

HAMK energiatõhususe analüüs avaliku liginullenergiahoone näitena

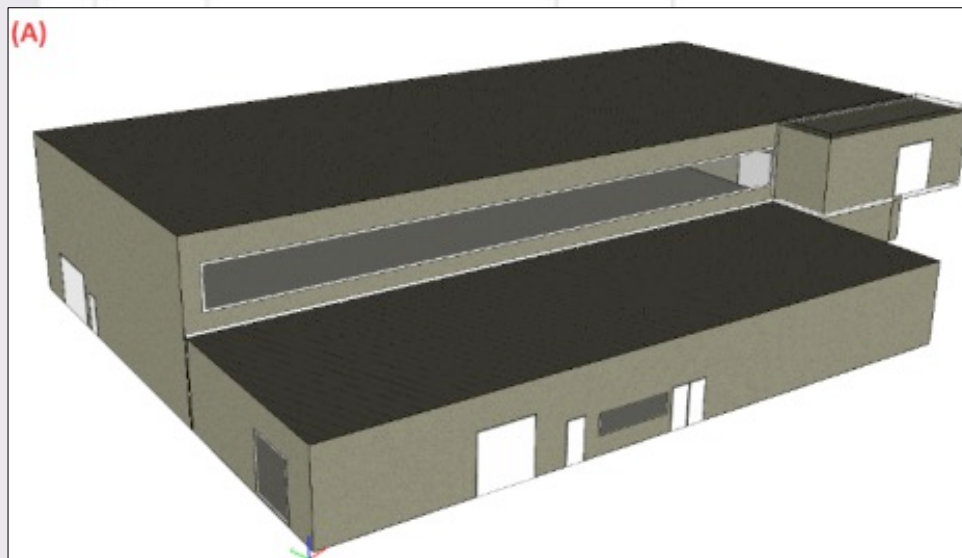
TEADMISTEPÕHINE EHITUS 2017

Jevgeni Fadejev

Nooremteadur, Tallinna Tehnikaülikool/Aalto Ülikool



Sissejuhatus



Töö eesmärgid:

Analüüsida erinevate tehnosüsteemide lahenduste mõju HAMK energiatõhususele

Metoodika:

Energiaarvutused dünaamilise energiasimulatsiooni tarkvaras IDA-ICE

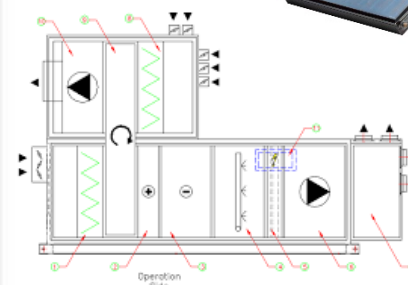
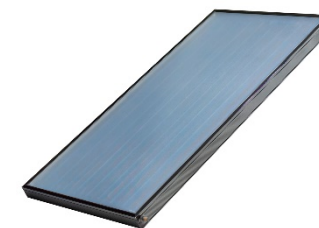
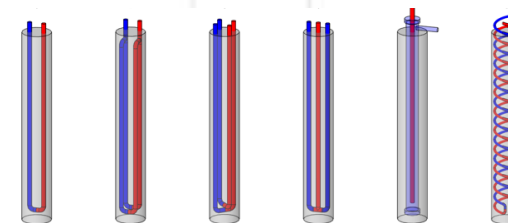
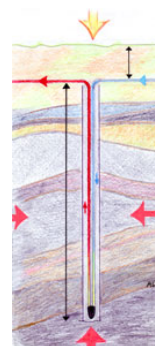
Konstruktsioon	Soojusläbivus, $W/(m^2K)$
Katuslagi	$U = 0.12 W/(m^2K)$
Välisseinad	$U = 0.16 W/(m^2K)$
Aknad	$U = 0.78 W/(m^2K)$
Põrandpinnasel	$U = 0.14 W/(m^2K)$

NB! Tehnosüsteemidel on ülioluline panus energiatõhususele!



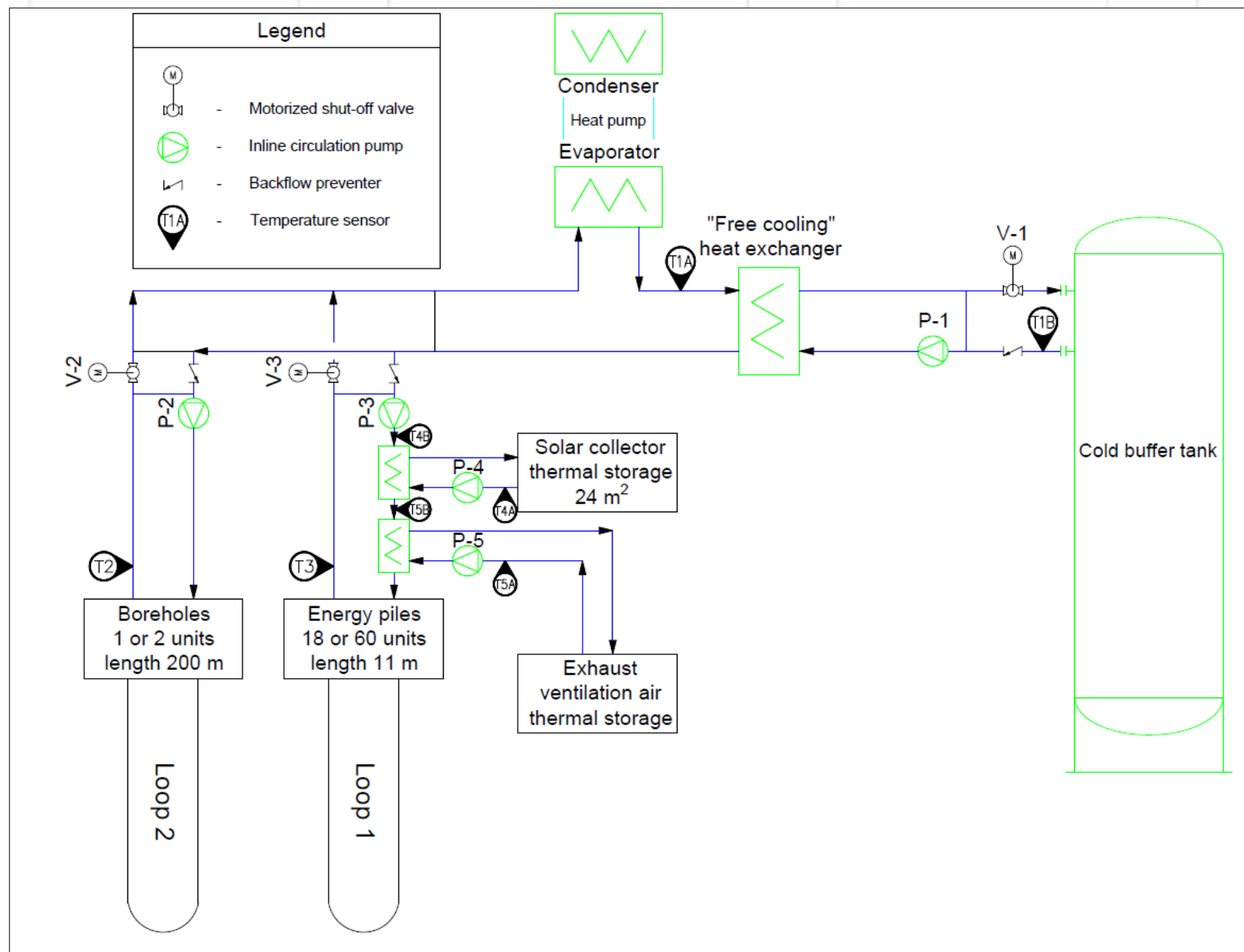
Käsitletud soojus/jahutusvarustuse lahendused

- *Maasoojuspump*
- *Energiavaiad (kütteks)*
- *Puurkaevud (jahutuseks)*
- *Päikese kollektor (energiavaiade laadimiseks)*
- *Heitõhusoojusega laadimine*



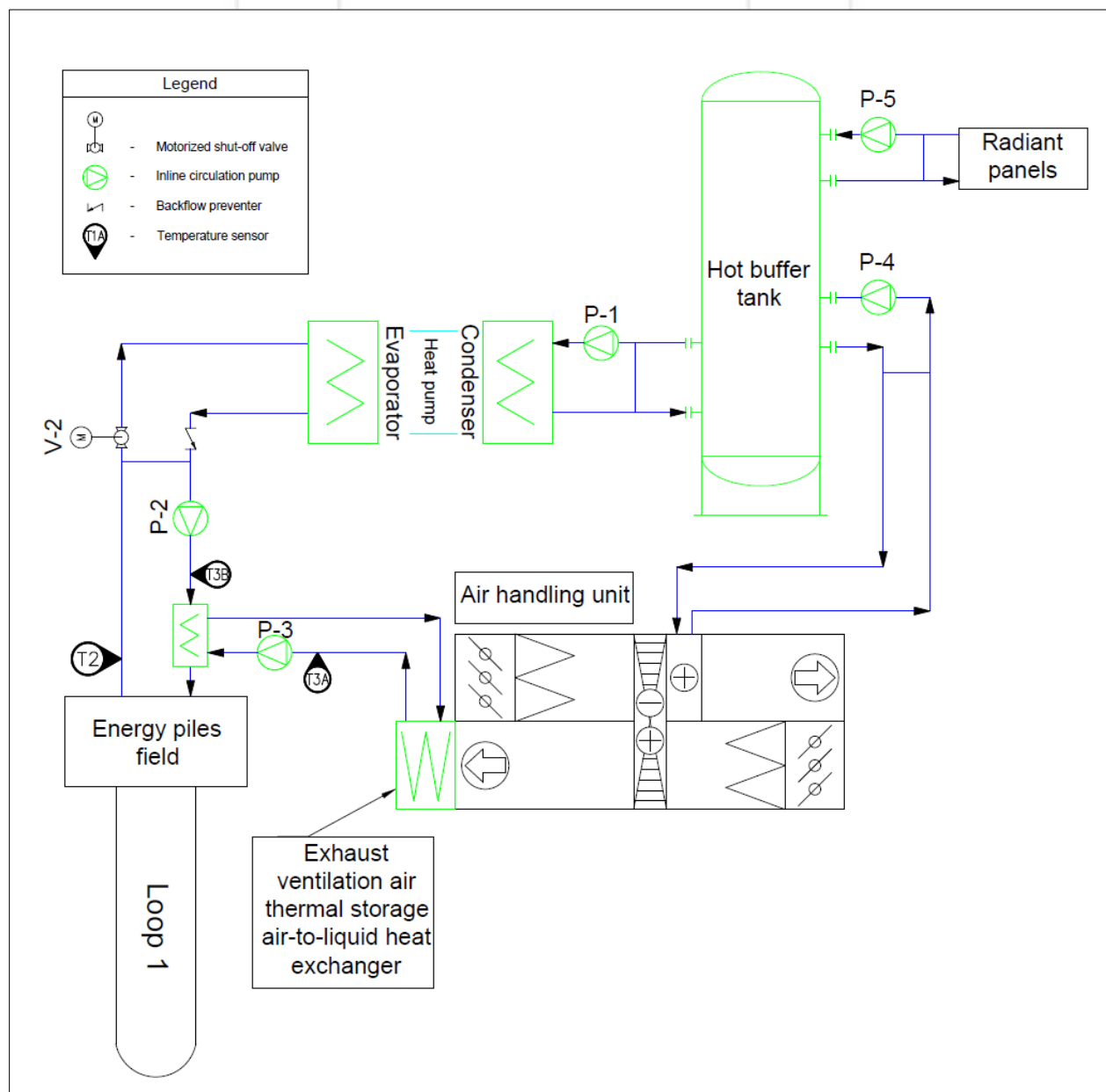


Primaarpoolle põhimõtteline skeem





Heitõhusoojusega laadimise skeem





Variantide kirjeldus

Table 2. List of study cases plant settings.

Case no.	Case code	District Heating	Geothermal heat pump	Energy piles 11m		Boreholes 200 m		Thermal storage		Free cooling
				16 units	60 units	1 unit	2 units	Solar collector	AHUHX ¹	
1	DH	✓								
2	HP/EP16		✓	✓						✓
3	HP/EP60		✓		✓					✓
4	HP/B1		✓			✓				✓
5	HP/B2		✓				✓			✓
6	HP/EP16/SC		✓	✓				✓		✓
7	HP/EP16/AHU		✓	✓					✓	✓
8	HP/EP16/SC/AHU		✓	✓				✓	✓	✓
9	HP/EP60/SC		✓		✓			✓		✓
10	HP/EP60/AHU		✓		✓				✓	✓
11	HP/EP60/SC/AHU		✓		✓			✓	✓	✓
12	HP/EP16/B1/SC		✓	✓		✓		✓		✓
13	HP/EP16/B2/SC		✓	✓			✓	✓		✓
14	HP/EP60/B2/SC		✓		✓		✓	✓		✓

¹Exhaust ventilation air thermal storage

Arvutuslik küttevõimsus 84 kW

Soojuspumba võimsus 30 kW (36% arvutuslikust küttevõimsusest)

Elektriline lisaküte 60 kW



Energiaarvutuste tulemused

Case no	DH	EP16	EP60	B1	B2	16SC	16A	16SCA	60SC	60A	60SCA	16B1SC	16B2SC	60B2SC
Units	Specific annual energy consumption per floor area (kWh/m ² a)													
District heating ¹	45.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Top-up heating electricity ¹	-	34.6	16.4	25.2	9.6	27.7	28.5	24.1	9.4	10.1	7.2	12.6	4.6	2.8
Heat pump compressor ¹	-	2.7	6.7	4.6	8.4	4.1	3.9	4.9	8.0	8.0	8.6	7.5	9.1	9.2
Cooling electricity ¹	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fans electricity	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Pumps electricity	0.1	0.3	0.9	0.7	0.8	0.4	0.4	0.5	1.6	1.3	1.7	1.2	1.2	2.0
Lighting electricity	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Domestic hot water ¹	4.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Energy performance value (EPV)	74	104	81	92	72	95	96	90	73	73	70	77	66	64
Units	Seasonal coefficient of performance value (SCOP)													
Heat pump SCOP	-	4.50	4.61	4.60	4.48	4.47	4.50	4.50	4.61	4.60	4.62	4.60	4.60	4.68
Whole plant heating SCOP	-	1.24	1.98	1.52	2.52	1.43	1.41	1.56	2.42	2.42	2.68	2.20	3.11	3.27

Tabeli koostamise ajal kehtinud kaalumistegurid:

- Kaugküte 0.7
- Elekter 1.7

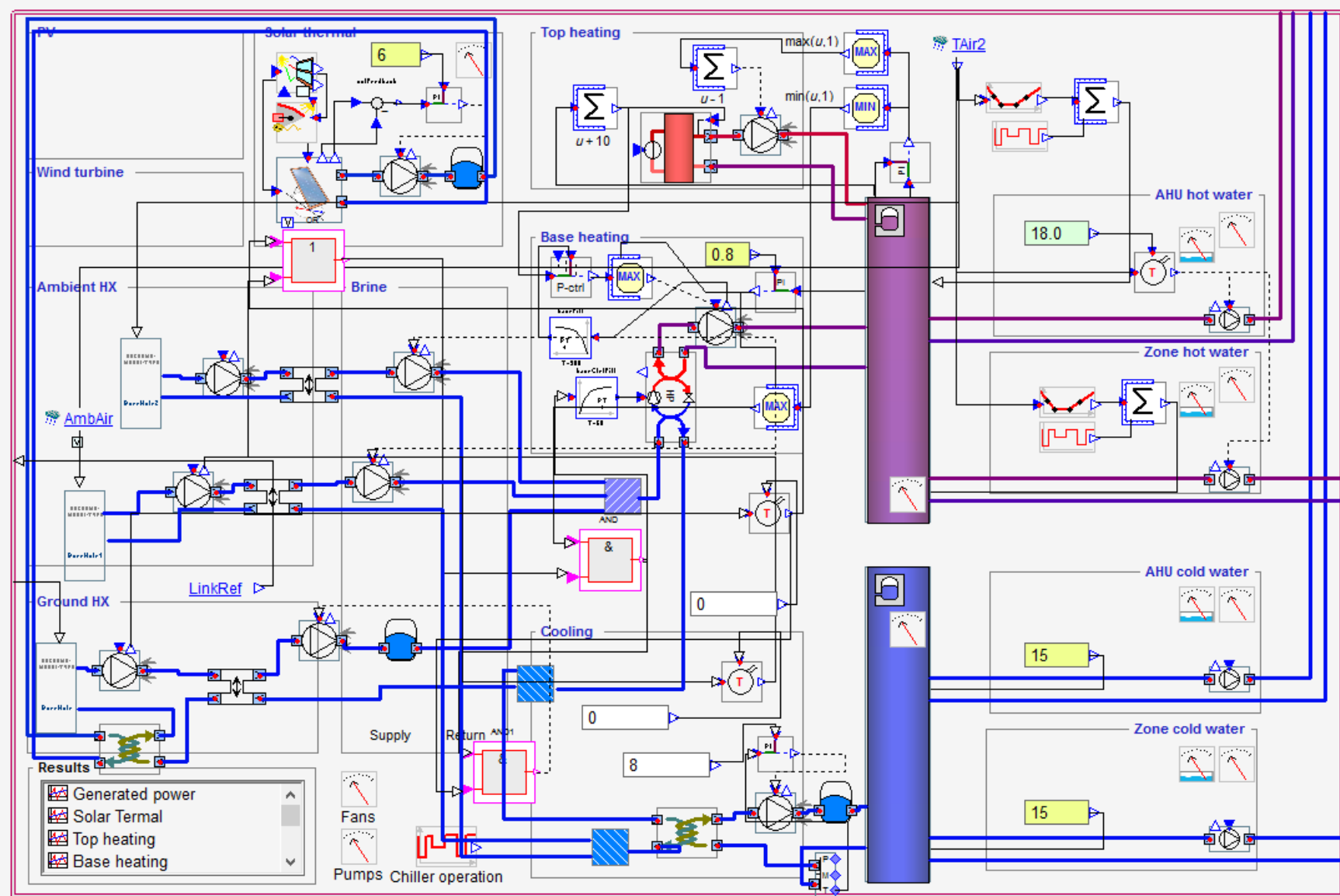
Hetkel kehtivad kaalumistegurid (korrutada tabeli EPV * 0.71):

- Kaugküte 0.5
- Elekter 1.2

NB! Liginullenergiahoone nõue Soomes antud hoone puhul on 135 kWh/m²a



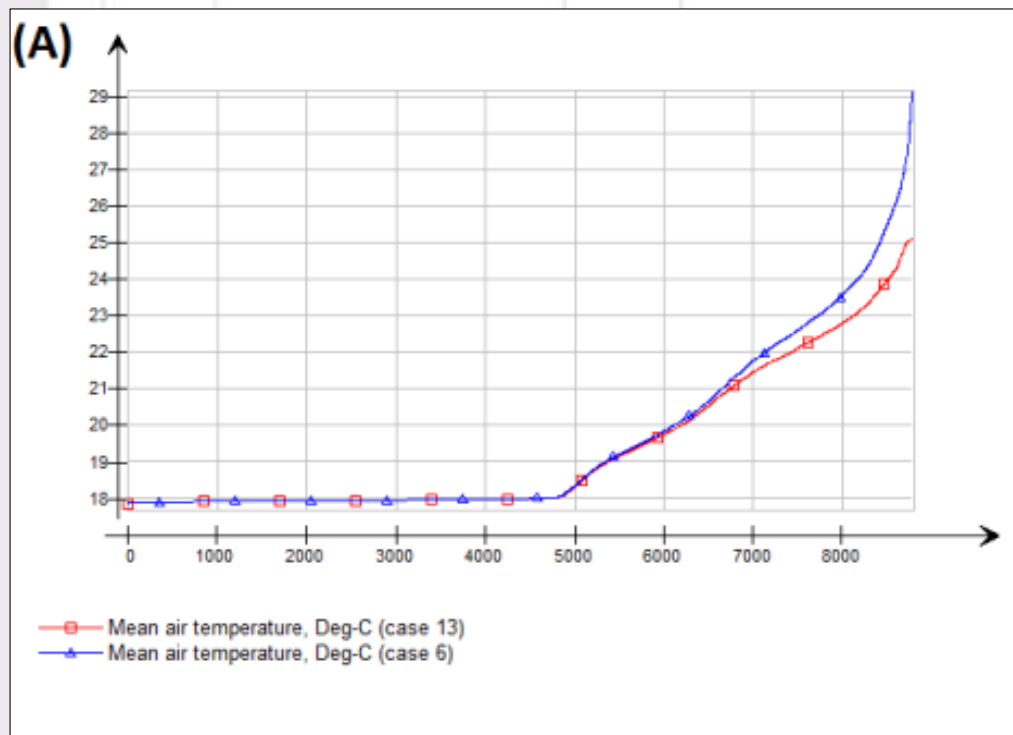
IDA-ICE skeemi näide HAMK



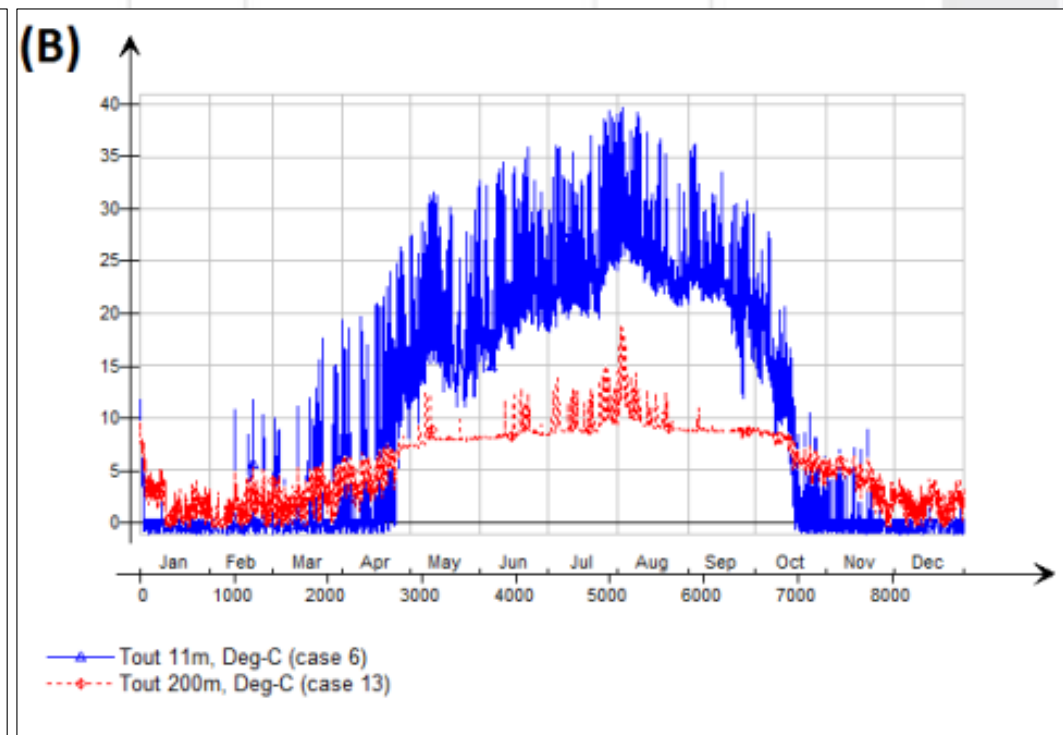


Temperatuurid

Energiavaiad 16 x 11 m VS puuraugud 2 x 200 m + energivaiad 16 x 11m



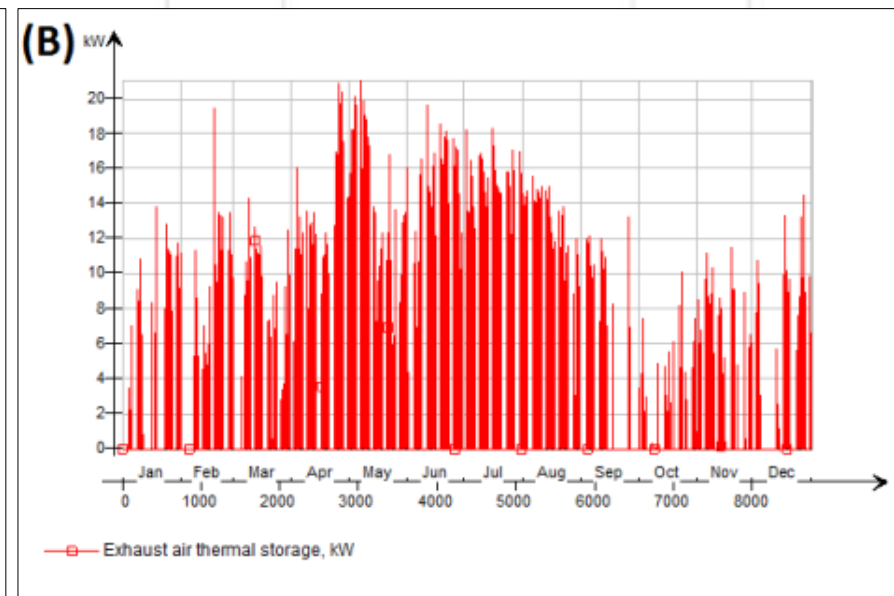
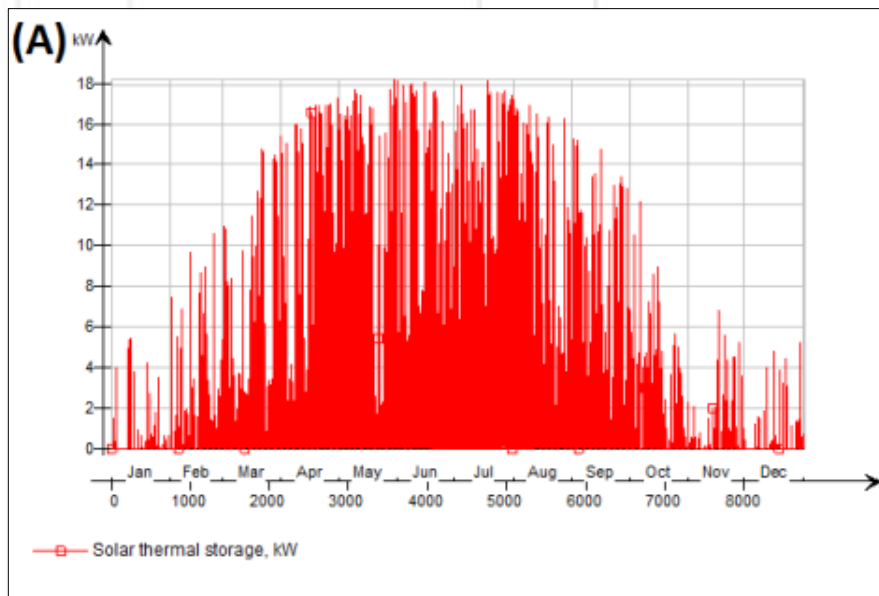
Siseõhutemperatuur



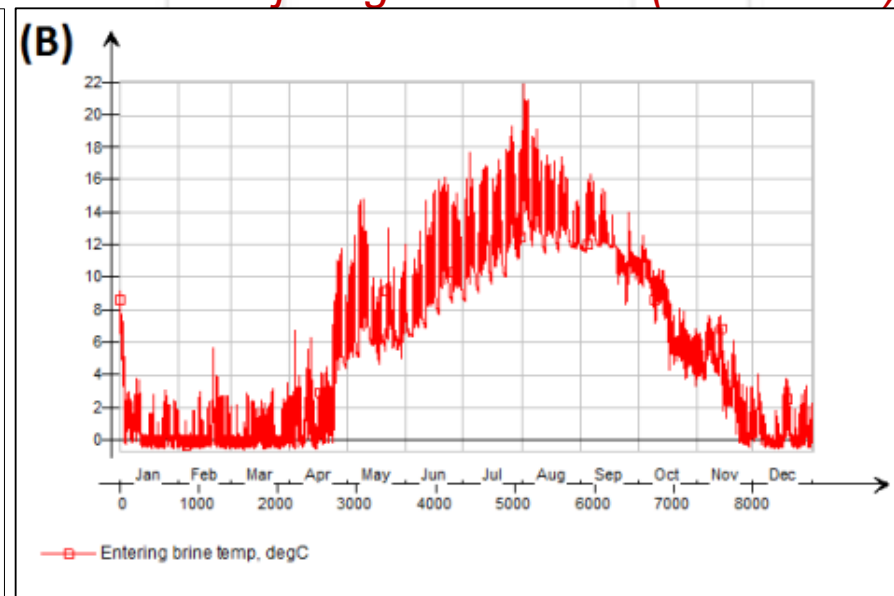
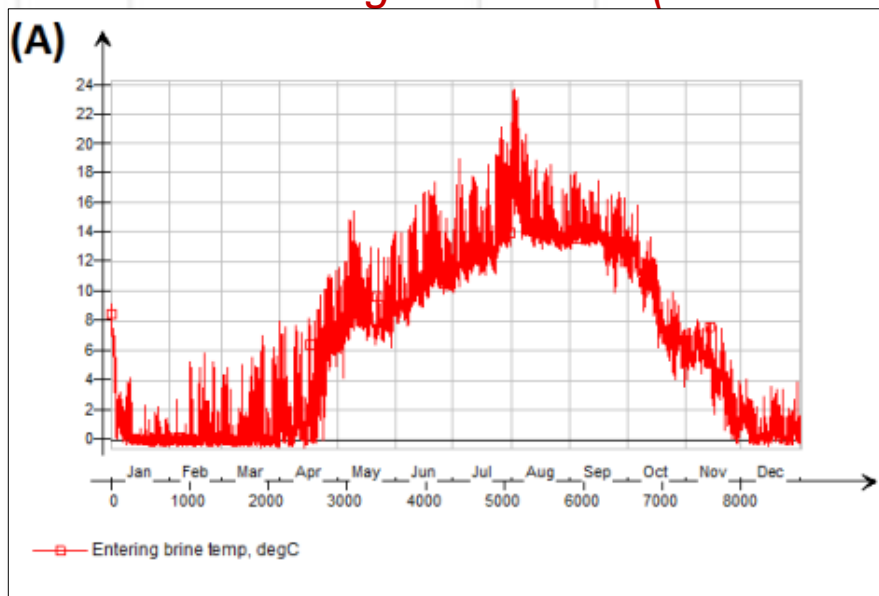
Aurustiringi temperatuur



Laadimise võimalused



Päikese kollektoriga laadimine (18.4 MWh) Heitõhusoojusega laadimine (17.6 MWh)





Energiaarvutuste kokkuvõte (SOOJUSPUMP)

- Kaugküte, $\text{ETA} = 74 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Aladimensioneeritud SP, $\text{ETA} = 104 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (+30 kWh/m²a)
 $\text{SCOP} = 1.24$
- Energiatõhusaim lahendus, $\text{ETA} = 64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (-10 kWh/m²a)
 $\text{SCOP} = 3.27$



Energiaarvutuste kokkuvõte (LAADIMINE)

- Ilma laadimiseta, energiavaiaf 16 tk, $ETA = 104 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- SC/AHU laadimisega, energiavaiad 16 tk, $ETA = 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (-14 $\text{kWh/m}^2\text{a}$)
- Ilma laadimiseta, energiavaiad 60 tk, $ETA = 81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- SC/AHU laadimisega, energiavaiad 60 tk, $ETA = 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (-11 $\text{kWh/m}^2\text{a}$)



Kokkuvõte

- *Sellised süsteemid tuleb kindlasti simuleerida ja hetkel rusikaregleid pole*
- *Tuleb teha cost-optimal analysis ja arvutada tasuvust*
- *Liginull on selliste lahendustega saavutatav ning Soome liginull on kergemeni saavutatav*
- *Kaugkütega on ka võimalik liginull saavutada*
- *Soojuspump võib olla kulutõhusam ja võimaldab tasuta jahutust ja kütet*
- *Soojuspumbaga on saavutatav madalam ETA*
- *Energiavaiade ja puuraukude dimensioneerimisel määravad palju adekvaatsed lähteandmed*



KÜSIMUSED ?

jevgeni.fadejev@ttu.ee

55517784