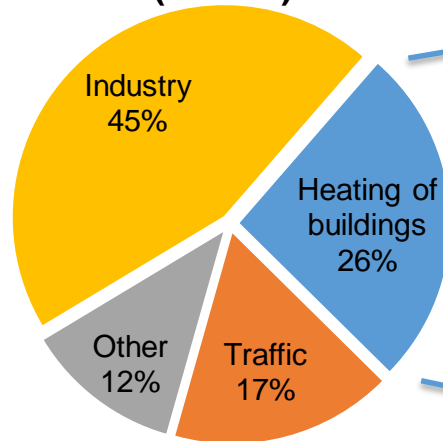


Uuden sukupolven tehokas ilmanvaihdon energiantalteenottoratkaisu

Ilpo Kulmala, VTT (TP7)

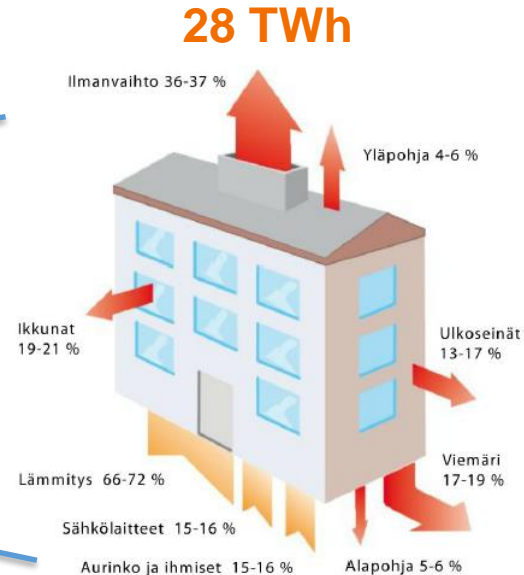
Rakennusten energiankulutus

Energy end use in Finland in 2016
(Motiva)



Final Energy use 310 TWh

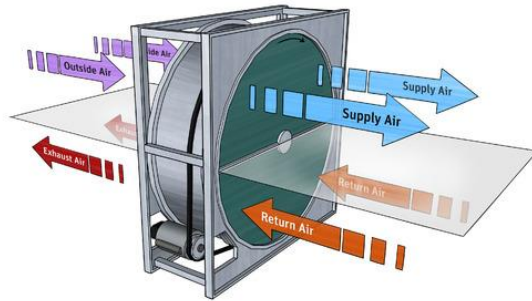
80 TWh



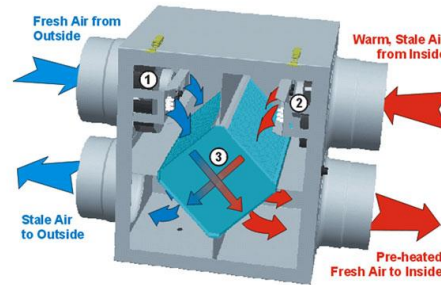
Kehittyneissä maissa HVAC järjestelmät kuluttavat 10-20 % kokonaisenergiasta

Lämmönvaihtimien tyyppejä ja hyötysuhteita

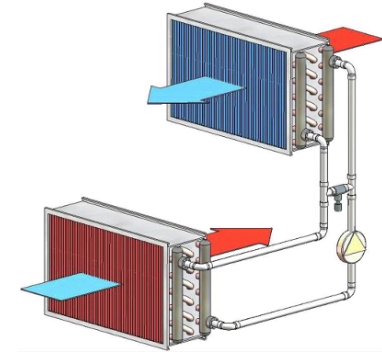
Pyörivä



Levy



Nestekiertoinen

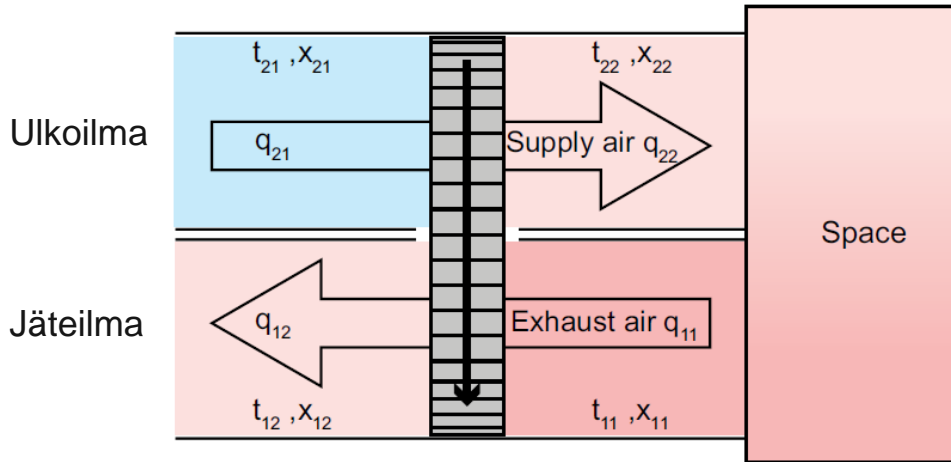


Hyötysuhde 75 - 85 %

50 - 70 %

50 - 60 %

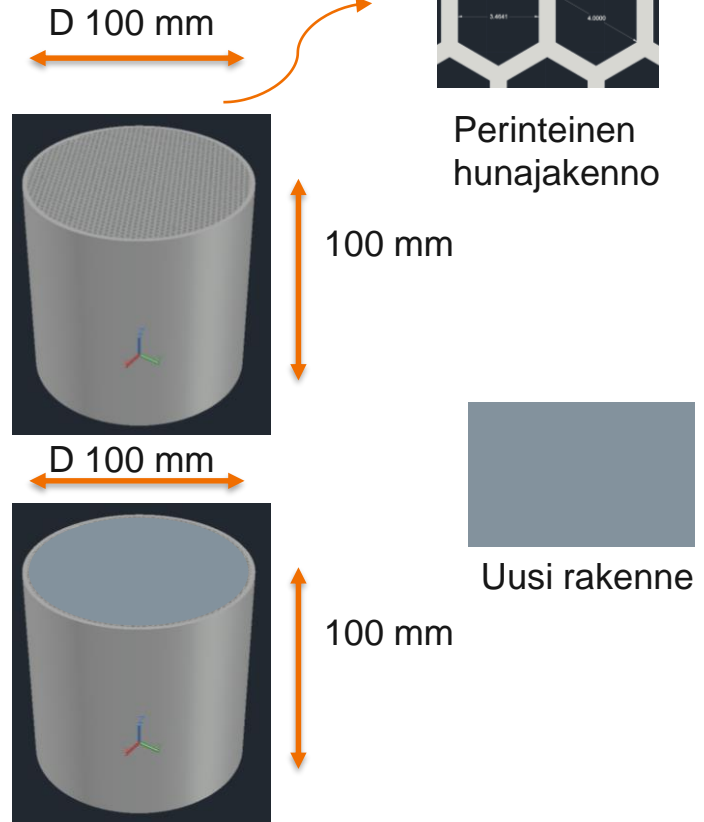
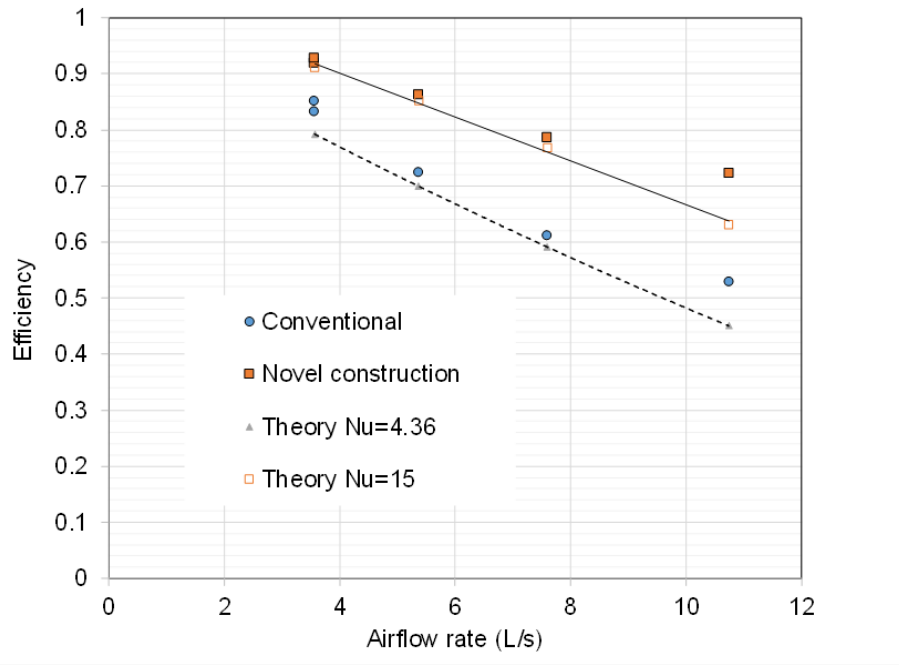
Lämmönvaihtimen hyötysuhde



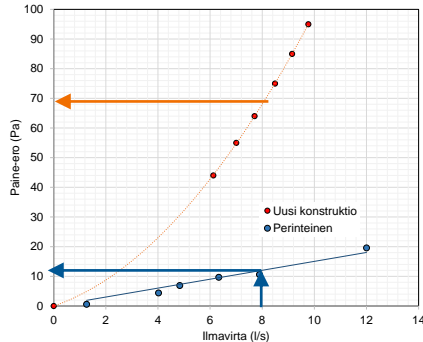
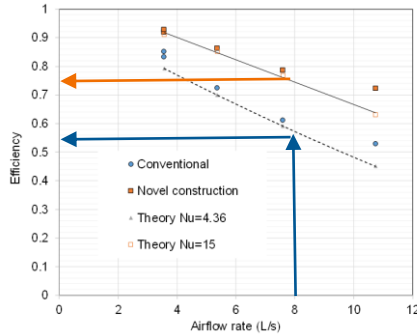
Lämpötilahyötysuhde

$$\eta = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

Uudenlaisen kennon hyötysuhde



LTO:n vaikutus kokonaisenergian kulutukseen



tulko=4°C, tsisä=22°C

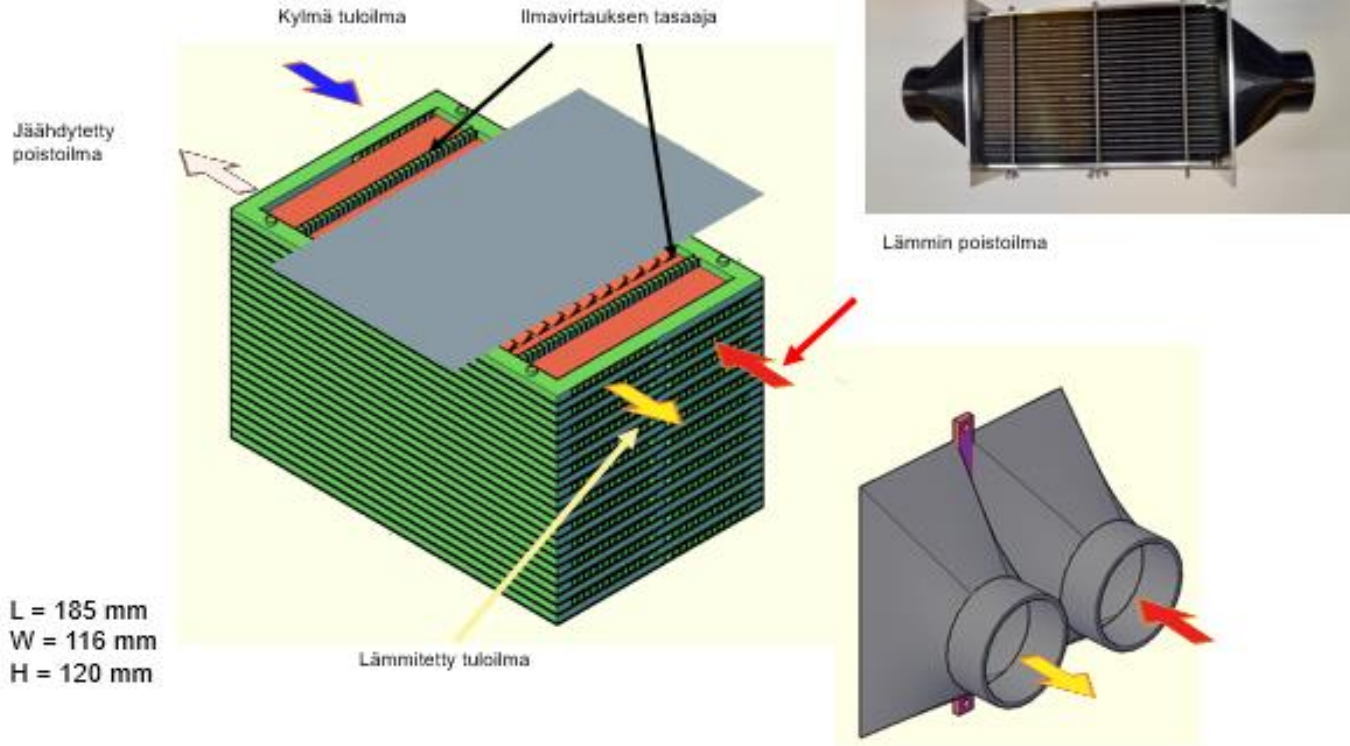
	Perinteinen $\eta=0.56$	Uusi $\eta=0.75$
Painehäviö (Pa)	12	68
Puhallinenergia (W)	1.92	10.88
Tuloilman I-tila (°C)	14.1	17.5
Talteenotettu I-teho (W)	96.8	129.6
Lämpötehon lisäys (W)	32.8	
Puhallinenergian lisäys (W)	8.9	

Lämmitysteho $\phi = q_m c_p \Delta T$

Puhallinenergia $P = \frac{q \Delta p}{\eta}$

Uudella ratkaisulla painehäviö korkeampi. Talteenotettu lämpöenergia kuitenkin paljon korkeampi kuin puhallinenergian kasvu

Vastavirta LTO



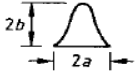
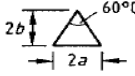


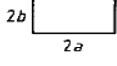

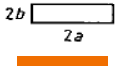

Vastavirtalämmönvaihtimen mitoitus

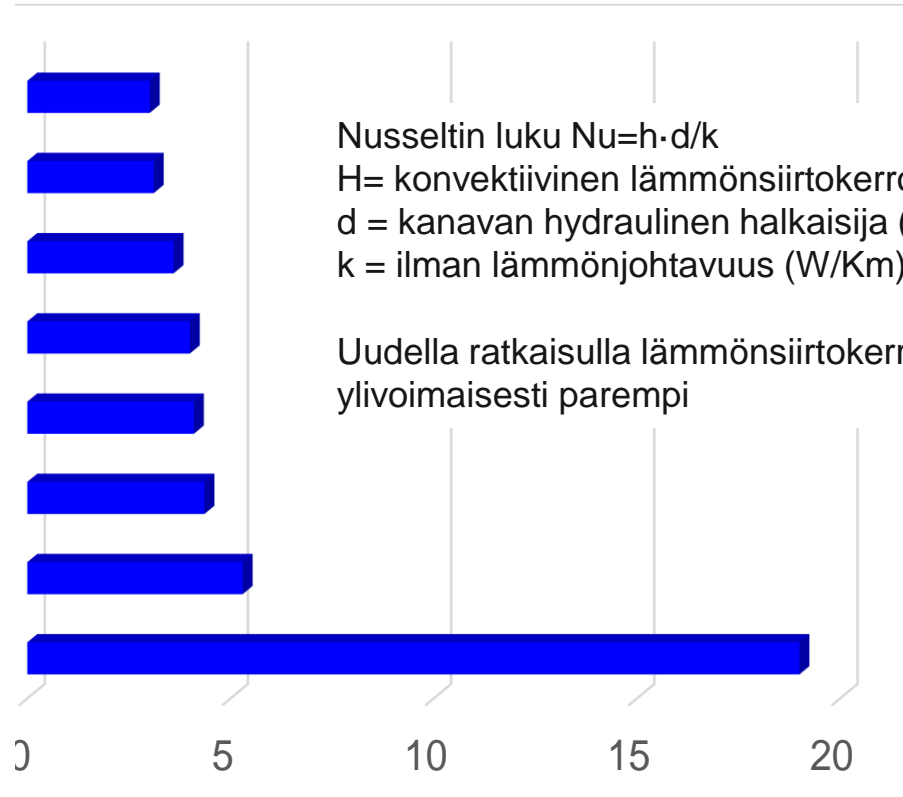
$$NTU_0 = \frac{1}{q_m c_P} \left(\frac{1}{1/(hA)_h + 1/(hA)_c} \right) = \frac{hA}{2 q_m c_P}$$

Hyötysuhde $\varepsilon = \frac{NTU_0}{1 + NTU_0}$

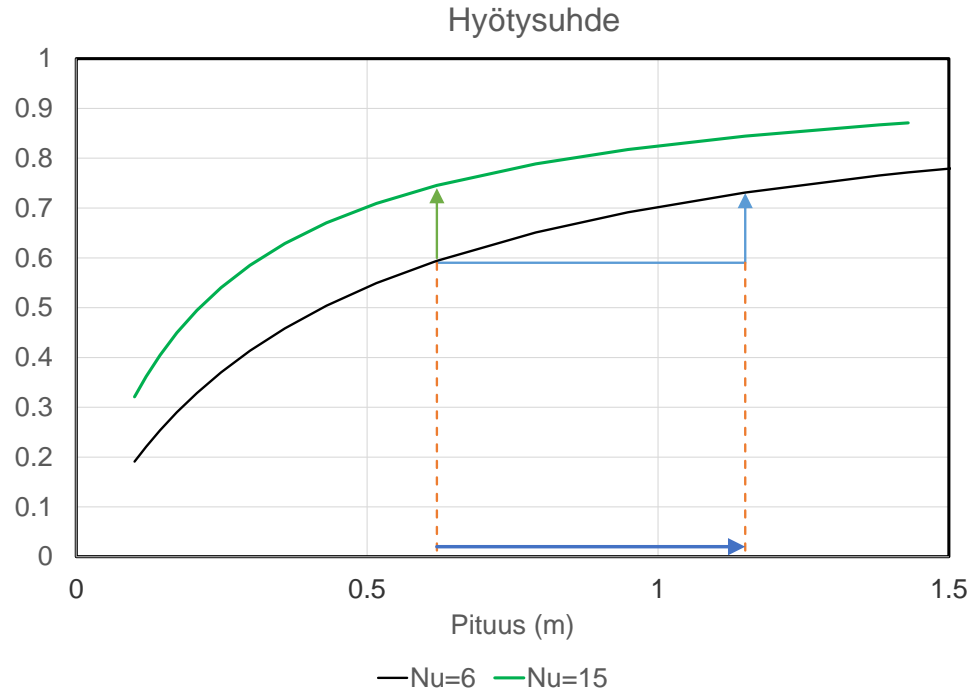
Nusseltin luku $Nu = \frac{hd}{k}$

Dimensioton lämmönsiirtokerroin Nu

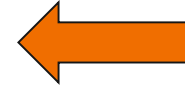
Geometry ($L/D_h > 100$)	Aspect Ratio	Nu_{H1}
	$\frac{2b}{2a} = \frac{\sqrt{3}}{2}$	3.014
	$\frac{2b}{2a} = \frac{\sqrt{3}}{2}$	3.111
	$\frac{2b}{2a} = 1$	3.608
		4.002
	$\frac{2b}{2a} = \frac{1}{2}$	4.123
		4.364
	$\frac{2b}{2a} = \frac{1}{4}$	5.331
		19



Vastavirta LTO



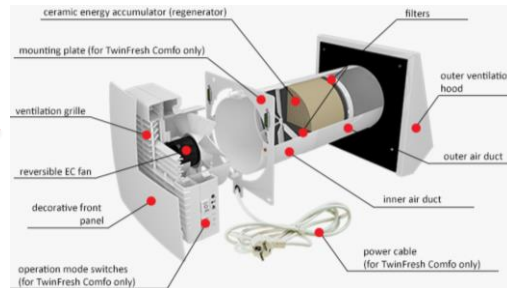
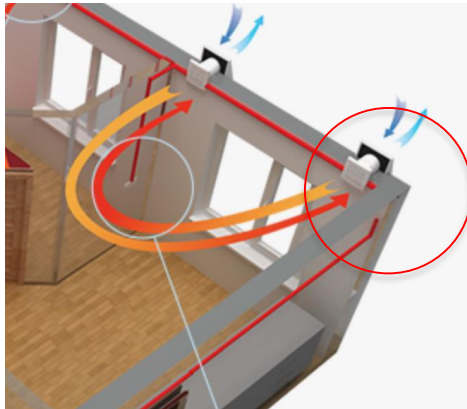
EU Asetus 1253/2014: LTO
hyötysuhde min 73%



Hyötysuhteen parantaminen
perinteisellä LTO:lla edellyttää koon
kasvattamista

Uudella ratkaisulla päästään
pienempään kokoon

Sovellusesimerkki: huoneistokohtainen IV ja LTO



Yhteenveto

- Kehitetty uudenlainen LTO kennoratkaisu, jolla huomattava energiansäästöpotentiaali
- Soveltuu regeneratiivisiin sekä rekuperatiivisiin LTO:hon
- Parempi lämmönsiirto ja hyötysuhde kuin perinteisillä ratkaisuilla
- Mahdollistaa pienempien tai muodoltaan epätavanomaiset LTO ratkaisut
- Potentiaalisia käyttökohteita:
 - Rakennukset (uudis- ja korjausrakennuskoheet)
 - Ajoneuvot (esim sähköautot, bussit, junat ...)
- Kestävän kehityksen mukainen ratkaisu: terveellinen ja tuottava sisäilmasto energiatehokkaasti

