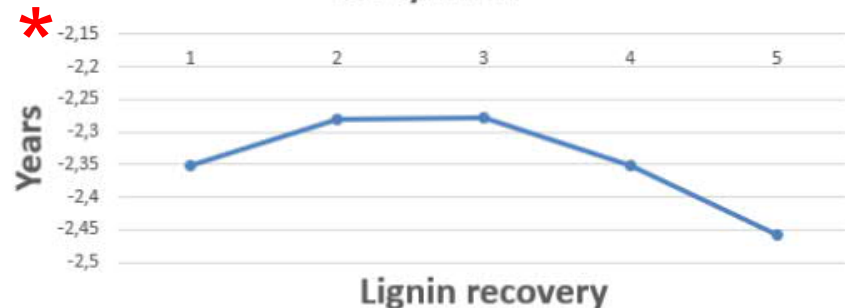
X-akseli: Ligniinin erotusaste 10, 20, 30,
40 ja 50%:a mustalipeästä
Y-akseli: Ligniinin erotuslaitoksen
takaisinmaksuaika vuosina

* (takaisinmaksu näkyy negatiivisena jos
nettokassavirta on tappiollinen)

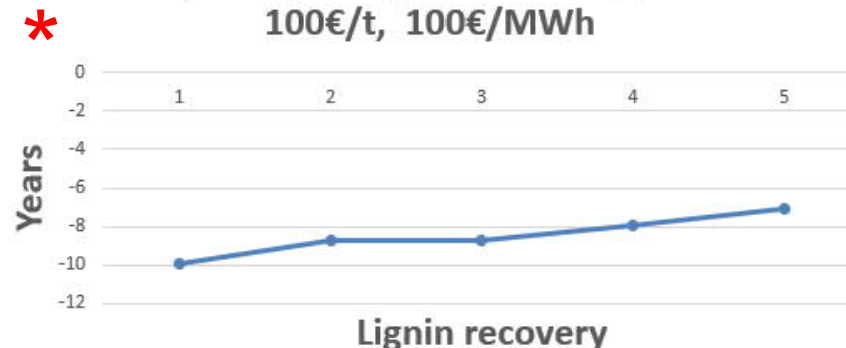
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



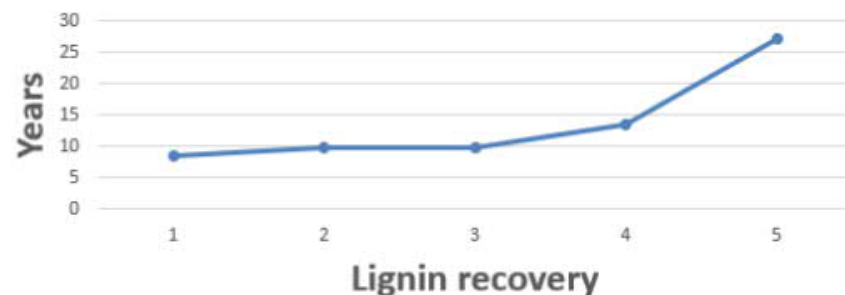
Payback period, bio CO2 0€/t, fos. 100€/t, 100€/MWh



Payback period, bio CO2 60€/t, fos. 100€/t, 100€/MWh



Payback period, bio CO2 100€/t, fos. 100€/t, 100€/MWh



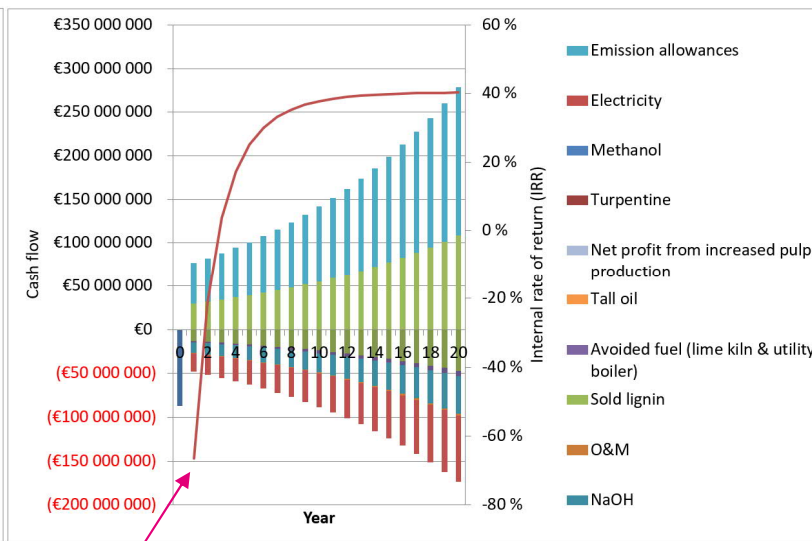
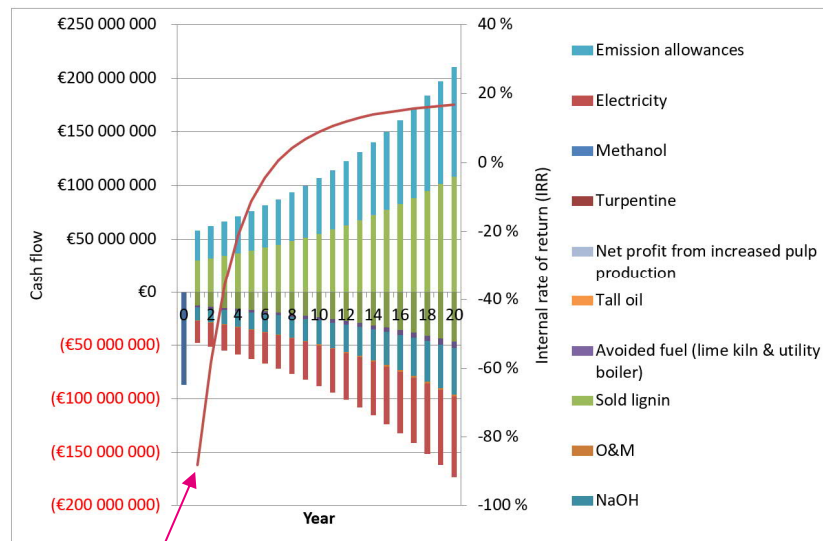
X-akseli: Ligniinin erotusaste 10, 20, 30, 40 ja 50%:a mustalipeästä

Y-akseli: Ligniinin erotuslaitoksen takaisinmaksuaika vuosina

* (takaisinmaksu näkyy negatiivisena jos nettokassavirta on tappiollinen)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

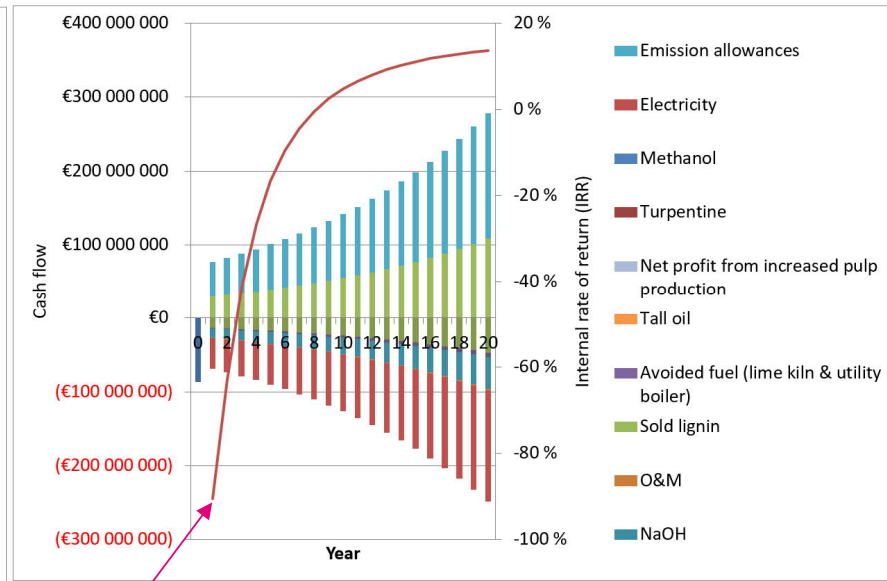
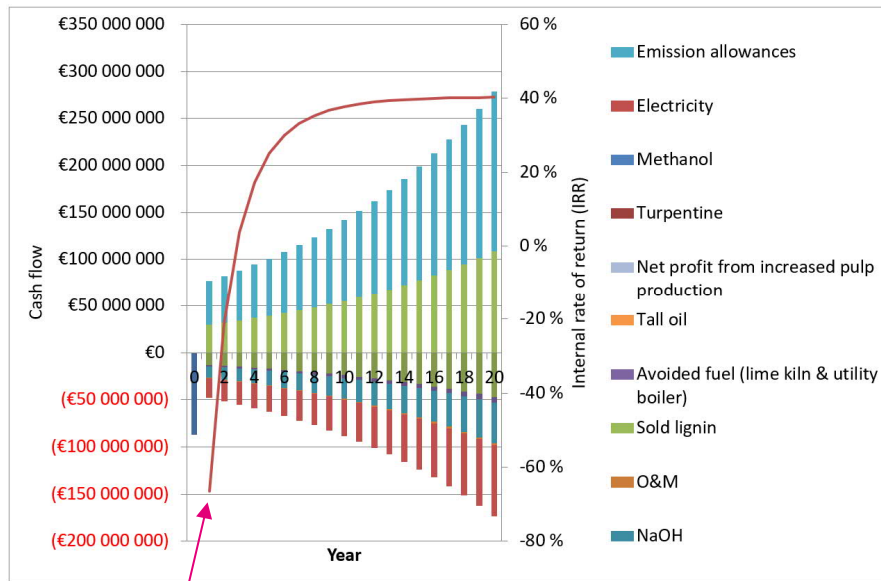
Ligniinin erotus, 30% mustalipeästä-> CO2-hinta 60 -> 100 €/t



IRR= Internal Rate of Return (tuotto % investoinnille)
Sähkön hinta 50 €/MWh

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

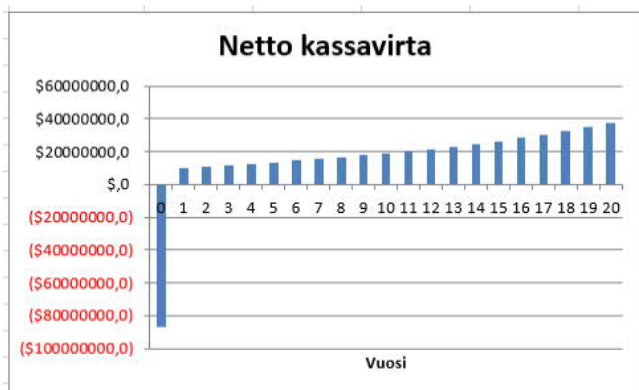
Ligniinin erotus, 30% mustalipeästä-> Sähkön hinta 50 -> 100 €/MWh



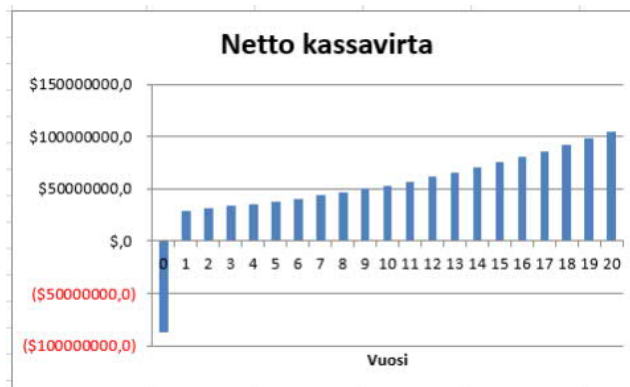
IRR= Internal Rate of Return (tuotto % investoinnille)
CO2 -päästöoikeus 100 €/t

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

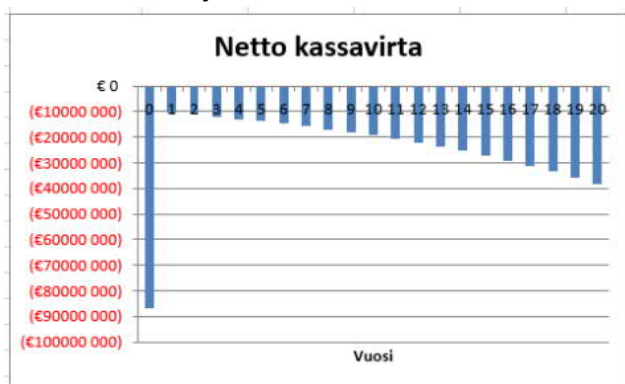
CO₂/t=60€ ja Sähkö MWh=50€



CO₂/t=100€ ja Sähkö MWh=50€



CO₂/t=60€ ja Sähkö MWh=100€



CO₂/t=100€ ja Sähkö MWh=100€



ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Polttoaineet, vertailua

Polttoaine	Mittayksikkö	GJ	MWh	toe	t/m3 (tai t/i-m3)
Kivihili	tonni	25,211	7,003	0,602	0,8
Polttohake	i-m3	2,88	0,8	0,069	0,3
Jyrsinturve	i-m3	3,24	0,9	0,077	0,32
Ligniini	tonni	25,5	7,083	0,609	0,8

Äänekoski

Tuotteet		
Sellumassa	175	t/h
Ligniini, dry	25,8	t/h
Mäntyöljy	8,7	t/h
Tärpätti	1,7	t/h
Metanoli	0,9	t/h
Sähkö, myyty	126,8	MW
Kalkkiuuni pa	92	MW

Bio CO₂=440 000 t/a -> 26,4 M€

Keljo

Polttoaineet	€/MWh	Päästöoikeus- lisä €/MWh	Valmistevero €/MWh	€/MWh
Polttohake	24			24
Turve	12	31	5,7	48,7
Hiili	23	11,4		34,4
ligniini	21,5			21,5

(Ligniini 20,6 €/MWh + kuljetus 6,6 €/t,
0,9 €/MWh)=21,5 €/MWh

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Johtopäätökset

- ❑ Äänekosken biotuotetehtaan mustalipeästä tehtävä ligniinin erotus 30%:
 - Sähkön ja CO₂:n hintojen muutos vaikuttaa merkittävästi ligniinin tuotantoon tehdyn investoinnin tuotto -%:iin.
 - Paras nettokassavirta saadaan kun sähkön hinta on matala (50 €/MWh) ja CO₂:n korkea (100€/t)
- ❑ Ligniinin lämpöarvo on korkea ja se on valmiiksi kuivattua (alle 10%) -> sopii hyvin seospolttoaineeksi (21,5 €/MWh) sisältäen kuljetuksen. (Lastaus ja purkutekniikat vielä avoinna).
- ❑ Bio CO₂:n (eli Äänekoskella ei CO₂ -päästöjä) arvo 60 €/t:lla laskettuna on 8,5 €/MWh mikä voisi alentaa ostettavan ligniinin hintaa.
- ❑ Jyväskylän kaukolämpöjärjestelmässä hyötysuhde on korkeampi 90-95% koska sekä sähkö että lämpö saadaan täysin hyödynnettyä.

HIILIMETSÄTALOUS OSANA TULEVAISUUDEN ILMASTORATKAISUJA

Kiitos!

(email:hannu.i.mikkonen@vtt.fi)

(p. 040 5953 909)



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto