Rakvere Targa maja büroohoone tehnilised lahendused

13.10.2015 **Liginullenergiahooned täna ja homme**

Martin Thalfeldt
Doktorant, Tallinna Tehnikaülikool
www.nzeb.ee

Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond

Eesti tuleviku heaks

Rakvere Tark Maja

- Ideest ehituslepinguni
- Protsessi kirjeldus
- Õppetunnid, tulemused

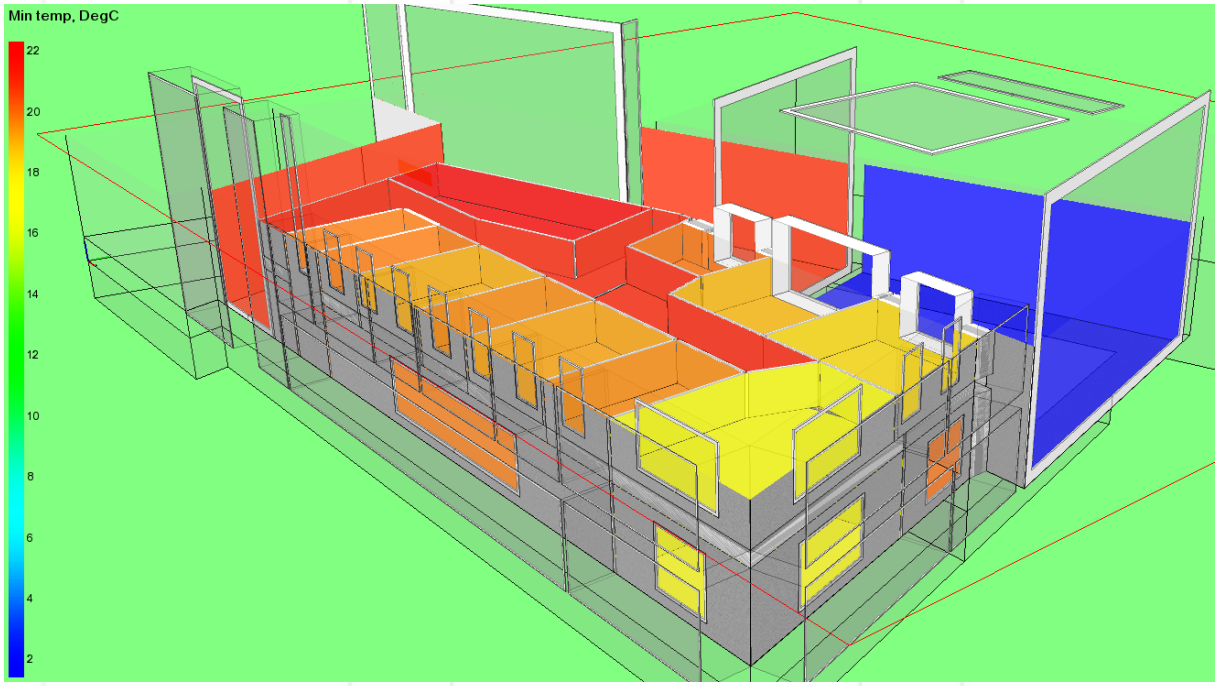
Rakvere Tark Maja

- Renoveeritakse vana hoone, mille külge ehitatakse uus liginullenergiabüroo
- Uues hoones maa-alune parkla, 2/3 kontoripinnast linnavalitsus, 1/3 Targa Maja kompetentsikeskus sh. testkeskkonnad:
  - Nullenergia hooneosa (uue hoone 3.korrus): (sh. arvutiklass, tark korter, kontoripind)
  - Madalenergia hooneosa testkeskkond aatriumi ja topeltfassaadi seadmete automaatika ja passiivsete lahenduste osas
  - Miljööväärtusliku ning tavapärase energiakuluga hoone tehnosüsteemide testsüsteem
  - Terve hoonekompleksi tehnosüsteemide juhtimiskeskuse funktsionaalsus

Koostöö TTÜ-ga

Teemad:

- Küttesüsteemita liginullenergiahoone
- Topeltfassaadide otstarbekus
- Köetud ja kütmata aatriumid
- Testkeskkondade funktsionaalsuse kirjeldus
- Palju energiaarvutusi, as-built energiamudel

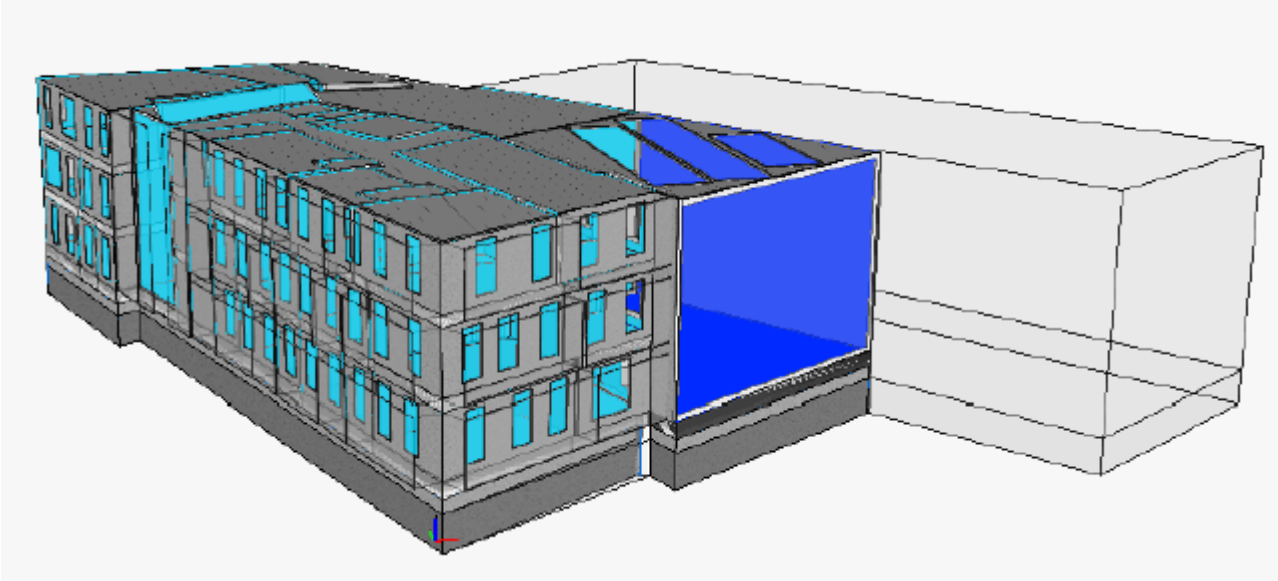


Rakvere Tark Maja – esialgsed plaanid

- Hoone kavandamine algas 2012. aastal ja hoone pidi valmima 2014. aasta lõpuks
- Rahastus – Rakvere LV, EAS, sponsorid; esialgu eelarve piirid teadmata
- Pakutavad teenused:
  - Testkeskkonnad toodete/teenuste arendamiseks ja promomiseks
  - Koolitused
  - Nõustamine

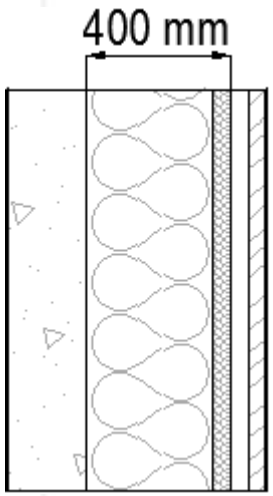
Liginullenergiahoone taseme saavutamine

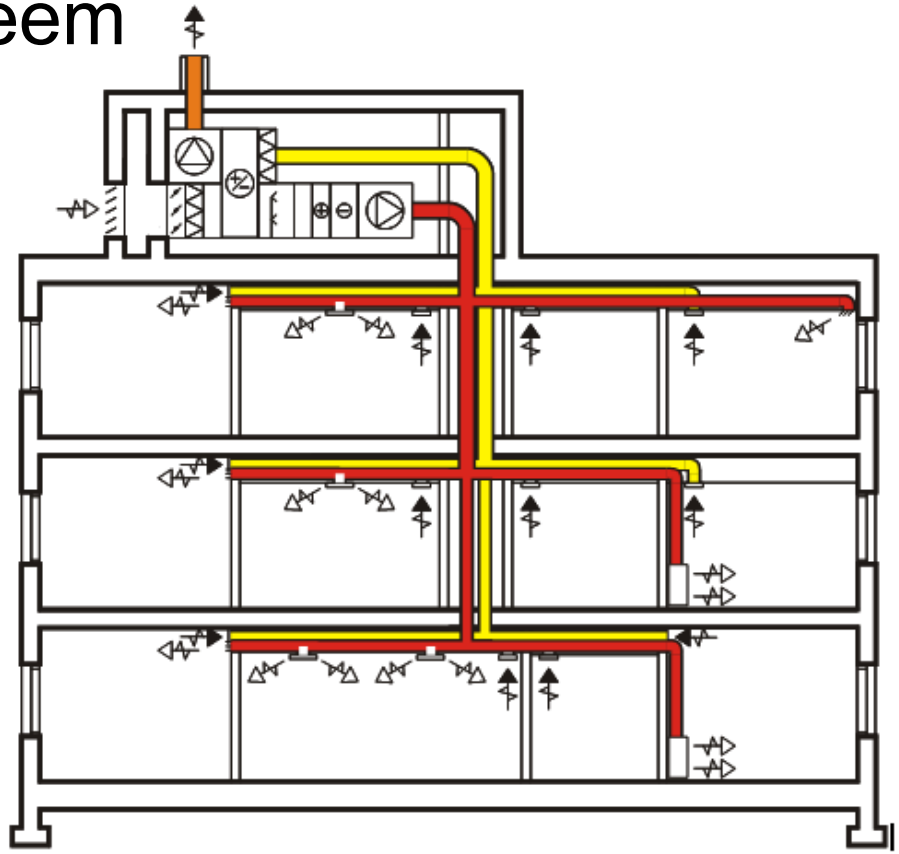
1. Madal energiavajadus
2. Efektiivne ja keskkonnasäästlik energiakasutus
3. Mõistlikul tasemel lokaalne taastuvenergia tootmine



Madal energiavajadus

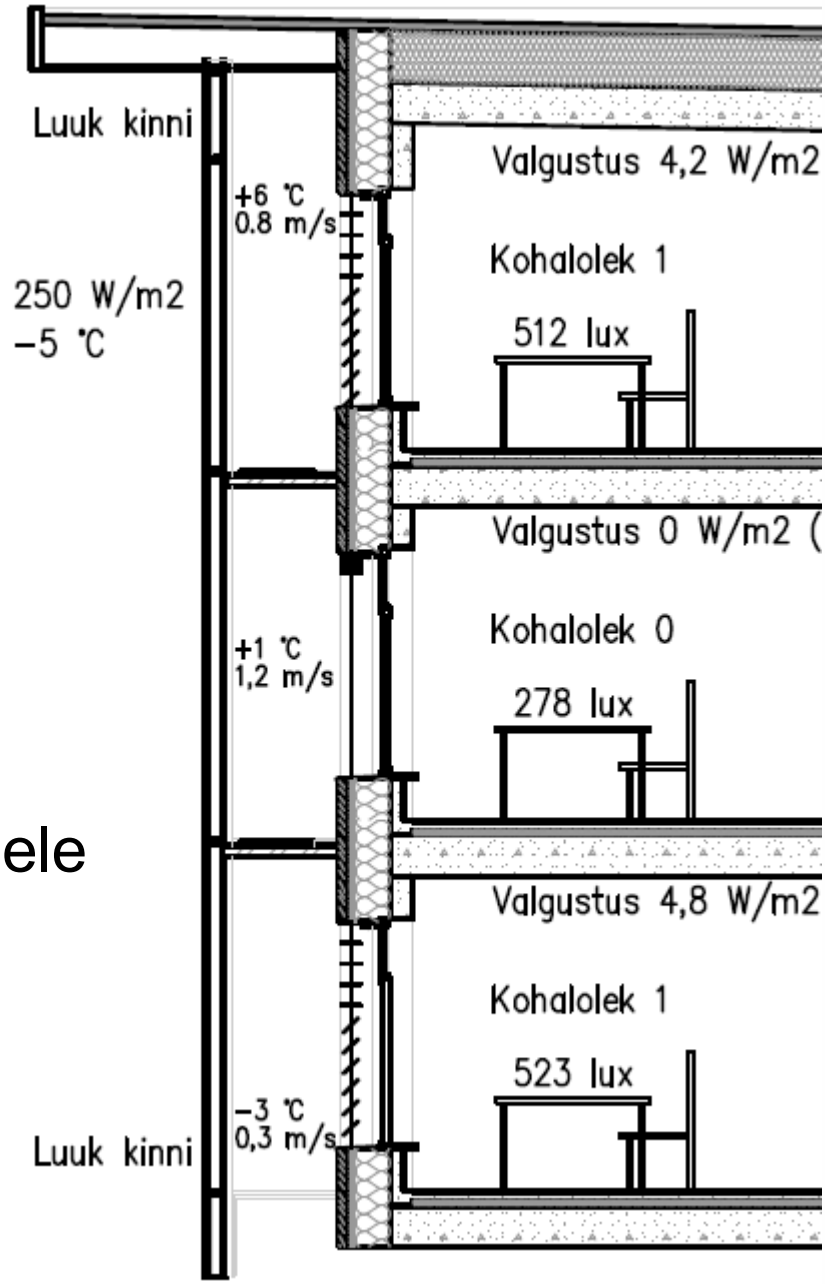
- Väga head välispiirded
  - Soojustuse paksus 400 kuni 500 mm
  - Hea soojapidavusega ja mõistliku suurusega aknad
- Madala elektri- ja soojustarbega ventilatsioonisüsteem





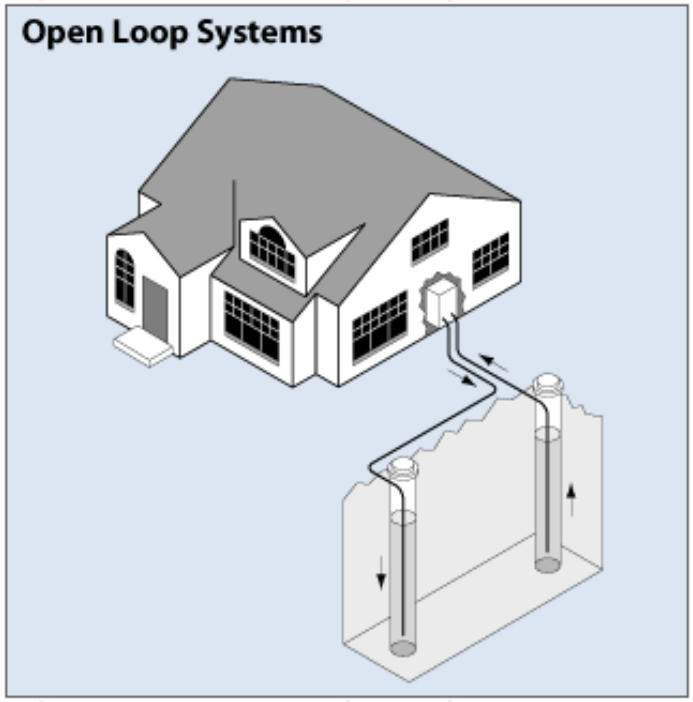
Madal energiavajadus

- Läbimõeldud päikesevarjestus
  - Päikesevarjed
  - Välised ribid
  - Topeltfassaad
- Säästlik valgustus
  - LED-lambid
  - Valgustuse juhtimine vastavalt päevavalgusele



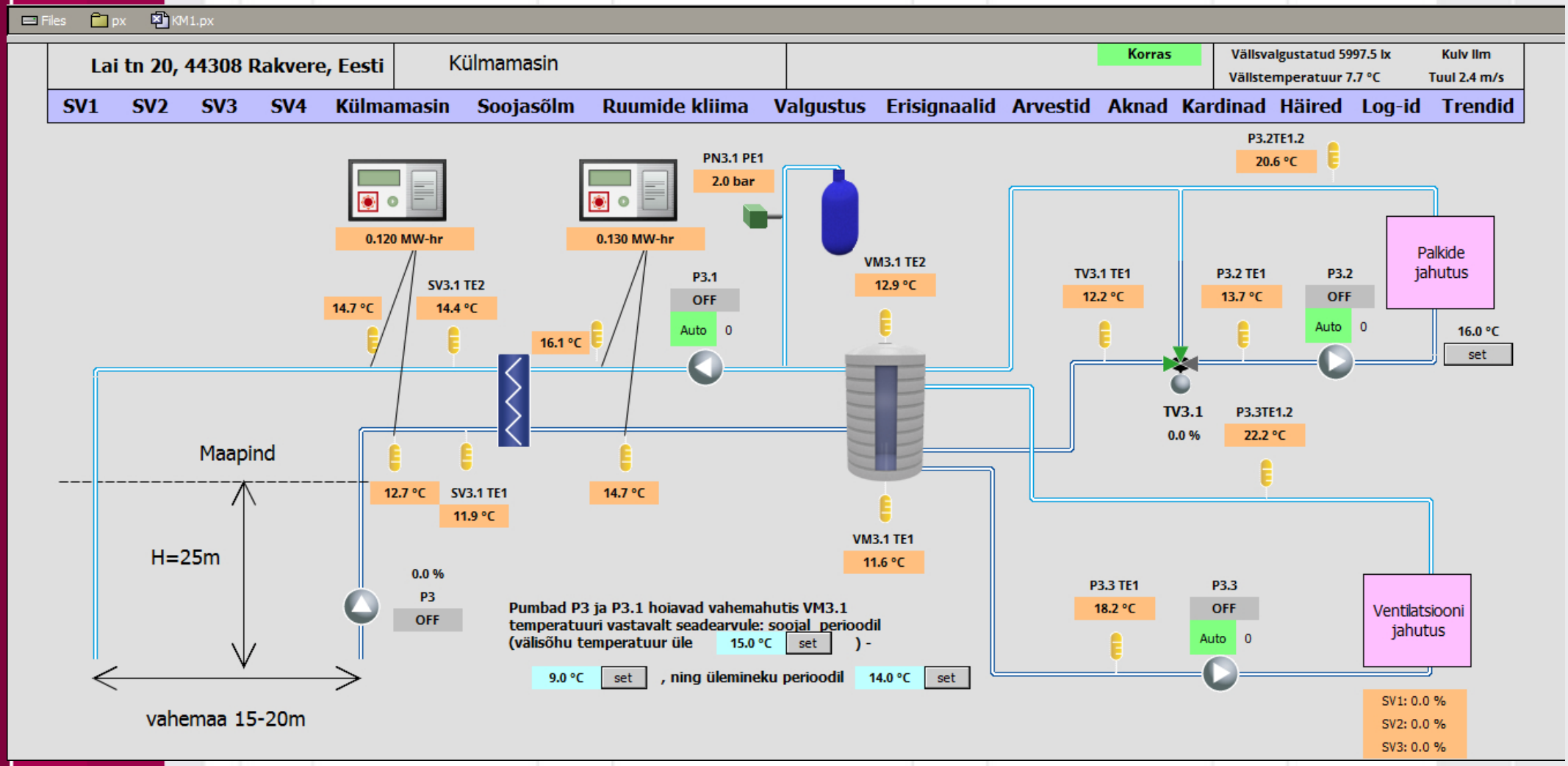
Efektiivne ja keskkonnasäästlik energiakasutus

- Energiakaevud – kütteenergia soojuspumba abil ning „tasuta“ jahutus
- Kütte toetuseks ühendus kaugküttevõrguga ja jahutuseks külmakompressor



http://energy.gov/energysaver/articles/geothermal-heat-pumps

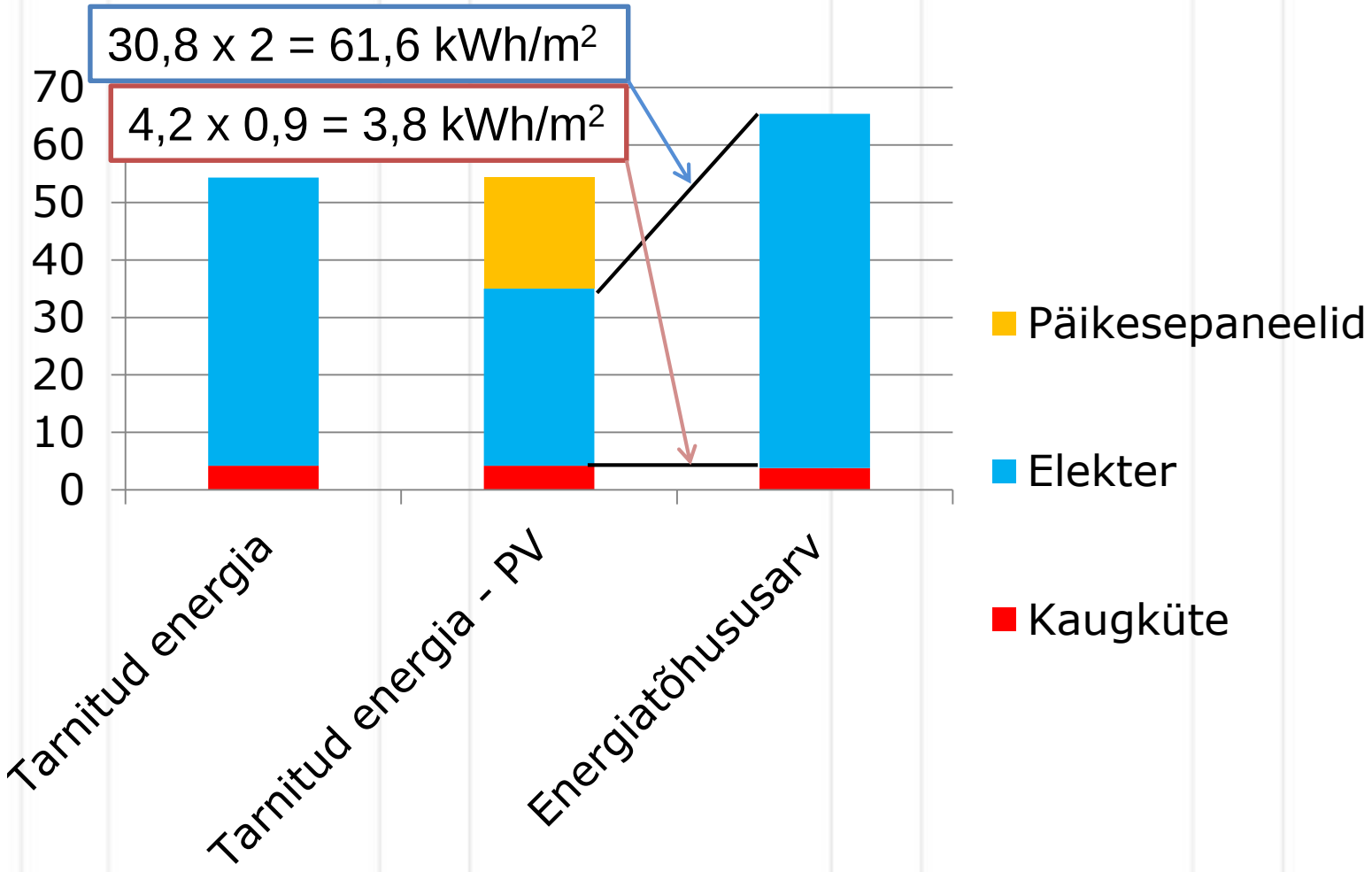
Jahutus energiakaevude abil



http://energy.gov/energysaver/articles/geothermal-heat-pumps

Esialgse põhiprojekti energiatõhusus

- PV-paneelid hoone katusel



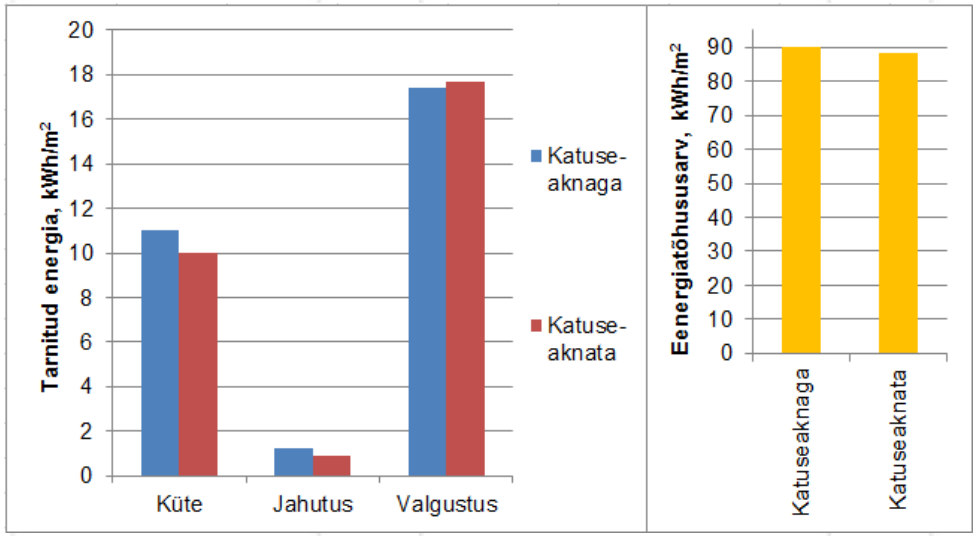
Energiatõhususarv 65 kWh/m² (< 100 kWh/m²)

Esialgne ehitushind

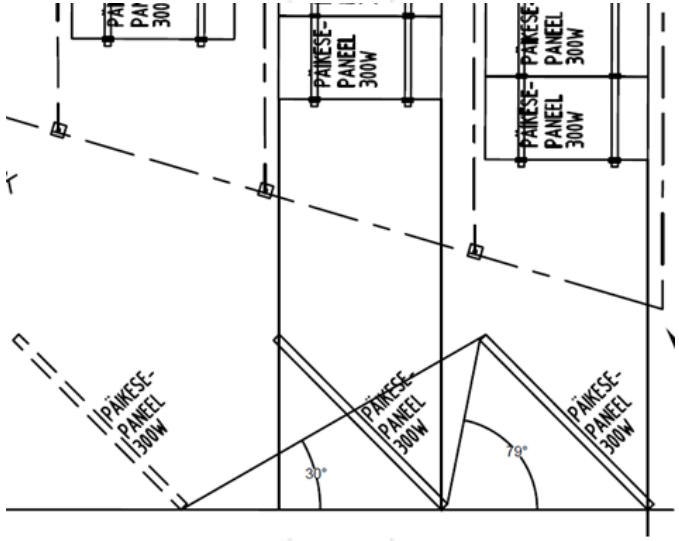
- Ehitushind kuni 3,2 M€ (1475 €/m^2)
- Eelarvestamise esialgne tulemus 4,2 M€ (1935 €/m^2) ehk kärpida tuli 1 M€ (460 €/m^2)
- Energiatõhusust mõjutavaid kärbete mõju ehitushinnale oli väiksem, kui energiatõhusust mitte mõjutavatel kärbetel
- Energiatõhusust mitte mõjutavaid kärped oli näiteks:
  - Maa-alune parkla ja külm aatrium jäid ära
  - Siseviimistlus ja siseseinte lahendused tehti lihtsamaks
  - Lihtsam infoedastussüsteem, tugevvoolupaigaldis jms

Energiatõhusust mõjutavad kärped

- Kalli katuseakna ära jätmine

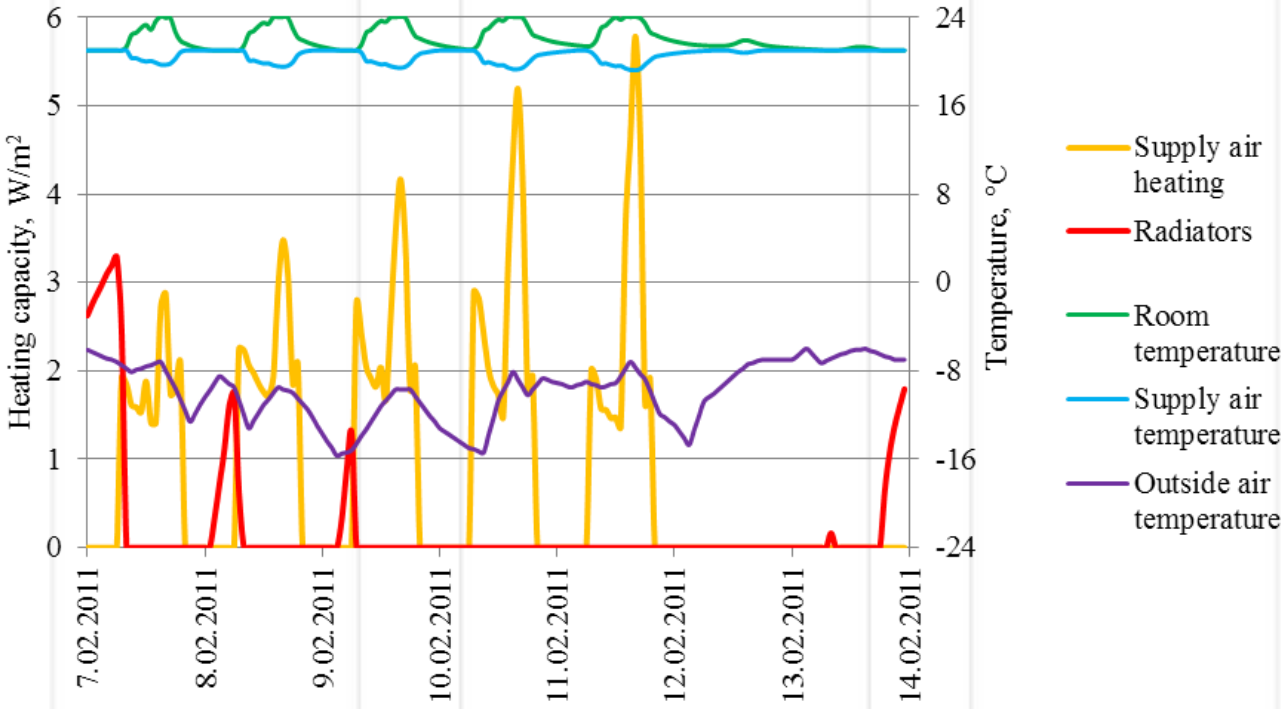


- PV-paneelide koguse vähendamine



Energiatõhusust mõjutavad kärped

- Tekkis idee kontoriruumides radiaatorküte ära jätta
- Simulatsioonide põhjal madalaimad temperatuurid kuni +16 °C



Energiatõhusust mõjutavad kärped

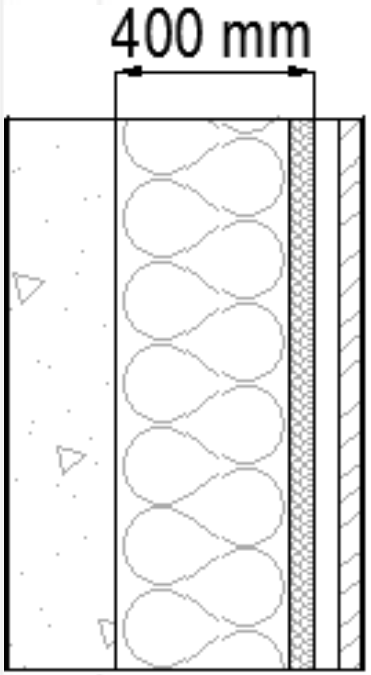
- Majanduslikult otstarbekaim lahendus on radiaatorküte ja lihtne ning töökindel CAV-ventilatsioon
- Kõik õhkküttega variandid olid suurema ehitus- ja energiakuluga kui kõige lihtsam lahendus
- * Kallima VAV ventilatsiooni puhul radiaatorküte tasub ära ca 8 aastaga võrreldes õhkkütte kasutamisega

	Ehituskulude muutus, €/m²	Energiakulu muutus, €/m² a	Lihttasuvus-aeg, a
Radiaatorid, CAV (2 l/s m²), SFP=1.9	0.0	0.0	-
Radiaatorid, CAV (2 l/s m²), SFP=1.35	+22.4	-0.55	67.0
Radiaatorid, VAV (2 l/s m²), SFP=2.3	+14.6	-0.39	37.0
Õhkküte, VAV (2 l/s m²)	+6.9	0.59	-*
Õhkküte, VAV (3 l/s m²)	+30.6	0.55	-
Õhkküte, VAV (2 l/s m²), 2 küttekalorifeeri	+41.7	0.05	-
Õhkküte, VAV (2 l/s m²), üksik tühi kontor	+6.9	0.69	-
Õhkküte, VAV (2 l/s m²), üksik tühi kontor, jahutus +24 °C	+6.9	1.02	-

Energiatõhusust mõjutavad muudatused

- Valdavalt üks suur tsentraalne vent.seade
- Esialgu soojuspumpa ei paigaldata, põhiline soojusallikas kaugküte (SP siiski tuleb)
- Topeltfassaadi ära jätmine lõunafassaadil
- Välisseintes 200 mm soodushinnaga polüuretaanplaadid, õhemad seinad
- Automaatselt juhitav välisvarjestus ainult nullenergia testkeskkonna osas

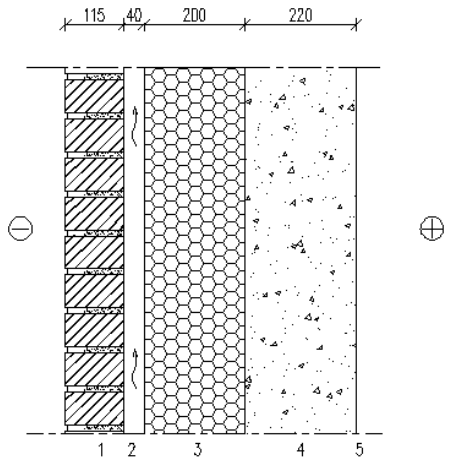
Välisseina lahenduste muutus



Piirde tehnilised näitajad

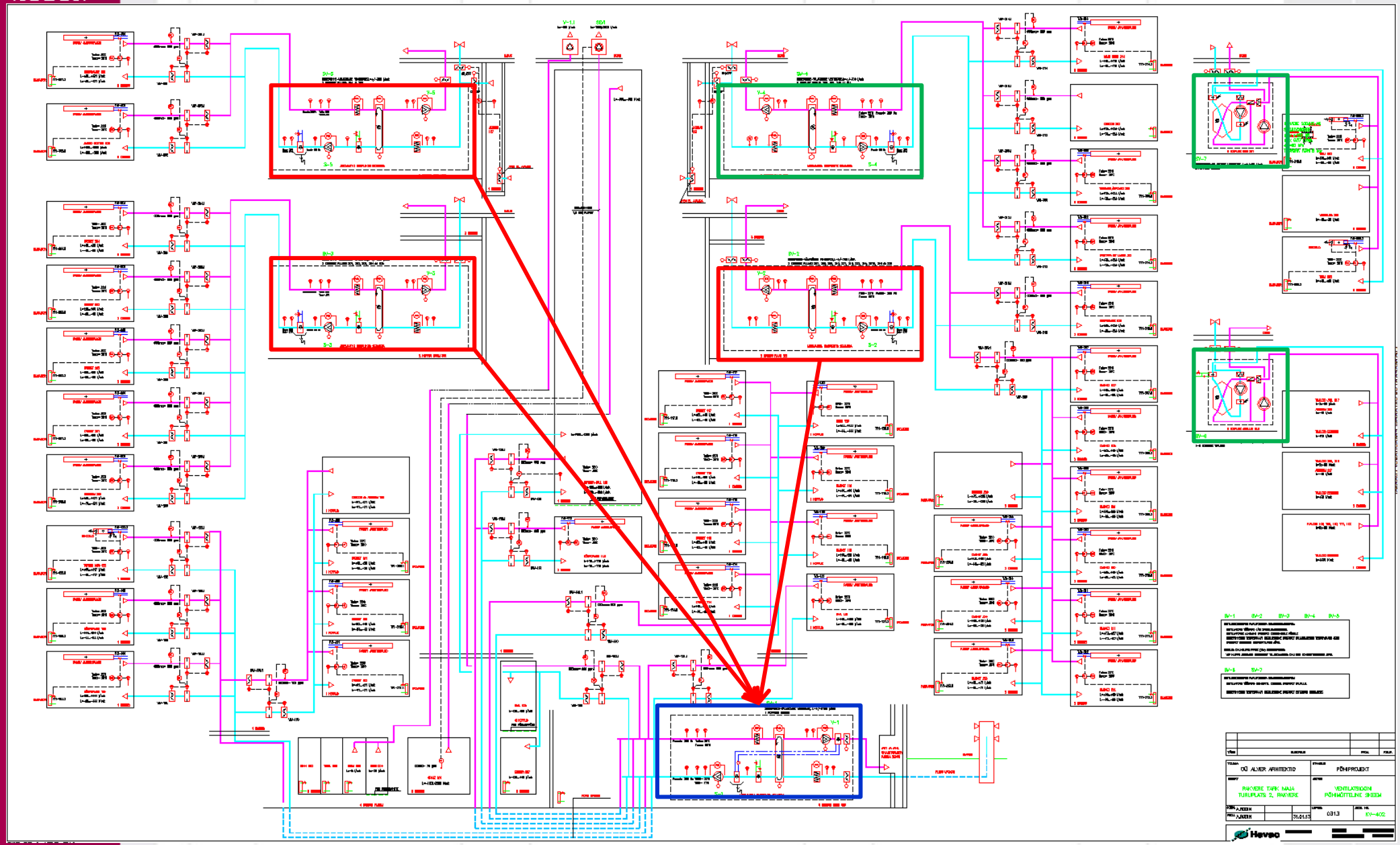
TULEPÜSIVUS	REI 60	SOOJUSLÄBIVUS U [W/m²K]	0,1	VS5
		ÕHUMÜRA ISOLATSIOONI INDEKS R'tr's'w [dB]	≥55	

Välissein tellisvoodriga fassaadi osas

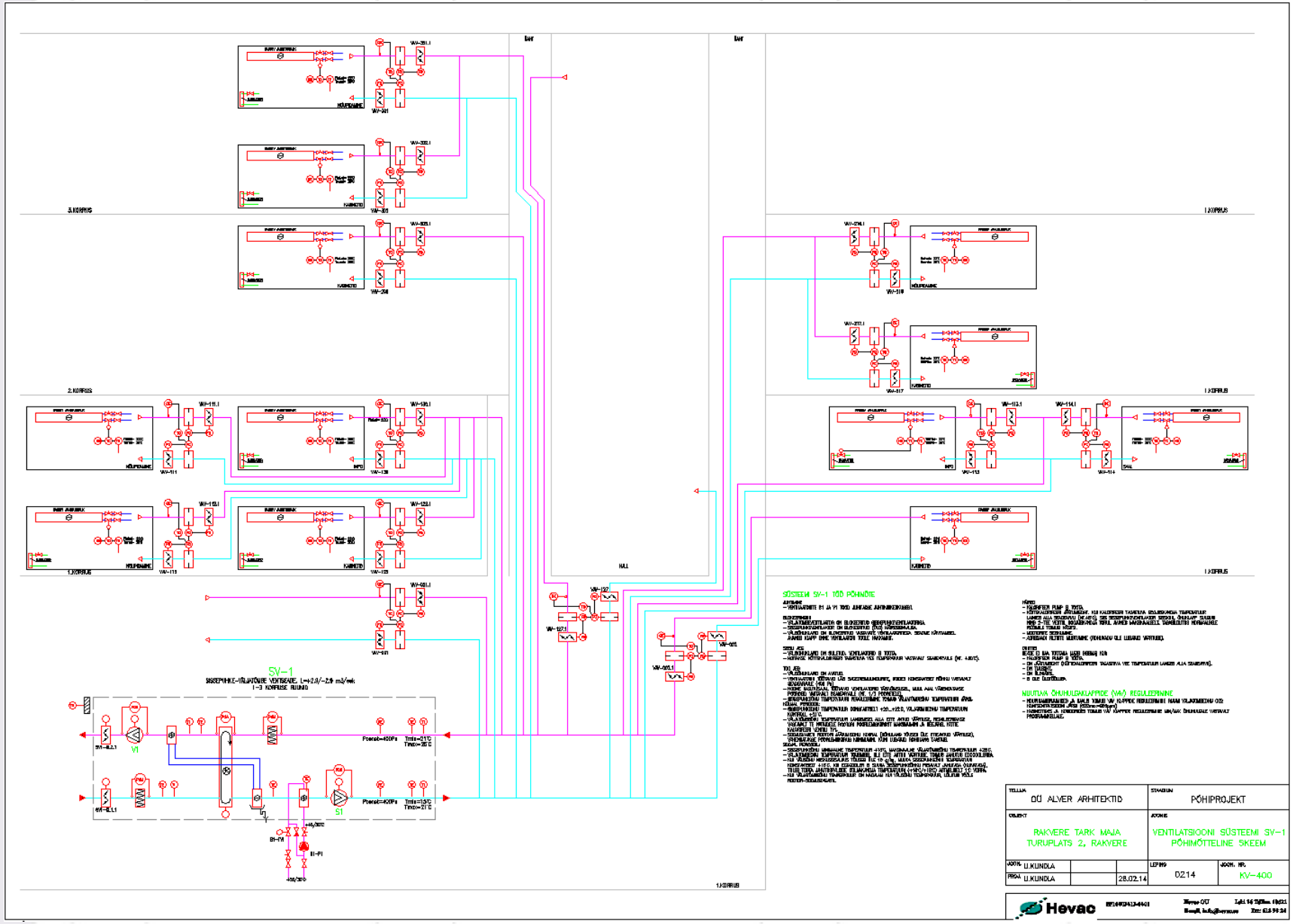


1	TELLISVOODER – vastavalt AR osale	115mm
2	ÕHKVAHE	40mm
3	SOOJUSTUS – polüuretaanplaadid, λ≤0,025 W/mK, tuletundlikkus B-s1,d0 (SPU FR või analoogne);	200mm
4	KANDETARIND – RAUDBETOONIST VÄLISSEIN, betoon C30/37	220mm
5	SISEVIIMISTLUS – vastavalt SA osale	

Esialgne ventilatsiooni skeem



Lõplik kontorite ventilatsioonilahendus



Lõplik põhiprojekti lahendus

- Arvutuslik energiatõhususarv 98 kWh/m^2 < 100
- Ehituse eelarve ca 3,2 M€ (tegelikult pisut kõrgem)
- 12.08.2014 allkirjastatud ehitusleping
- Soojuspumba lisandumisega ETA ~ 80 kWh/m^2
- Avamine 09.10.2015

Järeldused 1/2

- Erisused võrreldes “tavabüroodega”
  - Põhjalikum lahenduste analüüs ja eelarvestamine projekteerimise käigus
  - Energiakaevud kütteks soojuspumbaga ja vabajahutuseks
  - Sisekliima juhtimine vastavalt vajadusele
  - Soojapidavad välisseinad ja mõistliku suurusega aknad
  - Topeltfassaad ja väline varjestus
  - PV paneelid katusel

Järeldused 2/2

- Mittetavapärane projekteerimine: tasub jooksvalt tegeleda eelarvestamisega ja variantide analüüsiga
- Pikem projekteerimise periood
- Suhteliselt suur osa vajalikest kärbetest oli võimalik teha energiatõhusust mitte mõjutava osa arvelt, kuid vähem teadliku tellija puhul oleks tõenäoliselt energiatõhusus ära ratsitud
- Liginullenergia energiatõhususe tase on võimalik saavutada ka ilma kõikvõimalikke meetmeid kasutamata