Metsäteollisuuden rooli ilmaston lämpenemisen vähentäjänä

PROSTEK 2018-yhteistyöfoorumi 03.10.2018

Katja Kuparinen, Esa Vakkilainen

LUT ENERGIATEKNIIKKA

- Energiajärjestelmien mallinnus
- Ydintekniikka
- Bioenergia
- Virtaustekniikka

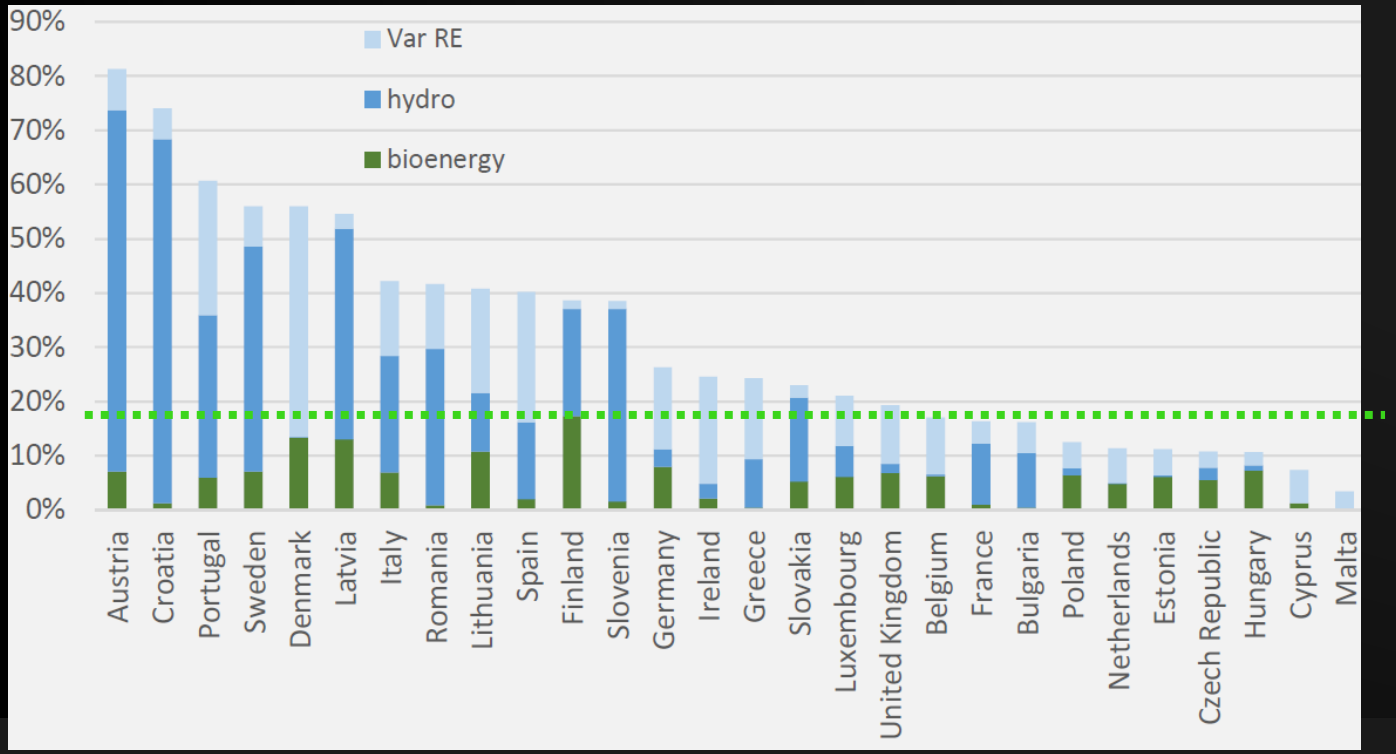
Energiajärjestelmä muutostilassa

- Pariisin COP21 päätyi julkilausumaan jossa kasvihuonekaasuja pitää voimakkaasti alentaa
- Pelkästään uusiutuvaa sähkön tuotantoa lisäämällä ei tavoitteisiin päästä mutta tämä on nykytrendi

Palveluita ja uusia liiketoimintoja tarvitaan energiamurroksessa

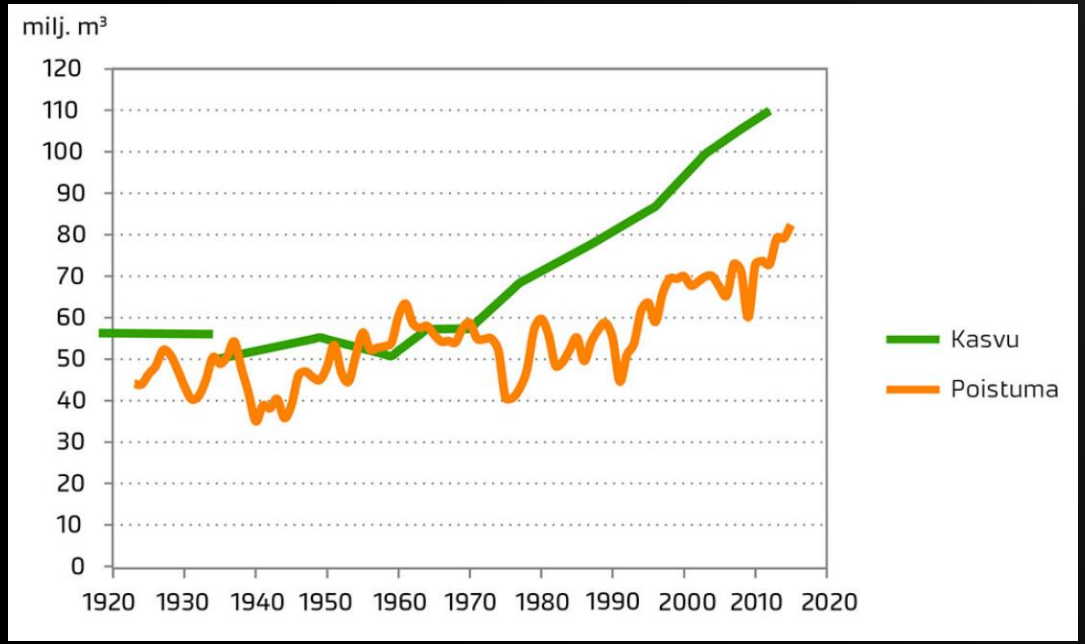
- Odotettavissa EUlta voimakkaita vaatimuksia
  - Energiatehokkuuden parantamiseksi +32.5%
  - Kasvihuonekaasupäästöjen alentamiseksi +40%

Suomi on bioenergian johtava maa EUssa

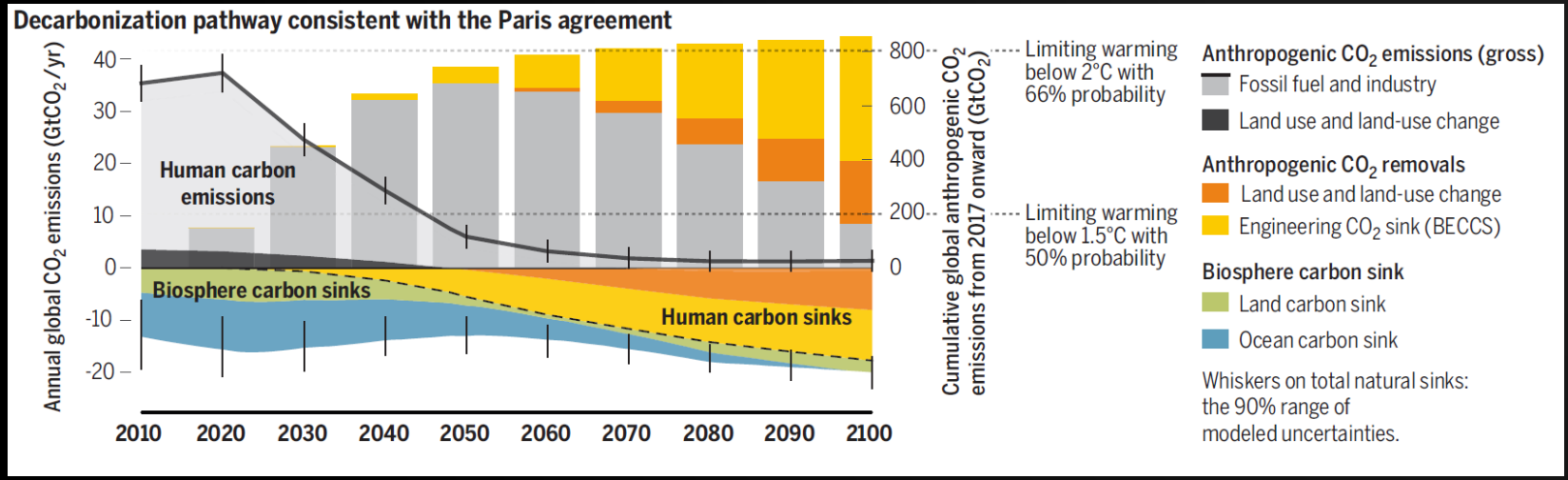


Overview of the energy sources that provide renewable electricity in total electricity generation in 2014

Suomen puusto on toiminut hiilivarastona



Maailma tarvitsee negatiivisia päästöjä



Pelkkä hiilen varastointi metsiin ei riitä vaan tarvitaan myös tekniikkaa BECSS

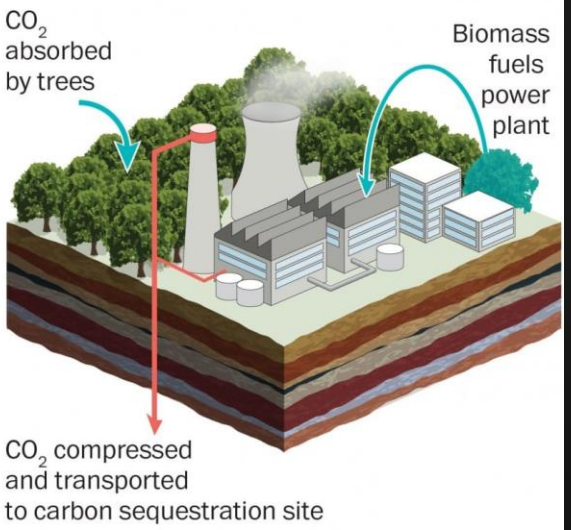
Rockström, J.; Gaffney, O.; Rogelj, J.i; Meinshausen, M.; Nakicenovic, N. and Schellnhuber, H. J., 2017, A roadmap for rapid decarbonization. Science, Vol. 355, No. 6331, 24 Mar 2017, pp. 1269–1271.

Mitä on BECCS

Bioenergy combined with carbon capture and storage (BECCS)

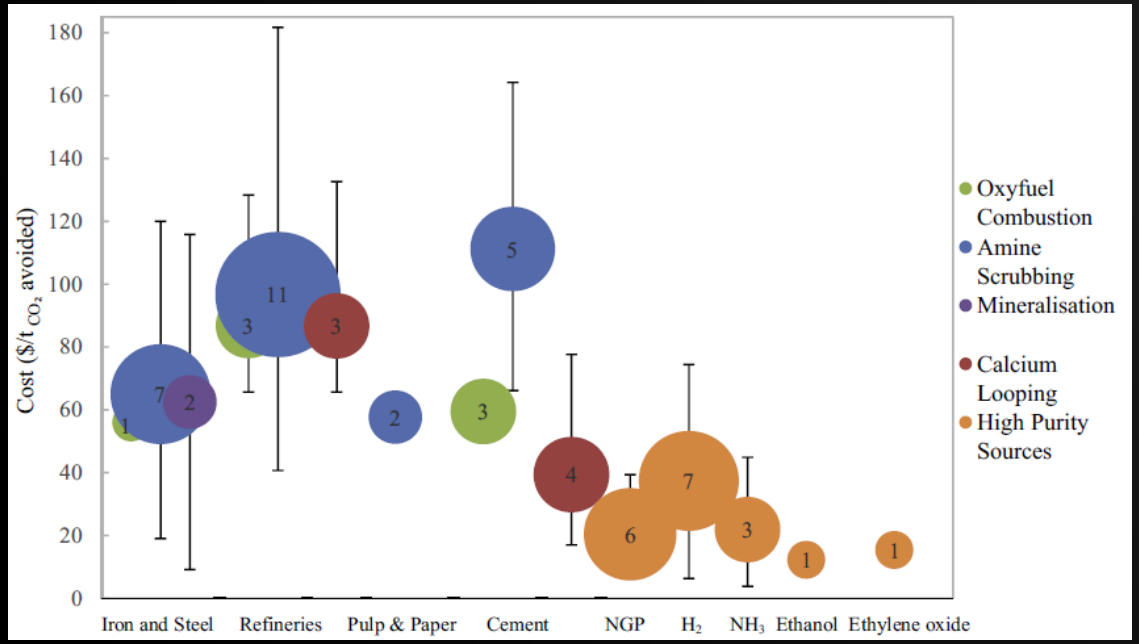
Trees or other forms of biomass are burned in power plants and replanted. Power plants capture, compress and send carbon dioxide to sequestration sites, where it is buried or used for enhanced oil recovery.

- ⊕ Both technologies already exist
- ⊖ Carbon sequestration technology has not been widely adopted yet.
- ⊖ Requires a very large amount of land to have a significant effect on CO_2 levels.



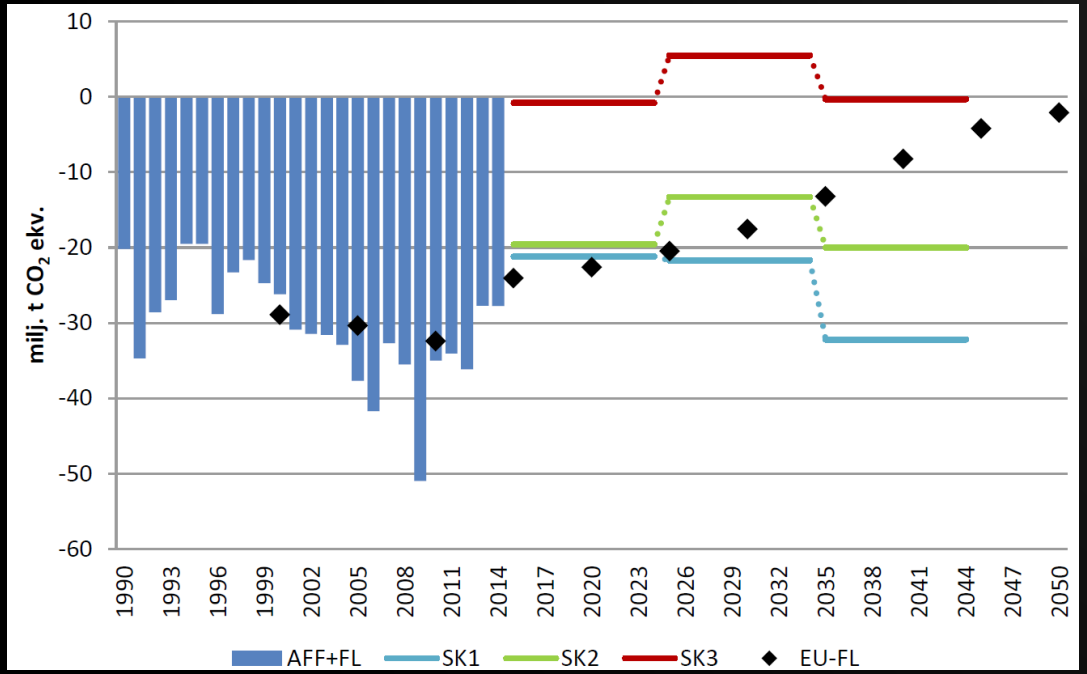
https://www.washingtonpost.com/

BECSS kustannus metsäteollisuus



Leeson, D.; Mac Dowell, N.; Shah, N.; Petit, C. and Fennell, P. S., 2017, A Techno-economic analysis and systematic review of carbon capture and storage (CCS) applied to the iron and steel, cement, oil refining and pulp and paper industries, as well as other high purity sources. International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol. 61, June 2017, pp. 71-84.

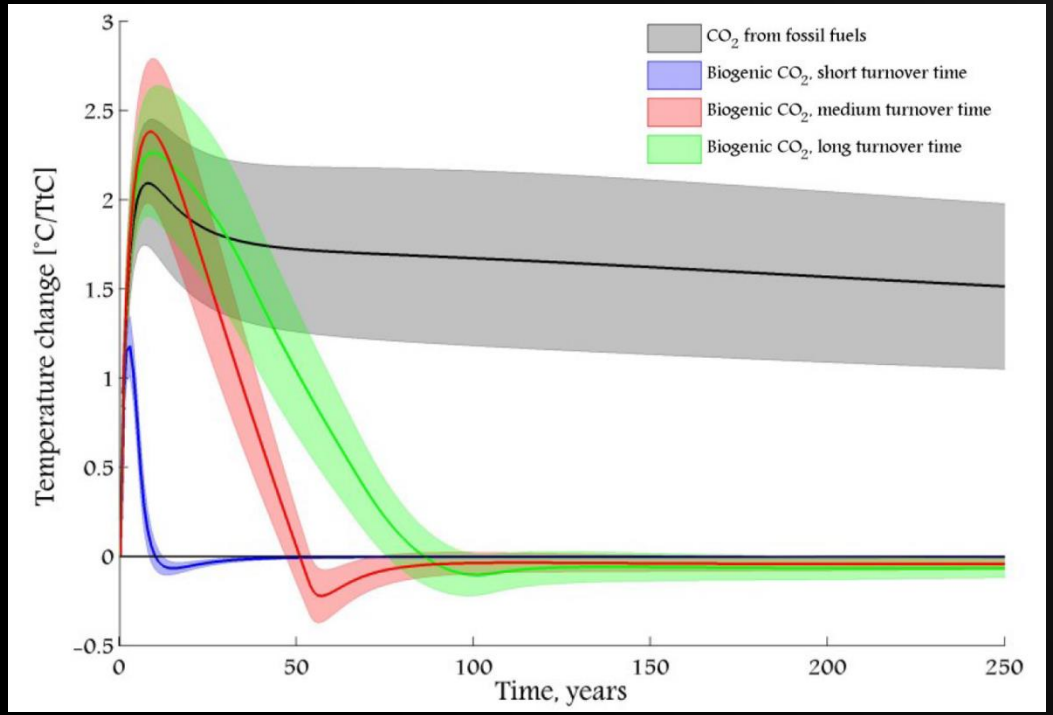
Paljonko Suomi voi hakata lisää?



Hakkuiden lisäys johtaa 10-30 vuoden kuoppaan kun maahan jäänyt biomassa lahoaa ja kasvu ei riitä korvaamaan hiilen menetystä **Saako Suomi hetkeksi hidastaa hiilen sitomista?**

Tuomainen, T.; Regina, K.; Ollila, P.; Haakana M. and Salminen, O., 2017, Maankäyttösektori EU:n ilmasto-politiikassa vuoden 2020 jälkeen. EU:n asetusehdotuksen COM(2016)279 vaikutukset Suomen kannalta. Natural resources and bioeconomy studies 31/2017. Natural Resources Institute Finland (Luke). Helsinki. 27 p.

Eri polttoaineiden CO2 vaikutus lämpötilaan



Biomassalle on esitetty kolme eri kasvunopeutta, sininen eukalyptus, punainen kuusikko, vihreä männikkö

Cherubini, F.; Gasser, T.; Bright, R. M.; Ciais, P. and Strømman, A. H., 2014, Linearity between temperature peak and bioenergy CO2 emission rates. Nature Climate Change, No. 4, pp. 983–987.

- CO_2 lähteet
- CO_2 poisto
- CO_2 hyötykäyttö

Metsäteollisuus ja BioCCU

Miksi: Sellutehdas ja CO_2

- Metsäteollisuus käyttää paljon energiaa.
  → CO_2 jalanjälki pieni ~10% päästökaupan piirissä olevista päästöistä
- Yli 80% CO_2 päästöistä tulee biomassan poltosta.
- Tehtailla käytetään nytkin osto CO_2
  - Ostettava hiilidioksidi on pääsääntöisesti fossiilista

#1 CO_2 Lähde on soodakattila

Viidenneksi tärkein polttoaine maailmassa

- 1300 Mt/a laihaa mustalipeää keittämöiltä
- 200 miljoonaa tonnia mustalipeän kuiva-ainetta poltetaan vuodessa
- 700 Mt korkeapainehöyryä vuodessa
- 50 Mt keitto-kemikaaleja Na_2O:na talteen vuodessa

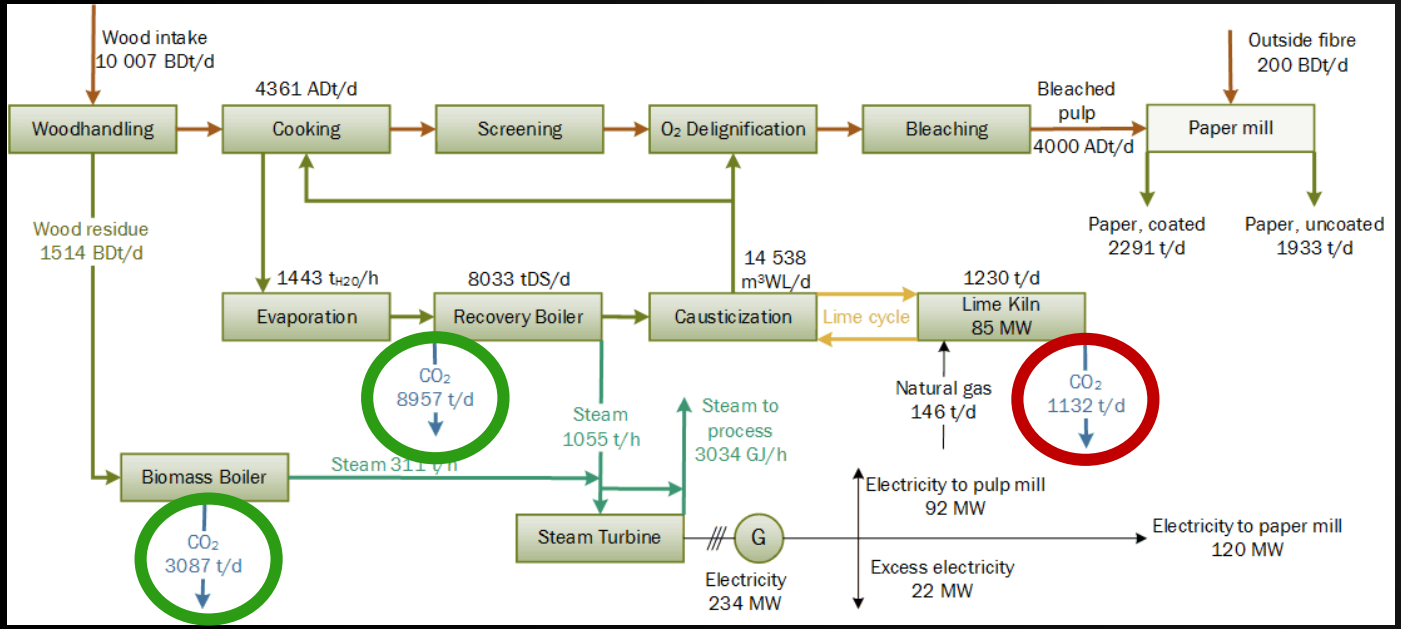
CO_2 lähteet

	kg CO_2/ADt
Soodakattila	1600–2400
Meesauunit joissa $CaCO_3$ muutetaan CaO pääsääntöisesti öljyllä ja kaasulla.	100–250
Biokattilassa poltetaan kuorta ja muita sivutuotteita	~20
Biokaasua tuotetaan e.g. lietteestä ja biopohjaisista sivutuotteista	~matala

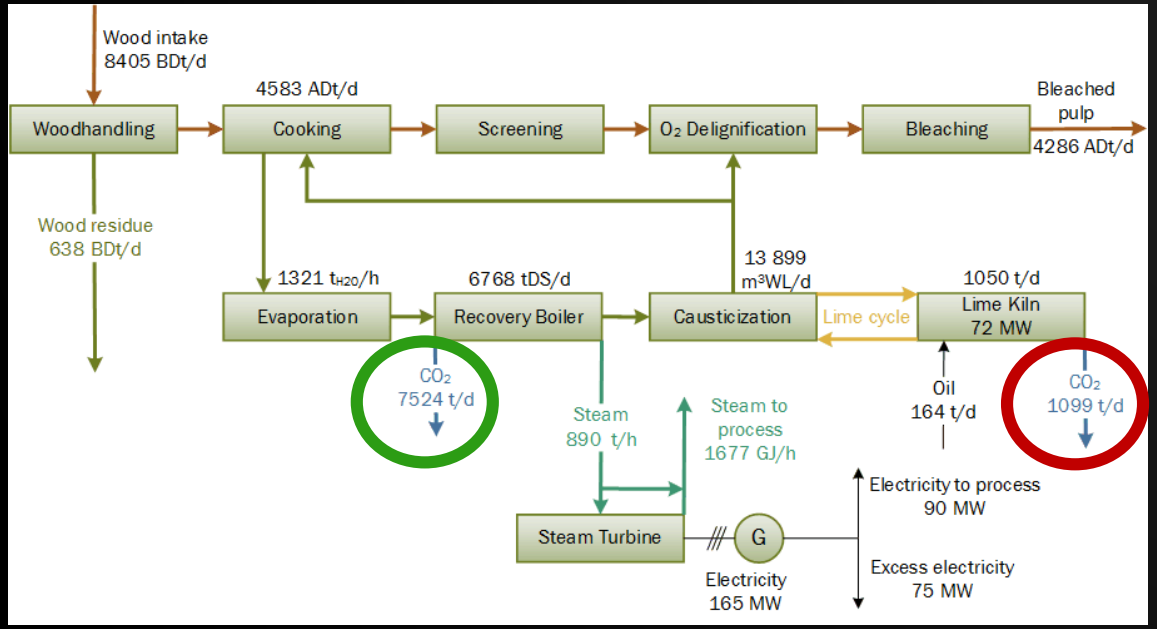
Esimerkkitehtaat

- **Mill A: Pohjoinen**
  - Pohjois-Euroopassa oleva tehdas
  - Tuotanto 1 400 000 ADt/a
  - Kuori ja muu sivujae poltetaan biokattilassa
  - Integroitu paperitehdas tuottaen päällystämätöntä ja päällystettyä
- **Mill B: Eteläinen**
  - Moderni eukalyptus sellutehdas Etelä-Amerikassa
  - Tuotanto 1 500 000 ADt/a

Pohjoinen integroitu tehdas



Eteläinen sellutehdas



Toiminta ja CO_2

			Pohjoinen	Eteläinen
Tuotanto	Käyttötunnit	h/a	8400	8400
	Sellua	ADt/d	4000	4286
	Paperia	t/d	4224	-
Soodakattila	Mustalipeää	tDS/d	8033	6768
	CO_2 tuotanto	Mt/a	**3.13**	**2.63**
Biomassakattila	Biomassaa	BDt/d	1514	-
	CO_2 tuotanto	Mt/a	**1.08**	-
Meesauuni	Kalkkia	t/d	1230	1050
	CO_2 tuotanto	Mt/a	**0.40**	**0.38**
Energia	Höyryä	t/h	1109	660
	Sähkön tuotanto	MW	234	165
	Sähkön kulutus	MW	212	90

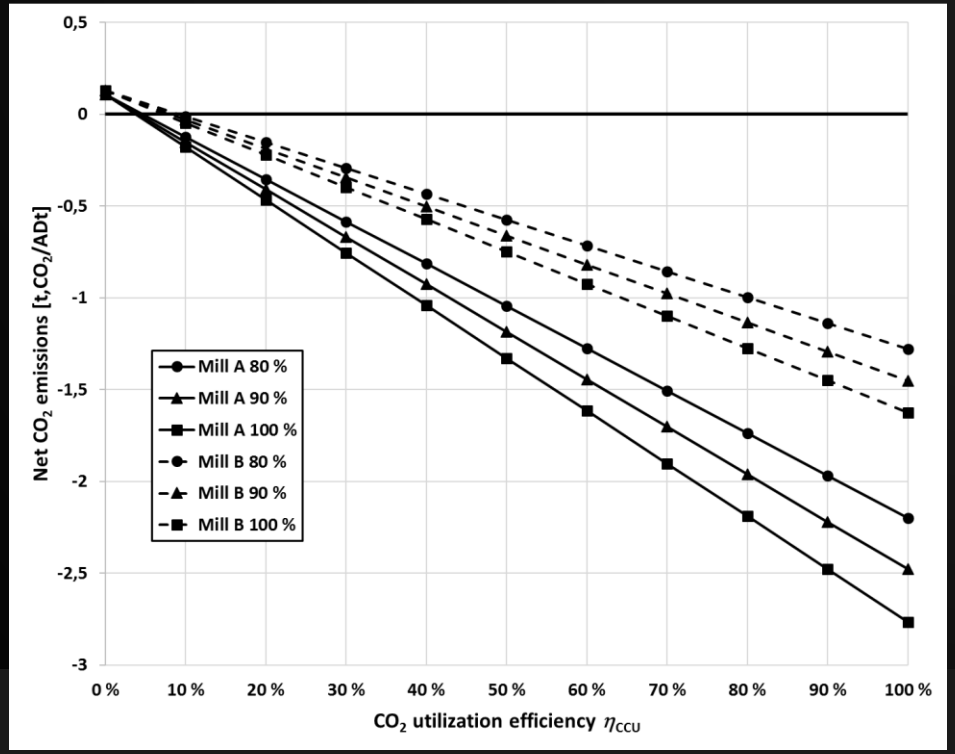
CO_2 talteenotto

vaikutukset?

Aivan mitätönkin talteenotto ja varastointi muuttaa tehtaan päästäjästä talteenottajaksi*

$$CO_{2,net} = (C_f + C_{CaCO3})\frac{M_{CO2}}{M_C} - \eta_{CCU}\eta_{CC}CO_{2,total}$$

*CO_2 bio on hiilivapaata



CO2 talteenotto

- Kaupallisesti on saatavilla amiineihin perustuvia prosesseja (MEA)
- Otetaan CO2 talteen soodakattilan savukaasuista
- 40 – 44 €/tCO2 (Karjunen et al., 2017)
- Calcium Looping (CaL) yhdistettynä meesauuniin olisi <30 €/tCO2 (Romano et al., 2013)

Mitä vaikuttaa tehtaiden energiaan

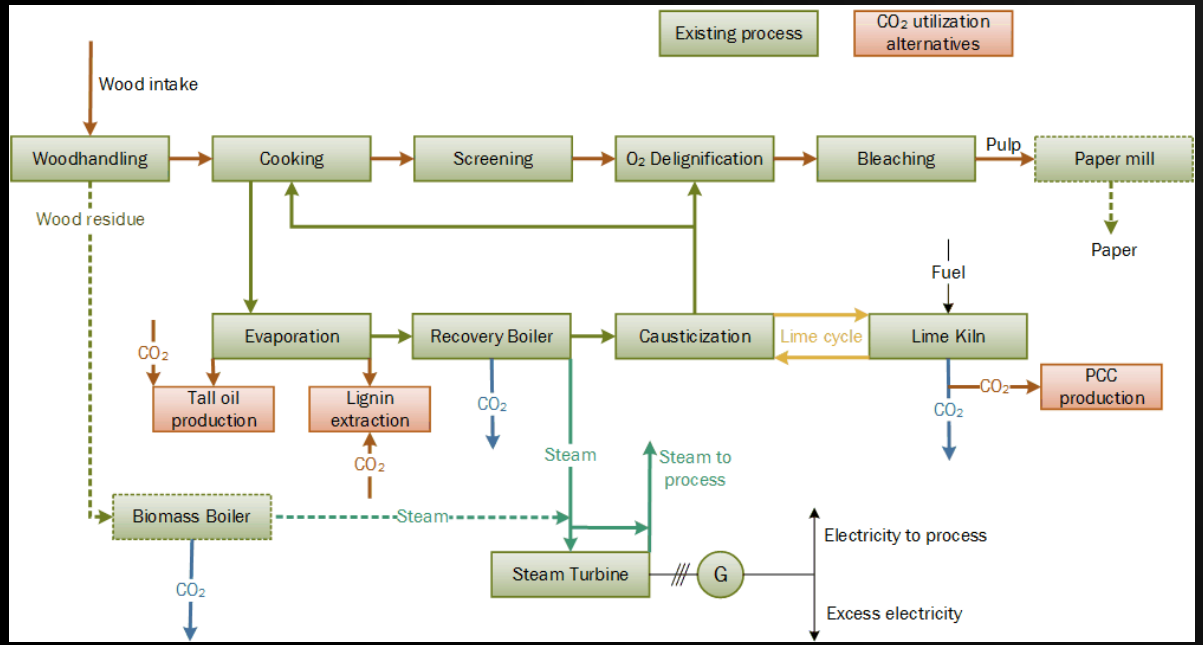
		Pohjoinen	Pohjoinen CO_2 talteen	Eteläinen	Eteläinen CO_2 talteen
CO_2 talteenotto	Mt/a	-	0.66	-	2.37
Höyry	t/h	1109	1225	660	1078
Sähkö tuotanto	MW	234	221	165	149
Sähkö kulutus	MW	212	221	90	118

talteen 21%

talteen 90%

CO_2 käyttö

CO_2 käyttöpaikkoja nyt



Päällysteeseen
Mäntyöljyn valmistus
Ligniinin erotus

CO_2 talteenotto päällysteeseen (PCC)

- Precipitated Calcium Carbonate (PCC) laitokset ovat toimivia, kaupallisin perustein tehtyjä CO_2:ta savukaasuista kaappaavia yksiköitä jotka tuottavat päällysteitä paperikoneille.
- PCC voi käyttää CO_2 vain rajoitetusti
- Suomessa tuotetaan 400–500 kt of PCC, joka kaappaa 200 kt CO_2 (Teir et al., 2005).

Globaali potentiaali 2030

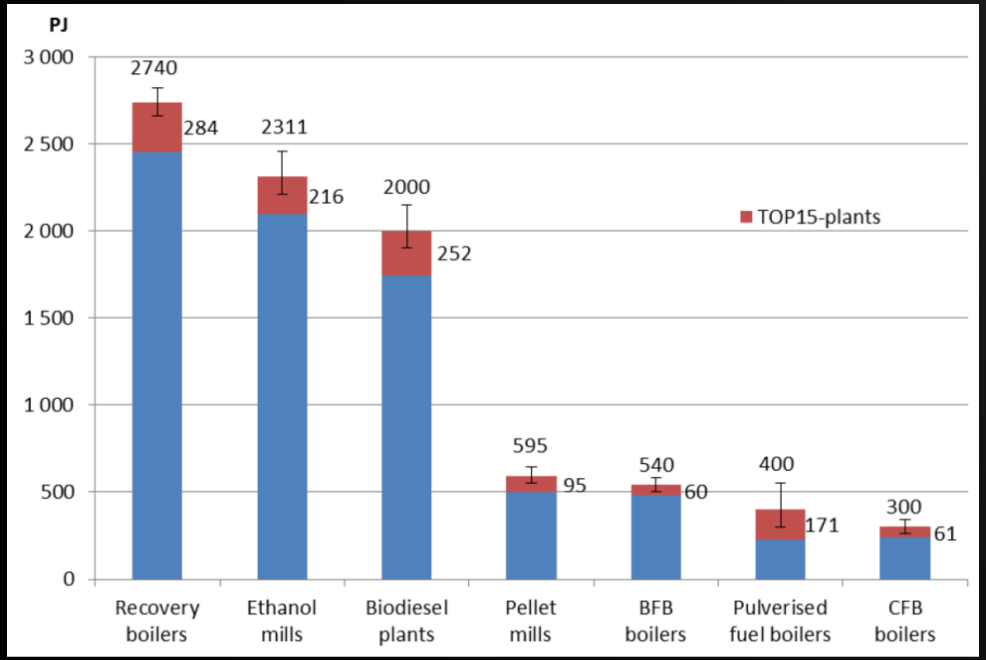
	CO_2 talteenotto			CO_2 käyttö		
	1000 tCO_2/a			1000 tCO_2/a		
	SK	BK	MU	Mäntyöljy	PCC	Ligniini
Valkaistu	76 264	14 731	10 297	1 102	4 409	7 149
Valkaisematon	26 909	5 198	3 633	389	1 556	2 522

Thank
you!

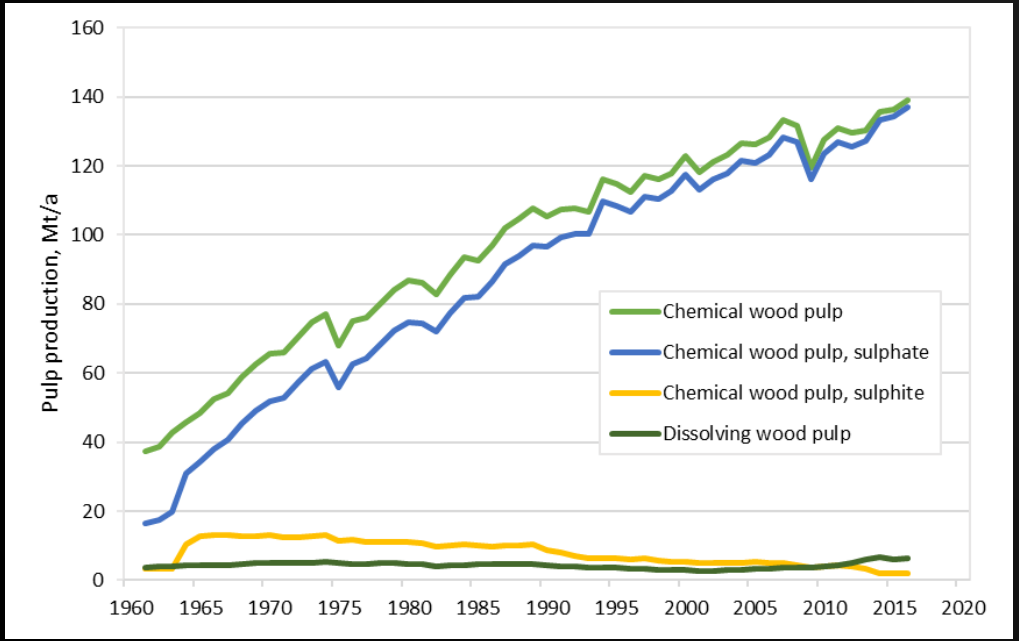
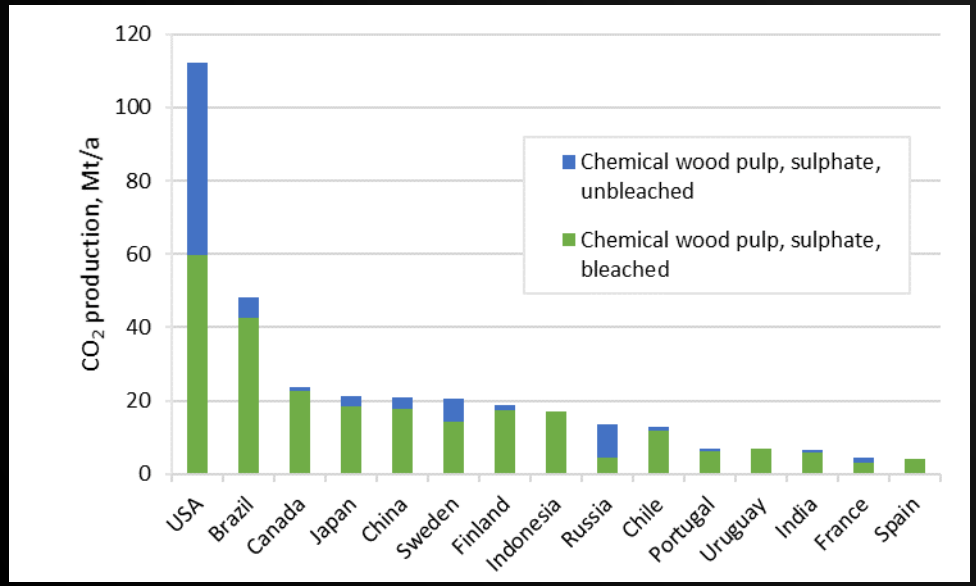
Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Ylimääräistä

Comparison of the global capacities (PJ) of various types of biomass plants



Global pulp production



CO_2 production, largest countries