JÄRVAKANDI VALLA SÄÄSTVA ENERGIAMAJANDAMISE ARENGUKAVA

Järvakandi Vallavalitsus

Koostaja: Mart Järvik

2014

Sisukord

1.	Sissejuhatus	4
2.	Säästva energiamajanduse arengukava eesmärk	6
3.	Järvakandi alevi soojusvarustussüsteemi seisundi analüüs	6
3.1	Soojusallikad	6
3.2	Soojustarbijad	7
3.2.1	eelarvelised tarbijad	7
3.2.2	Elumajad	7
3.2.3	Muud tarbijad	7
3.3	Soojusvõrk	7
	Järvakandi kaugküttevõrgu asendiskeem	8
3.4	Tegelik soojuskoormus	9
4.	Soojustarbimise lähituleviku prognoos	11
5.	Järvakandi alevi tulevase soojustarbimise analüüs	12
5.1	Alevi perspektiivsed soojustarbijad	12
5.2	Alevi soojuskoormus tulevikus	13
6.	Soojusvarustussüsteemi rekonstrueerimise võimalused	14
6.1	Soojusvarustuse rekonstrueerimise võimalikud variandid	14
6.1.1	Soojusvõrgu optimeerimise põhimõtted	14
6.1.2	Alevi olemasoleva soojusvõrgu optimeerimine	15
6.1.3	Optimeeritud soojusvõrku iseloomustavad suurused	15
6.2	Soojavõrgu rekonstrueerimiseks vajalikud investeeringud, rekonstrueerimise järjekord ja investeeringute tasuvusaeg	17
7.	Soojuse ja elektri koostootmise võimalused alevis	18
7.1	Ülevaade koostootmisest, koostootmise põhjendatus	18
7.1.2	Auruturbiinjõuseade	18
7.1.3	Gaasturbiinjõuseade	18
7.1.4	Sisepõlemismootoriga jõuseade	18
7.2	Hinnang koostoomisseadmete investeeringute suurusele	19
7.3	Järvakandi alevi elektriline koormus	20
7.3.1	Puidutöötlusettevõtte elektriline koormus ja elektri tarbimine	20
7.3.2	O-I Production Estonia AS elektriline koormus	21
7.4	Koostootmisjaama rajamise tasuvusest Järvakandi alevisse	21
8.	Energiasääst soojuse tootmisel ja jaotamisel	22
8.1	Soovitused odavate energiasäästu meetmete rakendamiseks	22
8.1.1	Energia kokkuhoiu tõhustamine	23
8.1.2	Energiasäästu meetmed elamutes	23
8.1.3	Säästumeetodid	24
9.	Energiasääst läbi passiivmaja tehnoloogia kasutusele võtu ja vähese energiatarbega hoonete ehitamine	25
9.1	Passiivmaja	25
9.2	Vähese energiatarbega hoone	25
9.3	Nullenergia hoone	26
9.4	Liginullenergia hoone	26
9.5	Üldine madala energiatarbega hoone kontseptsioon	26
9.6	Olulised aspektid energiasäästliku hoone kavandamisel	26
9.6.1	Hoonete soojustamine	28

9.6.2	Akende kvaliteet	28
9.6.3	Külmasildade vältimine	29
9.6.4	Hoone välispiirete õhupidavus	30
9.6.5	Ventilatsioonisüsteemi energiatõhusus	31
9.6.6	Kütte süsteemi jaotuskadude vähendamine	33
9.6.7	Kuidas tagada ehituse kvaliteeti kohapeal	33
9.6.8	Näide. Ühepereelamu passiivmaja kavand	34
9.7	uued ehitusmaterjalid (sobilikud energiasäästlike hoonete ehitamiseks).	35
9.7.1	Magroc plaat (sobib asendama kipsplaate)	35
9.7.2	SPU Isolatsiooniplaadid (hea asendusmaterjal penoplastile)	36
10.	Alternatiivsete energialiikide kasutuselevõtt	39
10.1	Päikeseenergia	39
10.2	Tuuleenergia	43
11.	Tänavavalgustuse rekonstrueerimine	45
12.	Elektriautode kasutuselevõtt	48
13.	Soovituslik tegevuskava valla energiamajanduse arendamiseks. Etapid.	48
13.1	Lähiperspektiiv (2014-2016)	48
13.2	Keskperspektiiv (2016-2020)	49
13.3	Kaugem perspektiiv (2020+)	49
14.	Roheline mõtteviis kui uus väljakutse Covenant capaCITY programmis	49
15.	Kasutatud materjalid	52

Sissejuhatus

Käesolev arengukava on koostatud Covenant capaCITY programmi toel. See programm aitab kohalikel omavalitsustel tegeleda säästva energia kogukondade arendamise väljakutsega ning aitab KOV-del arendada Säästva Energia Arengukava tervikliku ja struktureeritud programmi kaudu. Iga KOV arendab lõpuks prioriteetse ja realistliku tegevuskava, mis võimaldaks energiat kasutada säästvamalt. See toob nii KOV-le kui tema kogukonnale palju kasu.

Covenant capaCITY on kolmeaastane projekt kohalikele omavalitsustele ja nende toetajatele. Projekt alustas 2011 aasta juunis ning lõpeb 2014 aasta mais. Projekti kaasrahastas Intelligent Energy Europe programm. Projekti peamine eesmärk on toetada rohkemate Säästva Energia Kommuunide arengut terves Euroopas. Seda tehakse tõstes Säästva Energia Arengukavaga seotud teemade suutlikkust- alates motivatsioonist, planeerimisest, rakendamisest kuni jälgimise ja hindamiseni. Raplamaa valdade arengukavade koostamisega alustati 2013 aasta augustis. Esimene projekti tutvustav koosolek toimus Hobulaiul Raplamaa Omavalitsuste Liidu täiskogu väljasõidu istungi ajal.

Euroopa Liidu energiapoliitika pikaajalisemateks eesmärkideks on vähendada kasvuhoonegaaside emiteerimist, suurendada taastuvenergeetika osakaalu ja tõsta energiakasutuse efektiivsust. Nende ülesannete täitmisel on oluline jälgida energiakasutuse efektiivsust Eesti linnade ja valdade kõikides energeetika valdkondades eraldi. Jälgida tuleb energiatarbimist kõikides valdkondades ja viia energiakulud võimalikult väikeseks tehes seda energiakandjate kasutamisel uusimaid ja efektiivsemaid lahendusi kasutades. Omavalitsuste energiabilansid on erinevad, kuid kütmisele kas kaugkütet või lokaalseid küttelahendusi kasutades või tänavaid valgustades oleneb kulude pool suuresti kasutatavatest lahendustest, nende efektiivsusest.

Tiheasustusega aladel on meie kliimavööndis suur roll mängida kaugküttel. Viimastel aastatel on toimunud kiire areng uute tehnoloogiate kasutamiseks kaugkütte efektiivsemaks muutmise valdkonnas, suurenenud on päikeseenergia kasutus nii soojuse kui ka elektri tootmisel. Kiire kasv on toimunud tuuleenergia kasutuselevõtul, eriti väikeste tuulegeneraatorite kasutuselevõtuga seoses. Välja on töötatud kõrgtemperatuurilised soojussalvestid ja uued lahendused soojuse maapinda salvestamiseks, mis oluliselt avardavad päikeseenergia ja tuuleenergia kasutuselevõttu. Kõikide uute tehnoloogiate kasutuselevõtt avaldab mõju ka soojusega varustavatele süsteemidele.

Kaugküte on seni olnud majanduslikult kõige efektiivsem soojusega varustamise süsteem ja riiklikult on oluline säilitada kaugküttevõrgud seal, kus need on jätkusuutlikud. Jätkusuutlikust tuleb hinnata arvestades energiasäästu eesmärke ja toimunud muudatusi tarbimises. Nõukogude aegsed kaugküttevõrgud on enamuses välja ehitatud ajal, millal nähti ette suurt tarbimise kasvu ja sageli dimensioneeriti soojusvõrgud sellel põhjusel teadlikult üle, et vältida sooja puudujääki uute tarbijate lisandumisel.

Tänaseks on olukord muutunud, tarbijaid jääb väljaspool suurlinnu järjest vähemaks. Täiendavalt on oma mõju avaldanud tarbimise vähenemine hoonete soojustamise tõttu ning osade tarbijate kaugküttevõrgust lahtiühendamise tõttu ning elanikkonna vähenemine maapiirkondades. Seetõttu muutuvad osa väikestest kaugküttevõrkudest ebaefektiivseteks ja see tõstab soojuse hinna tarbijatele liiga kõrgeks. Sellele viitas ka Riigikontrolli audit. Taasiseseisvumise aja jooksul on 190 kaugküttepiirkonda lõpetanud oma tegevuse ja üle on mindud lokaalküttele ja kohtküttele. Samas on kaugkütte kasutamine eelduseks elektri ja soojuse koostootmise arendamisel Eestis.

Tänavavalgustuse valdkonnas on olukord pidevas muutumises. Taasiseseisvumise ajal on tiheasustusaladel paljud nõukogude aegsed energiakulukad valgustid välja vahetatud, välja on vahetatud ka hulgaliselt valgustite betoonoste ja lahtiseid õhuliine tänapäevaste kaabellahenduste vastu. LED tehnoloogia kasutamine tänavavalgustites ja järjest efektiivsemate tarkade valgustusjuhtimissüsteemide areng sunnib aga seda energiakulu valdkonda kompleksselt üle vaatama ja vajadusel piirkonniti täiesti uusi süsteeme rajama.

Energiatõhus ehitamine koos passiivmaja standardi kasutuselevõtuga pakub väga suuri võimalusi energiakulude kokkuhoiuks pikema aja jooksul nii eramajade kui korrusmajade elanikele. Targa maja lahenduse kasutamine koos päikeseenergiat kasutavate, salvestavate või sellest elektrienergiat tootvate süsteemidega võivad viia tulemuseni, mis vastab null- või plussenergia maja standardile

Elektriautode kasutuselevõtt on tänaseks andunud märgatavat kokkuhoidu kohalike omavalitsuste sotsiaaltöö transpordikulude vähendamisel. Elektriautode laadimispunktide riigipoolne väljaehitamine lõi võimalused autode laiemaks kasutamiseks nii era- kui avaliku sektori jaoks.

Käesolevas arengukavas kavatsetavad tegevused on kooskõlas seniste Järvakandi valla oluliste arengudokumentidega ja on seotud olulisemate planeeringute ja erinevate tasuvusuuringutega. Olulisemad neist on:

- Järvakandi valla üldplaneering
- Järvakandi valla arengukava 2005 – 2020
- Järvakandi alevi ühisveevärgi ja kanalisatsiooni arendamise kava 2010-2025
- Järvakandi alevi soojusvarustussüsteemi arengukava 2006
- Järvakandi tööstuspargi tasuvus- ja teostatavusanalüüs 2009
- Järvakandi alevi säästliku ja efektiivse soojavarustuse lahenduse välja töötamine 2009

2. Järvakandi valla säästva energiamajanduse arengukava eesmärk

Säästva energeetika planeerimise eesmärk on kasutada maksimaalselt ära eelised, mida pakub ühiskonnale energiaressursside optimaalne kasutamine. Säästva energeetika arengukava on tulevikule orienteeritud dokument, mis aitab koondada tähelepanu prioriteetidele ja töötada välja energeetika arenguks vajalikke projekte ning investeeringuid.

Järvakandi alevi eripäraks on siin asuva klaasi- ja puidutööstuse olemasolu ning klaasitööstuse eripäraks on läbi aegade olnud see, et tootmise jääkproduktiks on arvestatavalt suur hulk jääksooja. Selle jääksooja kogusega, mille saadav võimsus võiks olla vahemikus 0,8 MW kuni 2,5 MW saaks praktiliselt katta kogu Järvakandi elamufondi küttevõimsuse vajaduse. Paraku on klaasitootmise eripäraks see, et klaasivanni temperatuur peab kogu tootmisprotsessi puhul olema konstantse suurusega ja seal tekkiva jääksooja kasutamine osutub tehnilise lahenduse seisukohalt väga keerukaks ning samas ka väga kalliks.

Seega on käesoleva kava eesmärkideks leida tänaseni alevi kaugküttes kasutatava kütteliigi maagaasi kõrvale muid alternatiive. Sealhulgas tuleks kaaluda taastuvenergia allikate kasutuselevõttu ja klaasitootmise jääksoojuse kasutamise võimalusi.

Soojus- ja elektrienergia säästlik kasutamine on eraldi teemaks nii tootmisprotsessis, kui ka elamumajanduses. Energiakandjate jätkuv hinnatõus sunnib leidma uusi energiat säästvaid ning kokkuhoidvaid lahendusi.

3. Järvakandi alevi soojusvarustussüsteemi seisundi analüüs

3.1 Soojusallikad

Järvakandi alevit, mille territooriumil on kehtestatud kaugküttepiirkond, varustab soojusega Järvakandi vallale kuuluv ettevõte OÜ Järvakandi Soojus. Katlamaja on soojamajanduse ekspertide arvates ideaalses seisukorras. Katlad, korstnad, vee ettevalmistuse süsteem, tsirkulatsioonipumbad on väga heas seisundis.

Soojust annavad kaks gaasil töötavat katelt. Võimsam nendest on India päritolu leeksuitsutoru katel RFW 3000 soojusliku võimsusega 3,5 MW (3,0 Gcal/h). Katel on valmistatud 1987. aastal, kuid töötab alates 1996. aastast . Teiseks katlaks on 1999. aastal valmistatud ja käiku läinud malmribi veesoojenduskatel De Dietrich soojusliku võimsusega 1,0 MW. Efektiivsuse tõstmiseks on katel täiendavalt varustatud rekuperaatoriga Totaleco TT1080, mis soojendab võrgust tagastuvat vett katlast lahkuvate suitsugaaside soojuse arvelt. Rekuperaator paigaldati 2005. aasta aprillis-mais. Rekuperaator annab juurde ~100 kW (10%) soojusvõimsust. Soojuskoormusteni kuni 1,0 MW hoitakse töös ökonoomsemat, rekuperaatoriga varustatud De Dietrich malmribikatelt ja koormuse edasisel suurenemisel liitub töösse India katel.

Tsirkulatsioonpumbad on tulnud komplektis koos India leeksuitsutoru katlaga (konteinerkatlamaja, valmistatud 1987. aastal). Tsirkulatsioonpumbad (2tk.) on varustatud pöörete sagedusmuunduriga Grundfos LP100. Pumpade elektrimootorite võimsus on 18,5 kW. Vee rõhk pealevoolu torus hoitakse aastaläbi 3,0 kgf/cm^2 ja tagasivoolu torus - 1,4 kgf/cm2, rõhulang on 1,6 kgf/cm2. Võrguvee temperatuurirežiim on 95/70°C arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22°C.

Uue soojusallikana vaatleme lähitulevikus O-I Production Estonia AS poolt tekkiva jääksooja kasutamise võimalust. Hetkel saadaolevate andmete kohaselt võib rajatava soojusvaheti võimsuseks kujuneda 1,0 … 1,2 MW.

3.2 Soojustarbijad

Soojusvõrguga on ühendatud kokku 21 tarbijat. Tarbijad on jaotatud kolme gruppi: eelarvelised I, elanikkond II ja muud III. Soojuskoormused on saadud viimaste aastate (2003...2013.a.) tegeliku soojustarbimise alusel. Tarbijate summaarne küttekoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22oC on 1678 kW. Sooja tarbevee valmistamise keskmine koormus on 84 kW. Maksimaalne koormus võib ulatuda kuni 294 kW. Kõikide tarbijate summaarne soojuskoormus võib ulatuda kuni 1763 kW.

3.2.1 Esimesse gruppi kuuluvad eelarvelised tarbijad ja neid on kokku 7: gümnaasium, lastepäevakodu, kultuurihall, hooldekodu, vallavalitsus, teenindusmaja ja avatud noortekeskus.

Eelarveliste tarbijate summaarne küttekoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril - 22oC on 590 kW. Sooja tarbevee valmistamise keskmine koormus on 20 kW ning maksimaalne koormus võib ulatuda kuni 70 kW. Kõikide tarbijate summaarne soojuskoormus võib ulatuda kuni 610 kW.

3.2.2 Teise gruppi kuuluvad elumajad ja neid on kokku 8: Staadioni 4, 6, 8, 10, Rahu 7, Vabaduse 2, Pargi 2 ja 1.Mai 3. Elumajade summaarne küttekoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22°C on 989 kW. Sooja tarbevee valmistamise keskmine koormus on 64 kW ning maksimaalne koormus võib ulatuda kuni 224 kW. Kõikide tarbijate summaarne soojuskoormus võib ulatuda kuni 1054 kW.

3.2.3 Kolmandasse gruppi kuuluvad muud tarbijad ja neid on hetkel kokku 5: Elion, OÜ Metalliveski, Tulihein OÜ, Järvakandi Kommunaal OÜ, Päästeameti Järvakandi komando. Muude tarbijate summaarne küttekoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22°C on 99 kW. Sooja tarbeveega nimetatud tarbijaid ei varustata. Sellesse gruppi on perspektiivsed liitujad AS Järvak ja OÜ V&V Veod.

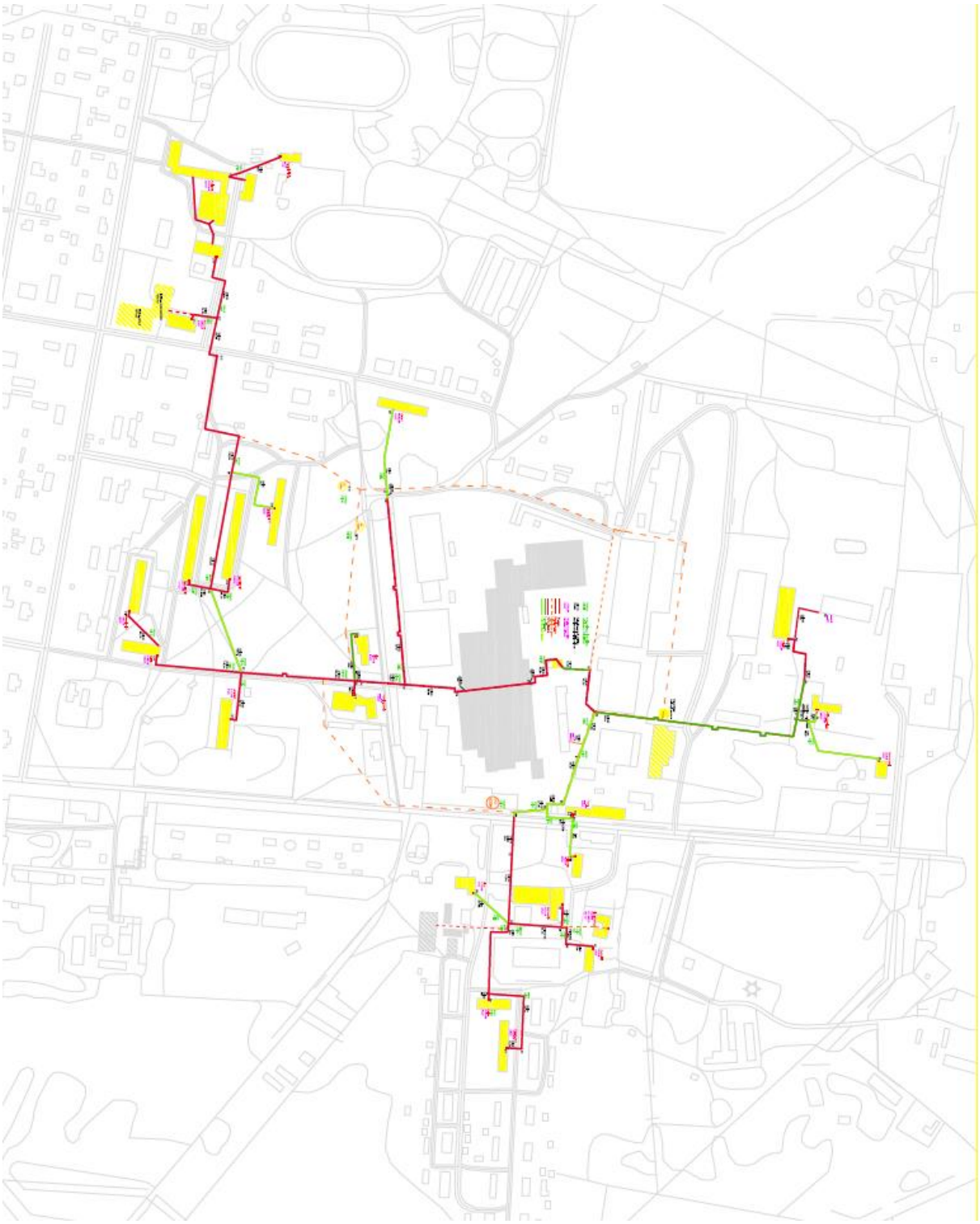
Praktiliselt on kõik tarbijad (väljaarvatud hooldekodu) varustatud automaatsete soojussõlmedega (väljaarvatud 1.Mai 3, kus on käsitsijuhtimisel soojussõlm ja sooja tarbevee varustust ei ole), segamispumbaga kütte poolel ning plaatsoojusvahetiga sooja tarbevee poolel

(juhul kui on sooja tarbevee varustus). Soojussõlmed on paigaldatud 1997. aasta suvel, Rootsi firma NUTEK laenuga. Soojussõlmed on ühistute omad.

3.3 Soojusvõrk

Järvakandi soojusvõrk alustas tööd 1962. aastal. Trasside renoveerimistöödega alustati esimest korda tõsisemalt 1998 aastal, millal vahetati välja osa õhutrasse, siis alustati ka õhutrasside soojustamisega. Tänaseks on praktiliselt kõik õhuliinid on soojustatud Paroc kivivillast mattidega paksusega 60 mm ja pealt kaetud tsingitud plekiga. Alates 2002. aastast on osa torusid asendatud eelisoleeritud torudega.

Järvakandi soojusvõrk asub põhiliselt maaalustes künades, samuti on ka õhuliine ja maa-aluseid eelisoleeritud torustikke. Käesoleval ajal on ekspluatatsioonis oleva võrgu pikkuseks 2957 m.



Joonis 3.1 Järvakandi kaugküttevõrgu asendiskeem

Õhuliinide soojusisolatsioon on väga heas seisundis ja maa-aluste torude soojusisolatsioon on rahuldavas seisundis. Andmed soojusvõrgu kõikide osade kohta on toodud tabelis 2.1 Tabelis on tehtud torude jaotus diameetrite kaupa vanale, olemasolevale ning uutele optimeeritud võrkudele.

Tabel 2.1 Järvakandi soojusvõrgu osade pikkused, vana ja uus optimeeritud soojusvõrk

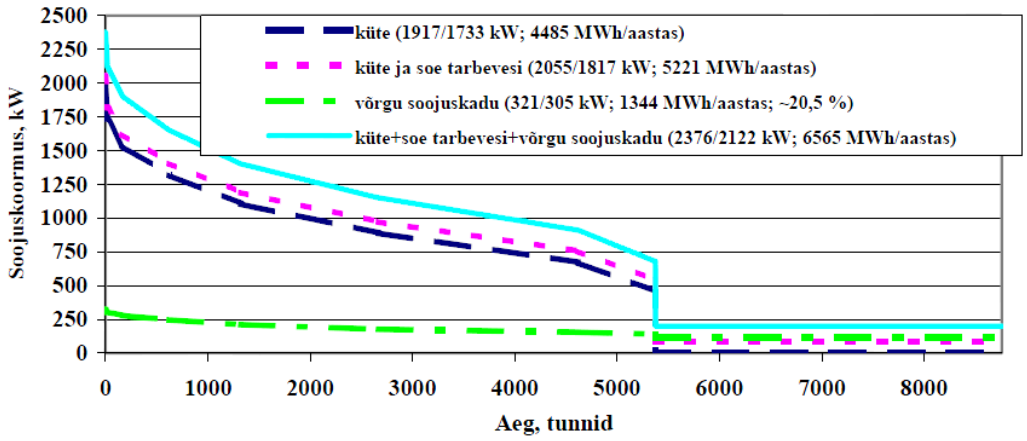
Vana võrk		Uus võrk	
Diameeter DN,	Pikkus L,	Diameeter DN,	Pikkus L,
mm	m	mm	m
20	0	20	148
25	0	25	185,5
32	0	32	928,1
40	0	40	170,7
50	316,7	50	186,4
70	175,1	70	798,7
80	130,6	80	0
100	1031,3	100	108
125	782	125	432
150	154	150	0
175	0	175	0
200	367,7	200	0
Kokku:	2957,4		2957,4

3.4 Tegelik soojuskoormus

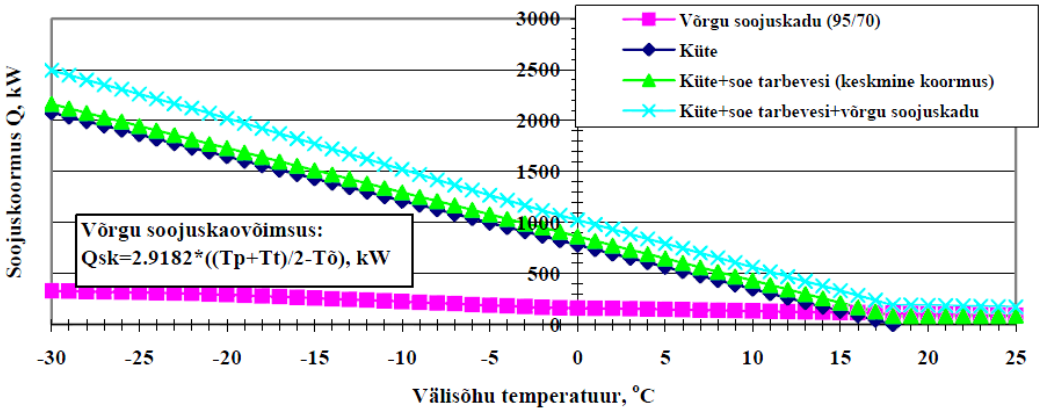
Viimaste aastate tegeliku soojustarbimise alusel on koostatud Järvakandi soojusvõrgu soojuskoormuse kestvusgraafik (joonis 2.1). Graafikul on toodud soojuskoormused, nii arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22 ^{o}C, kui ka külmemal välisõhu temperatuuril -27,5 ^{o}C. Järvakandi soojusvõrguga ühendatud tarbijate küttekoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22°C tuleb 1733 kW ja keskmine soojustarbimine aastas tuleb 4485 MWh.

Sooja tarbevee keskmine koormus on 84 kW. Maksimaalne koormus võib olla 304 kW. Sooja tarbevee valmistamiseks vajaliku soojusenergia keskmine kulu tuleb 736 MWh aastas. Soojusvõrgu soojuskaovõimsus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22 ^{o}C tuleb 305 kW. Aastane soojuskadu tuleb keskmiselt 1344 MWh, ehk 20,5% toodetud soojusest. Olemasoleva soojusvõrgu soojuskaovõimsuse sõltuvus välisõhu temperatuurist on toodud (joonisel 2.2). Tarbijate summaarne soojuskoormus on 1817 kW ja keskmine soojustarbimine aastas tuleb 5221 MWh. Katlamaja summaarne soojuskoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22 ^{o}C tuleb 2122 kW. Katlamaja peab väljastama Järvakandi alevi soojusvõrku keskmiselt 6565 MWh aastas. Lisaks alevi soojusvõrgule saab katlamajast soojust ka O-I Production Estonia AS sooja tarbevee valmistamiseks. Viimasel ajal ulatus maksimaalne koormus kuni ~21 kW.

O-I Production Estonia AS tarbis viimastel aastatel igas kuus keskmiselt 220-278 m^3 sooja tarbevett (klaasisegu valmistamine ja tööliste pesemisruumid), ehk 12-16 MWh soojust.



Joonis 2.1. Järvakandi soojusvõrgu soojuskoormuse kestvuse graafik.



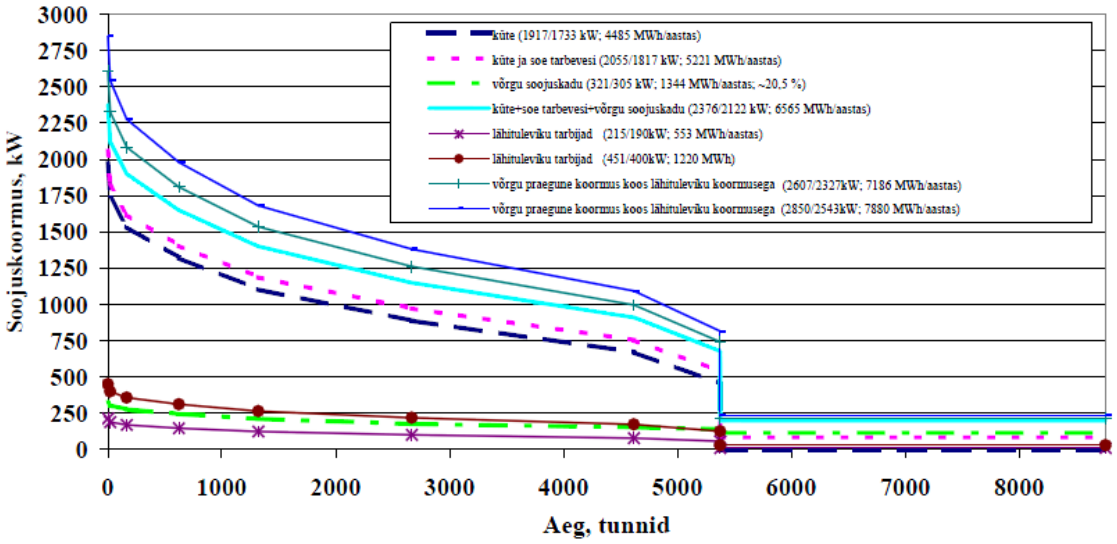
Joonis 2.2. Järvakandi olemasoleva soojusvõrgu soojuskaovõimsuse sõltuvus

välisõhu temperatuurist (võrguvee temperatuurirežiim on 95/70oC).

4. Soojustarbimise lähituleviku prognoos

Aastaks 2015 on plaanis välja ehitada OÜ Krynicki Glass poolt uus tööstushoone (Baltimaade ja Soome jäätmekäitlejate poolt kogutud klaasi sorteerimine ja jahvatamine klaasiveskis). Selle uue hoone hinnanguline soojuskoormus võib olla ~60-100 kW. Juurde võib tulla Hinnanguline soojuskoormus soojale veele võib olla ~15-25 kW. Veel võib liituda kaugküttevõrguga AS Järvak ja OÜ V&V Veod hoone, Hooldekodu juurdeehitus koos sisesiseujulaga ning perearsti uued ruumid. Kõikide uute liitujate kohta ei ole veel kindlat otsust vastu võetud. Lisanduv soojuskoormuse täpne hinnang on raskesti arvutatav, aga hinnanguliselt võib maksimaalselt ulatuda kuni 300-400 kW, seda juhul kui tuleb ujula.

Lähitulevikus võib olemasolevale soojuskoormusele lisanduda kuni ~140-190 kW. Lähitulevikus lisanduvate tarbijate soojuskoormuse kestvusgraafik on toodud Joonisel 3.1.



Joonis 3.1 Võimalike lisanduvate tarbijate soojuskoormuse kestvusgraafik.

5. Järvakandi alevi tulevase soojustarbimise analüüs

5.1 Alevi perspektiivsed soojustarbijad

Lisaks peatükis 3 kirjeldatud tarbijatele, võiks üheks võimalikukuks tarbijaks olla puidu töötlemise tehas. Käesoleval ajal kasutab puidutöötlemise tehas nii puidu kuivatamiseks (põhiline osa soojust) kui ka hoonete kütteks oma soojust. Kütusena kasutatakse oma tootmisjääke: puiduklotsid ja saepuru. Puidutöötlemise tehase üleminek oma soojuselt OÜ Järvakandi Soojus soojuse kliendiks on võimalik ainult sellisel juhul kui puidutehas hakkab oma jääke müüma (puiduklotsid ja saepurust hakatakse brikette valmistama), ning nende müügist saadav tulu ületaks sisseostetava soojuse maksumuse. Või teine variant: puidutehasel ei jätku puidujääke vajaliku soojushulga tootmiseks ning osa soojust tuleb sisse osta. Järelikult: OÜ Järvakandi Soojus soojuse maksumus peab olema võimalikult madal, näiteks koostootmise baasil saadav soojus, selleks, et saada uut suurtarbijat.

Käesoleval ajal varustavad puidutehast soojusega kaks puidujäätmeid põletavat katelt: üks on vana Kiviõli-80 katel soojusvõimsusega 0,8 MW ja teine Laka-BS katel soojusvõimsusega 0,4 MW. Summaarne võimsus on 1,2 MW. Puidu kuivatamise maht on käesoleval ajal ~10 tuh. m3 aastas ja lähitulevikus suureneb kuni ~15 tuh. m3 aastas. Soojuse keskmine erikulu puidu kuivatamisel (niiskuseni 8-10%) on 0,6-0,7 MWh/m3.

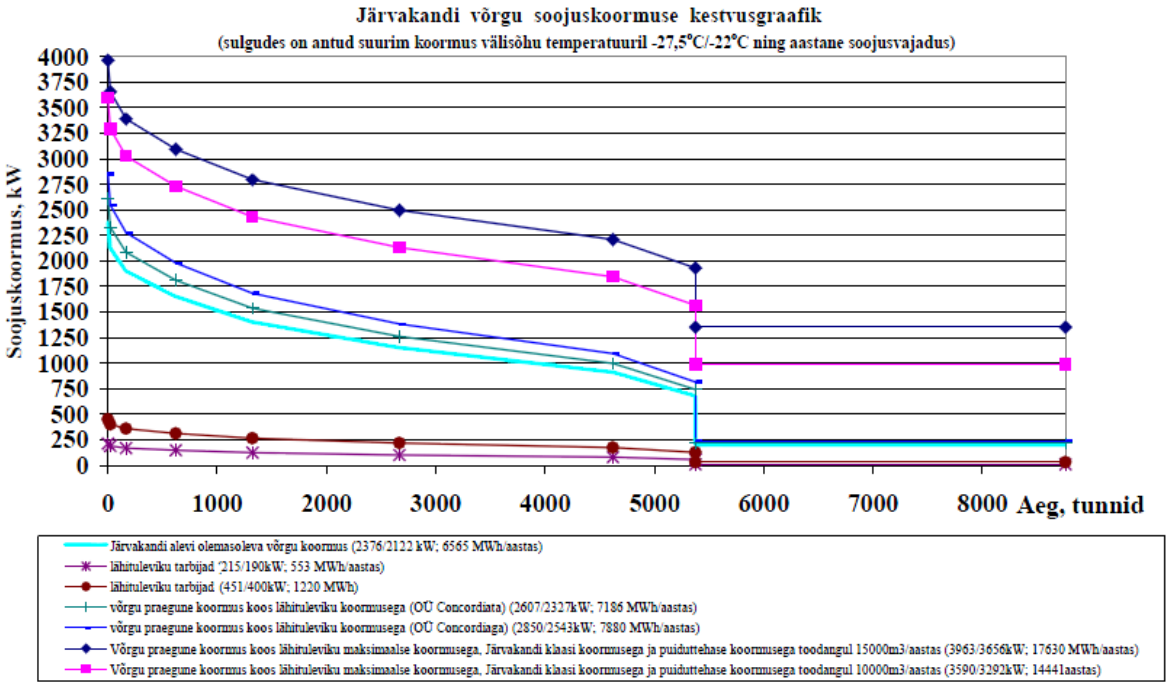
Juhul kui kuivatatava puidu maht on ühtlane 833 m3/kuus (10000 m3/aastas), siis soojuse kulu tuleb 541,7 MWh/kuus (0,65 MWh/m3) ja keskmine võimsus tuleb ~728 kW. Puidu kuivatamiseks vajalik soojuse kulu aastas tuleb 6500 MWh.

Juhul kui kuivatatava puidu maht on ühtlane 1250 m3/kuus (15000 m3/aastas), siis soojuse kulu tuleb 812,5 MWh/kuus (0,65 MWh/m3) ja keskmine võimsus tuleb ~1092 kW. Puidu kuivatamiseks vajaliku soojuse kulu aastas tuleb 9750 MWh. Järelikult lisanduv soojuskoormus tuleb 0,73-1,1 MW (soojuskoormus puidu kuivatamisel on ühtlane ja pidev).

5.2 Alevi soojuskoormus tulevikus

Alevi katlamaja soojusvõrgu soojuskoormus koos lähitulevikus lisanduvate tarbijate, O-I Production Estonia AS sooja tarbevee ja puidutehase soojuskoormusega toodangul 15000 m3/aastas võib ulatuda kuni 3656 kW arvutuslikul välisõhu temperatuuril -22°C. Aastane soojuse vajadus tuleb 17630 MWh. Alevi katlamaja soojusvõrgu soojuskoormus koos lähitulevikus lisanduvate tarbijate, „Järvakandi Klaasi" sooja tarbevee ja puidutehase soojuskoormusega (toodangul 10000 m3/aastas) võib ulatuda kuni 3292 kW arvutuslikul välisõhu temperatuuril - 22°C. Aastane soojuse vajadus tuleb 14441 MWh.

Summaarse soojuskoormuse, mis koosneb alevi olemasoleva soojusvõrgu, lähitulevikus lisanduvate tarbijate ja puidutehase koormusest koos O-I Production Estonia AS sooja tarbevee koormusega, kestvusgraafik on toodud joonisel 4.1.



Joonis 4.1 Järvakandi alevi soojusvõrgu, lähitulevikus lisanduvate tarbijate, Järvakandi klaasitehase ja puidutehase soojuskoormuse kestvusgraafik.

6. Soojusvarustussüsteemi rekonstrueerimise võimalused

6.1 Soojusvarustuse rekonstrueerimise võimalikud variandid

Soojusvarustuse rekonstrueerimisel tuleb järk järgult asendada vanu maaaluseid trasse kaasaegsete eelisoleeritud torudest trassidega valides torude optimaalseid diameetreid vastavalt lõikude tegelikele soojuskoormustele.

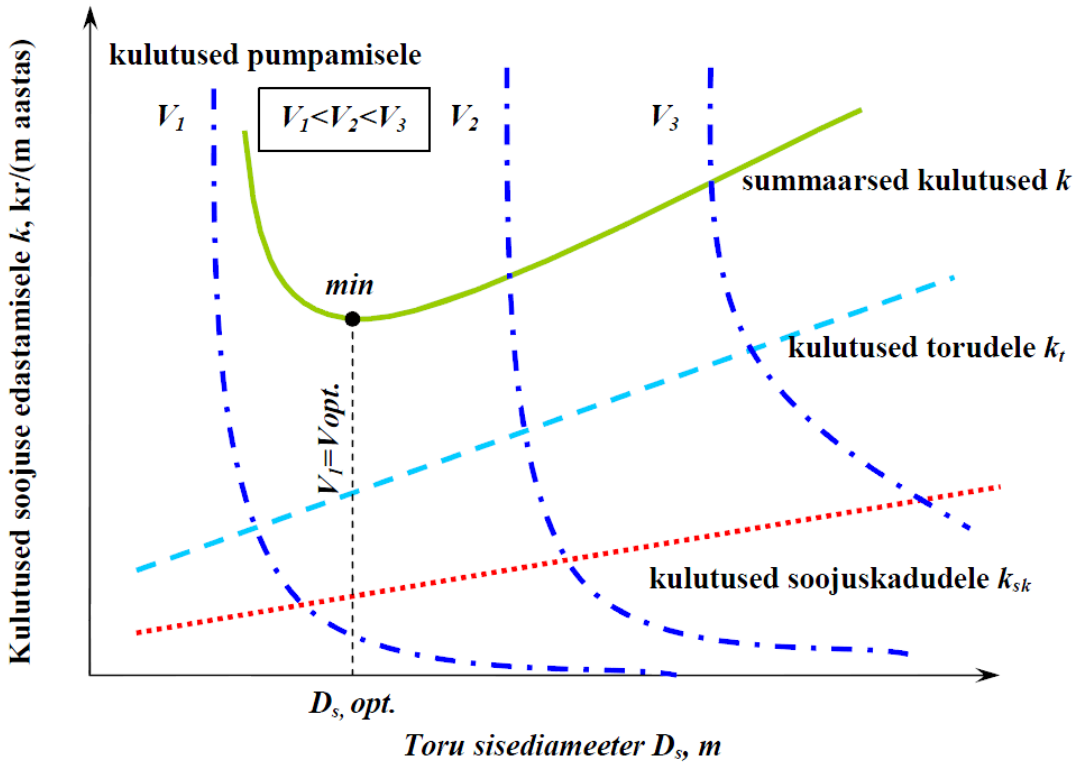
Enamus õhuliine on juba korrastatud - torudele on paigaldutud uus Paroc kivivill mattidest soojusisolatsioon paksusega 60 mm ja pealt on kaetud tsingitud plekiga. Praktiliselt kõik tarbijad on varustatud automaatsete segamistüüpi soojussõlmedega ning selles osas on kõik korras. Järgnevalt on esitatud optimeerimismetoodika põhimõtted.

6.1.1 Soojusvõrgu optimeerimise põhimõtted

Joonisel 5.1 on näidatud, kuidas võib olla leitud kaugküttevõrgu toru majanduslikult optimaalne sisediameeter. Antud juhul soojuskandja edastamise kulude funktsioon koosneb pumpade ja torustiku maksumusest ja rajamisest, soojuskadude ning pumpamisele kulutatava energia maksumustest. Nendest kolmest kulutuse osast kaks esimest suurenevad mõõdukalt sisediameetri suurenemisega, kuid pumpamiskulutused vähenevad väga kiiresti toru sisediameetri suurenemisega (~ 5p s K D). Tavaliselt sellist tüüpi optimeerimise ülesanne lahendatakse muutes toru sisediameetrit maksimaalsele koormusele vastava konstantse kulu korral. Antud töös on leitud erinevatele soojuskoormustele vastavad optimaalsed sisediameetrid graafilisel teel.

Soojuse edastamise summaarsed kulutused k koosnevad torude, pumpade ja soojusvõrgu ehituskuludest kt, kulutustest soojuskadudele ksk ja pumpamiskuludest kp. Optimaalse diameetri korral on kulutused soojuskadudele pumpamiskulutustest suuremad. Kulutused soojuskadudele mõjutavad väga vähesel määral optimumi asukohta: mõningal määral nihutavad summaarsete kulude kõverat vasakule, väiksemate diameetrite ja suuremate kiiruste poole.

Toru sisediameetri optimeerimise eesmärk seisneb soojuse edastamiskulude minimiseerimises. Klassikalise optimeerimise meetodi korral optimeerimise ülesanne lahendatakse muutes toru sisediameetrit maksimaalsele koormusele vastava konstantse kulu korral.



Joonis 6.1 Kaugkütte võrgu toru majanduslikult optimaalse sisediameetri leidmine

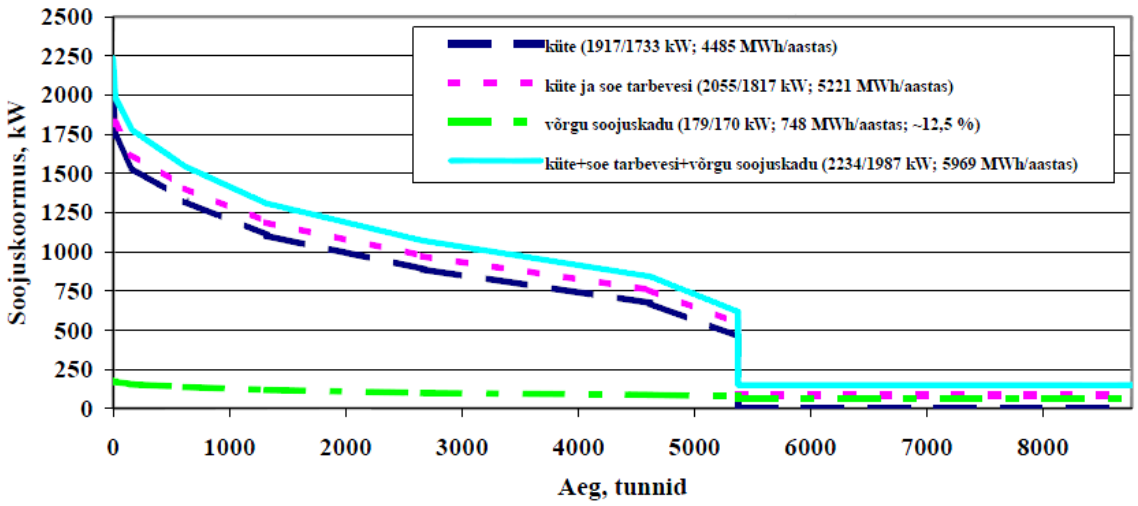
6.1.2 Alevi olemasoleva soojusvõrgu optimeerimine

Koostatud on alevi soojusvõrgu hüdrauliline ja soojuslik mudel ning lähtudes lõikude tegelikest soojuskoormustest ja võrgu ehitusest, hooldekuludest, käesoleva aja soojuse hinnast, on leitud uue võrgu lõikude torude optimaalsed sisediameetrid. Arvutused on tehtud kasutatava vee temperatuurirežiimi 95/70oC korral ja kui kasutatakse kvalitatiiv-kvantitatiivset soojuskoormuse reguleerimist.

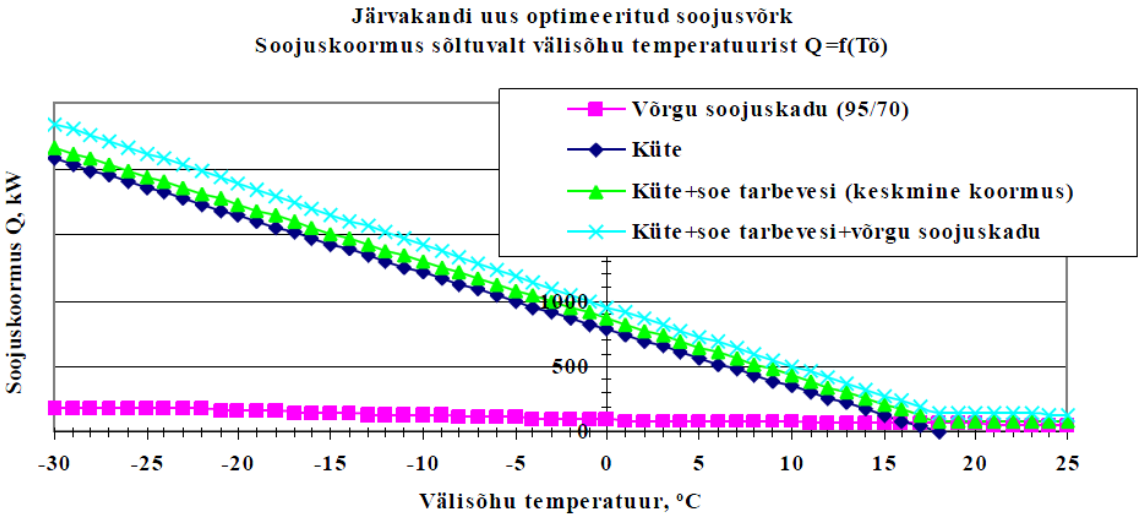
6.1.3 Optimeeritud soojusvõrku iseloomustavad suurused

Optimeeritud ja rekonstrueeritud soojusvõrgu soojuskadu väheneb oluliselt ~1,8 korda. Alevi uue optimeeritud soojusvõrgu soojuskoormuse kestvusgraafik on toodud joonisel 6.2.

Joonisel 6.3 on toodud uue rekonstrueeritud ja optimeeritud soojusvõrgu soojuskaovõimsuse sõltuvus välisõhu temperatuurist.



Joonis 6.2 Järvakandi alevi uue optimeeritud soojusvõrgu soojuskoormuse kestvusgraafik.



Joonis 6.3 Järvakandi alevi uue optimeeritud soojusvõrgu soojuskoormuse sõltuvus välisõhu temperatuurist.

Soojusvõrgu üldise soojusläbikandeteguri võib arvutada välja, teades soojustrassi konstruktsiooni ja kasutatud soojusisolatsioonmaterjale, või hinnata tema suurust soojuskaomõõtmistest. Antud töös on üldine soojusläbikandetegur leitud teades soojuskadu, mis on saadud aasta jooksul soojusvõrku väljastatud ja tarbijate saadud soojushulkade vahena. Algandmed reaalselt soojusvõrku väljastatud ja tarbijate saadud soojushulkade kohta on saadud soojustootjate käest, samuti on teada reaalsed soojuskandja ja välisõhu temperatuurid. Tarbijate kasutatavate soojusmõõtjate suhteline viga nominaalkoormusel võib olla piirides + 2 % ja mõõtmispiirkonna alguses +5 %. Sama viga + 2 % võib olla ka soojusvõrku väljastatava soojushulga mõõtmisel.

Mahuline erikoormus näitab mitu MWh soojust väljastatakse aasta jooksul soojusvõrku soojusvõrgus ringleva vee mahuühiku kohta. Pikkuseline erikoormus näitab mitu MWh soojust väljastatakse aasta jooksul soojusvõrku soojusvõrgu pikkusühiku kohta. Mida suurem on soojusvõrgu torude keskmine diameeter, seda suurem on tsirkuleeriva vee maht ja väiksem mahuline erikoormus. Näiteks Rootsis on tüüpilistel soojusvõrkudel mahuline erikoormus 160 – 170 MWh/m3, pikkuselisel erikoormusel 5 – 6 MWh/m (torude keskmise diameetri juures 140 – 150 mm). Sellest võrdlusest tuleneb, et Järvakandi soojusvõrgu torud on mõnevõrra üledimensioneeritud.

Tabel 5.1 Järvakandi vana ja uut optimeeritud soojusvõrku iseloomustavate suuruste võrdlus

Soojusvõrk	Süsteemi tüüp	Aasta	Väljastatud soojushulk, MWh	Tarbitud soojushulk, MWh	Soojuskadu, MWh	Katlamaja koormus, kW	Tarbijate koormus, kW	Soojusvõrgu soojuskadude koormus, kW	$\int\Theta \cdot d\tau$, $10^5 \cdot {}^oC \cdot h$
Järvakandi olemasolev	2 toru	keskm.	6565	5221	1344	2122	1817	305	4.37
optimeeritud	2 toru	keskm.	5969	5221	744	1987	1817	170	4.37
	Soojuskadude vähenemine kordades:				1.8	(-22°C juures)	(-22°C juures)	(-22°C juures)	

q_{lksj}	L, m	d_k, m	A, m^2	V, m^3	A/L, m^2/m	V/L, m^3/m	Q/L, MWh/m	Q/V, MWh/m^3	Q_{sjk}/L, MWh/m	$K_{ü}$, $W/(m^2K)$	q_{jt}, $(m^2K)/W$	Märkus
0.205	2952	0.12	2284	70.4	0.774	0.024	2.2	93	0.46	1.35	0.152	95/70°C
0.125	2952	0.07	1244	25.0	0.422	0.008	2.0	239	0.25	1.37	0.091	95/70°C

6.2 Rekonstrueerimiseks vajalikud investeeringud, rekonstrueerimise järjekord ja investeeringute tasuvusaeg

Rekonstrueerimise tulususe täpsemad andmed saab Järvakandi alevi kaugküttevõrgu arengukavast. Käesolevas kavas tehtud järeldused põhinevad selle kava arvutustel.

Rekonstrueerimise tulusus on saadakse uute ja vanade lõikude soojuse jaotuse kulude vahena. Vanade lõikude soojuse jaotuskulud koosnevad põhiliselt soojuskadude maksumusest. Uute lõikude soojuse jaotuskulud koosnevad põhiliselt laenu aastamaksetest pangale ja soojuskadude maksumusest, mis on oluliselt väiksemad kui vanadel lõikudel. Kuna pumpamiskulud ja hoolduskulud on oluliselt väiksemad kui soojuskadude ja laenu tagasimaksmise kulutused, siis rekonstrueerimise tulususe määramisel nendega ei arvesta.

Kõiki tegureid täpsemalt kaaludes selgub, et hetkel kasutatava kütuse, milleks on maagaas, ei ole trasside renoveerimine rahaliselt otstarbekas. Trasside renoveerimiseks vajaminevate investeeringute summad jaotatuna kaugkütte hinda näiteks 20…30 aasta peale tõstavad kaugkütte hinna tarbijale ebamõistlikult kõrgeks. Mõistlik oleks investeeringuid trassidesse teha pärast alternatiivkütusele üleminekut, millega näiteks hakkpuidu katlamaja korral väheneks hind tarbijale kuni 20%. Parim lahendus oleks O-I Production Estonia AS jääksoojuse kasutamise lahendus, mille kaugküttevõrku suunamise puhul võiks väljamüüdava

soojuse hind langeda tarbija jaoks üle 20 %. Sellise kaugkütte hinna korral ei oleks soojusettevõtte poolt võetava pikaajalise laenu kaudu investeeringu tegemine tarbijale nii koormav.

7. Soojuse ja elektri koostootmise võimalused alevis

7.1 Ülevaade koostootmisest, koostootmise põhjendatus

Soojuse ja elektri koostootmise iseloomustamiseks kasutatakse mõistet kogukasutegur, mis avaldub summana elektrilisest kasutegurist ja soojuslikust kasutegurist.

Kui realiseeritud soojuslik kasutegur, ja seega ka kogukasutegur, sõltuvad rohkem koostootmisjõujaama ja tarbija omavahelisest sobivusest, siis elektriline kasutegur on n.ö absoluutne – ta on teoreetiliselt piiratud agregaadis realiseeritud ringprotsessi termodünaamiliste omadustega. Soojuse ja elektrienergia koostootmisjõujaamu võib klassifitseerida kasutatavate jõumasinate tüüpide järgi järgmiselt:

7.1.2 Auruturbiinjõuseade, mille töö põhineb Rankine ringprotsessil. Nimetatud tehnoloogia põhineb aurukatlas genereeritud auru paisumisel elektrigeneraatoriga ühendatud auruturbiinis soojustarbijale vajaliku auru rõhuni. Elektriline kasutegur ei ületa auruturbiinjaamas koostootmise korral 25%. Tüüpilised auruturbiinseadmega koostootmiselektrijaamad Eestis on Iru SEJ, Sillamäe SEJ, Kohtla-Järve SEJ, millised müüvad oma toodangut tsentraalsesse soojus- ja elektrivõrku. Tööstuses kasutab auruturbiintsükliga koostootmist näiteks Kehra Tselluloosi kombinaat ja AS Viru Energia (Kiviteri energiavarustus).

7.1.3 Gaasturbiinjõuseade, mille töö põhineb Braytoni ringprotsessil. Gaasturbiin on suhteliselt uus tehnoloogia, mis on kasutusele võetud viimase neljakümne aasta jooksul. Gaasturbiinseadmetele on iseloomulikud madalad kapitali- ja hooldekulud ning lühike ehitusaeg. Elektriline kasutegur on nendel seadmetel 30% piires. Gaasiturbiinjõuseadmega koostootmine eeldab konstantse parameetriga suure võimsusega soojustarbijat. Eestis gaasiturbiinide kasutamise kogemus puudub täielikult.

7.1.4 Sisepõlemismootoriga jõuseade, mille töö põhineb kas Diesel või Otto ringprotsessil. Otto ringprotsessil töötavad seadmed kasutavad reeglina kütuseks maagaasi. Soojusenergiat toodetakse nii heitgaaside arvelt kui ka mootori jahutussüsteemist. Jõuseade koosneb tavalises komplektis mootorist, elektrigeneraatorist ja soojusenergia tootmiseks vajalikest soojusvahetitest, mis on seotud mootori veesärkjahutuse ja õlitussüsteemiga ning heitgaasi ärajuhtimissüsteemiga. Energiabilansiliselt kujuneb siin välja vahekord, kus kütusega protsessi viidud energiast (100%) toodetakse elektrienergiat 40% ja soojusenergiat 50% ning kaod moodustavad ligikaudu 10%. Eestis kasutab sisepõlemismootoritega koostoomist näiteks AS Põlva Soojus, AS Grüne Fee, Kunda Nordic Cement Corp., AS Narva Vesi, Kristiine Kaubanduskskus Tallinnas. Elektriline võimsus ulatub kuni 6 MW (Sillamäe). Kasutamist leiavad erinevate firmade mootorid - Jenbacher, Caterbillar ja Wärtsilä NSD.

Tulenevalt elektrivõrgu globaalsusest on soojuse ja elektrienergia koostootmisjõujaama töö kõrge efektiivsuse saavutamiseks otstarbekas see projekteerida soojusvõimsusele, mis vastab tarbija baassoojuskoormusele. Sellisel juhul tagatakse jõujaama suur aastane kasutusaeg. Tarbija baaskoormust ületav soojustarve kaetakse kas tipuseadmetega või ostetakse suurtootjatelt. Juhul, kui jõujaama käitaja elektrienergia omatarve osutub seejuures väiksemaks kui jaama tootlikkus, on võimalik toodetud ülejääk müüa võrku teistele tarbijatele. Et otsustada väikese võimsusega soojuse ja elektri koostootmisjõujaama otstarbekuse üle, tuleb välja selgitada järgmised põhilised tingimused:

- optimaalne soojuse ja elektri koostootmisjõujaama konfiguratsioon;
- sobilik koht soojuse ja elektri koostootmise jaamale;
- soojuse ja elektri koostootmise jaama ühendamise võimalused olemasoleva soojuse ja elektrivõrguga;
- millised on planeeritava koha soojuskoormused aasta ja ööpäeva lõikes, et tagada maksimaalne soojuse ja elektri koostootmisjõujaama kasutus koos kõrge kasuteguriga.

7.2 Hinnang koostoomisseadmete investeeringute suurusele

Hinnatasemed aurutsükliga koostootmisjaamadele varieeruvad suurtes piirides. Näiteks, toetudes aastal 2002 Helsingi Tehnoloogia Ülikooli poolt projekti BASREC 2002 koostatud materjalidele, leitakse et:

- tahkel kütusel töötav (taastuvkütus, turvas, susi, biokütus) koostootmisjaama investeering sõltuvalt jaama võimsusest 3 MW kuni 33 MW võib varieeruda vastavalt 4800 kuni 1400 EUR/kW$_e$;
- gaasimootoritel ja gaasiturbiinidel põhinevad koostootmisjaamade investeeringu suurused on piirides 700-800 EUR/kW$_e$

Hooldus ja teeninduskulud:

- sisepõlemismootoritele: 7,5-15 EUR/MWh;
- gaasiturbiinidele: 4,5-10,5 EUR/MWh;
- aurutsükliga koostootmisjaamadele 3 EUR/MWh.

Kirjandusest ja aruannetest (ESTIVO, OPET ESTONIA jne.) leiame näiteks, et:

- aurumasina ja restkoldega katlaga varustatud koostootmisjaama (elektriline võimsus 0,9 MW$_e$ ja soojuslik võimsus 6 MW) (Soome Sermet OY) investeeringuks on kulunud 3,3 milj.EUR/MW$_e$;
- biokütuse gaasistusega koostootmisjaamade investeeringuks Taanis on kulunud vahemikus 36-64 milj.kr./MWe (jaamade elektrilised võimsused 0,5 - 15 MW$_e$ ja soojuslik võimsus 0,7-30 MW);

Soome kirjandusest leiame, et vasturohuga auruturbiinseadmel põhinevad koostootmisjaamade investeeringuteks on kulunud 1,5-1,7 milj.EUR/MW$_e$ (jaamade elektrilised võimsused 6-9,4 MW$_e$ ja soojuslik võimsus 17-26 MW). Võtmed kätte projektid

osutuvad ca 2 korda kallimaks. Võrreldes Soome hinnataset Rootsi või Taani hinnatasemega, oli see viimasel aastakümnendil ca 20% madalam.

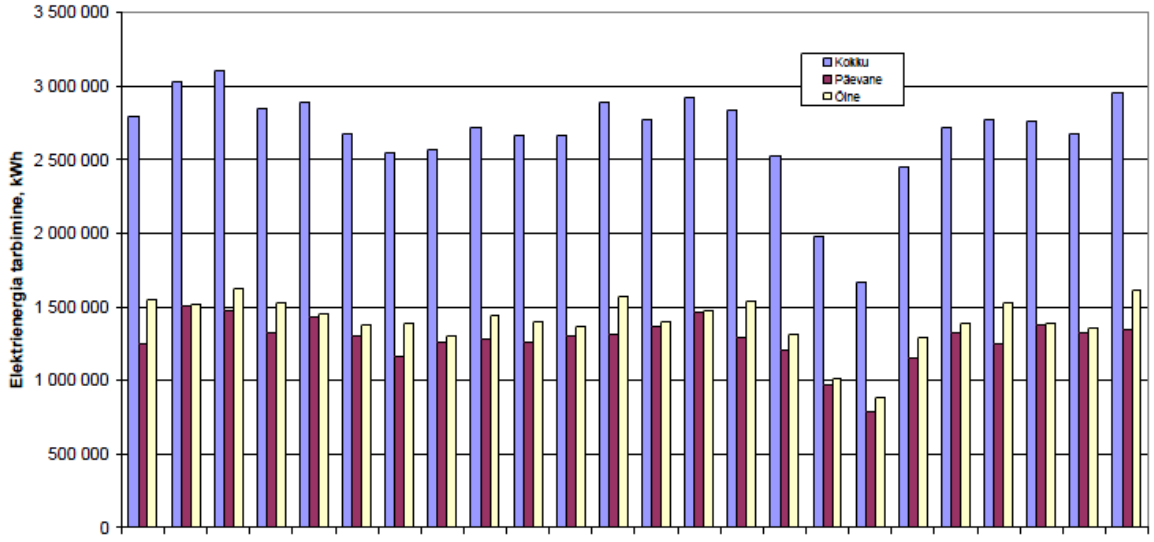
7.3 Järvakandi alevi elektriline koormus

7.3.1 Puidutöötlusettevõtte elektriline koormus ja elektri tarbimine

Koostootmise rakendamisel on oluline nii pideva soojuskoormuse kui ka elektrilise koormusega tarbija olemasolu. Võimalikuks tarbijaks oleks Järvakandi alevis katlamaja ligidal olev puidutöötlusettevõtte. Puidutöötlusettevõtte tegelik kasutusvõimsus (tarbimisvõimsus) praegu on ~150 kW. Põhitarbijad on puidutöötluspinkide elektrimootorid ja puidukuivatite ventilaatorite elektrimootorid. Praegusel ajal käib puidutehase laiendamine. Peale seda, kui puidu töötlemise uued seadmed on paigaldatud, on summaarne paigaldusvõimsus ~700 kW. Veel tuleb juurde kaks puidukuivatit olemasolevale kolmele puidukuivatile. Täiendavalt lisanduvad ventilaatori elektrimootorid. Elektritarbimise hinnanguline kasv tuleb 20-25%. Vaatamata lisanduvate seadmete suurele hulgale on kasv küllaltki mõõdukas, kuna uute seadmete elektrimootorid on kõrge kasuteguriga. Praegune elektritarbimine on aasta kuude lõikes küllalt ühtlane, keskmiselt ~55000 kWh/kuus, mis aastas teeb 660000 kWh. Arvestades elektrilise koormuse suurenemisega, suureneb elektritarbimine lähitulevikus 20-25% ja mis teeb 792000-825000 kWh/aastas.

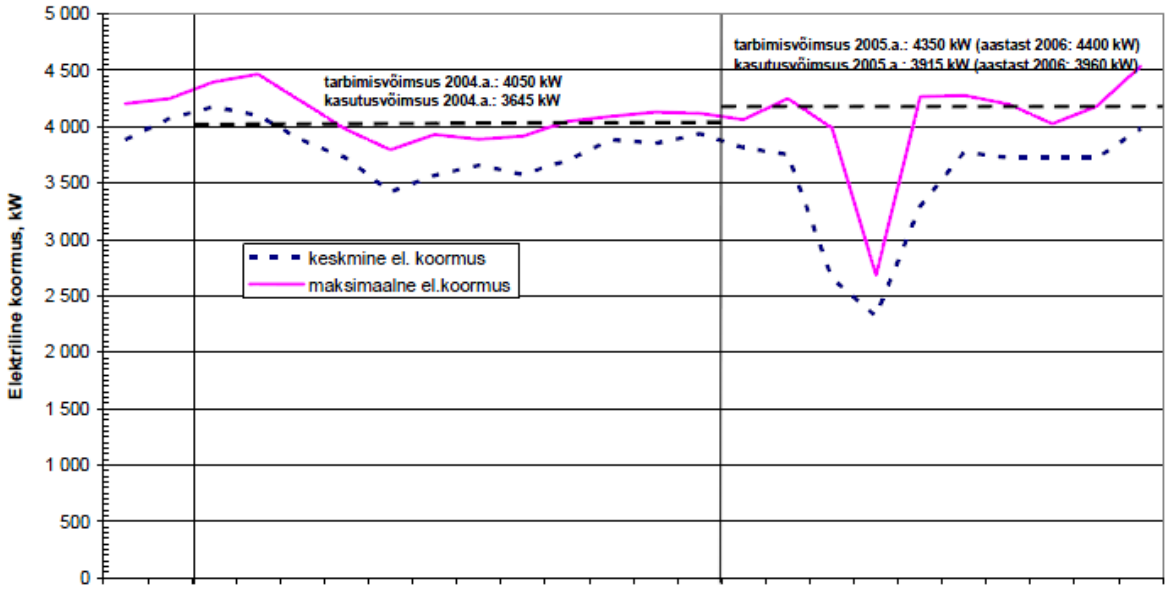
7.3.2 O-I Production Estonia AS elektriline koormus

Järvakandi Klaas AS viimaste aastate elektritarbimise mahud kuude lõikes on esitatud joonisel 7.1



Periood november 2011… oktoober 2013

Joonis 7.1 O-I Production Estonia AS viimaste aastate elektritarbimise mahud kuude lõikes



Periood november 2011… oktoober 2013

Joonis 7.2 O-I Production Estonia AS keskmised tarbimiskoormused kuude lõikes ja faktiliselt esinenud koormusmaksimumid

O-I Production Estonia AS ühtlane elektritarbimisgraafik on eriti sobilik koostootmise rakendamiseks. Tarbitav elektriline koormus on 3,5....4,5 MW piirides. Nimetatud võimsuse varustamiseks koostootmisjaamast, oleks oluline, analoogiliselt elektrikoormusega, ca 4,5...5,5 MW soojustarbija olemasolu, milline Järvakandi alevis puudub. Arvestatav ühtlane nn baassoojuskoormus on 750 kW kuni 1000 kW.

Järeldus: käesoleval hetkel ei ole maagaasil töötava koostootmisjaama rajamine otstarbeks.

7.4 Koostootmisjaama rajamise tasuvusest Järvakandi alevisse

Lähtudes eelpool kirjeldatud olukorrast, kus soojuskoormus suveperioodidel on suhteliselt madal ei ole mõttekas hetkel maagaasil töötava koostootmisjaama projektiga kiirustada.

Koostootmisjaama projektiga tuleks alustada siis, kui Järvakandi tööstusalal suureneb suvine soojuskoormus või tekib võimalus koostootmise rajamiseks klaasivabriku jääksoojust ära kasutades. Täna ollakse O-I Production Estonia AS- s uue klaasivanni ehitamise lävel. Positiivsete asjaolude kokkusattumisel võib jääksoojuse kasutamine alevi kütteks või koostootmisjaamas elektri soojuse koostootmiseks juba lähiajal päevakorda tulla.

8. Energiasääst soojuse tootmisel ja jaotamisel

Katlamajade jaoks on praegusel ajal eluliselt tähtis tarbijate säilitamine tingimustes, kus viimastel on mitmeid alternatiivseid võimalusi oma soojusvajaduse rahuldamiseks. Olukorra teeb katlamajade omanike – soojusettevõtete – jaoks raskeks asjaolu, et soojusvarustuse kaasajastamiseks on vaja teha suuri investeeringuid, mis omakorda tõstavad soojuse hinda ja sellega soodustavad tarbijate eraldumist kaugküttevõrgust. Seega peavad kavandatavad investeeringud olema hoolikalt kaalutletud, et mitte kaotada kaugkütte konkurentsivõimet.

Esmajärjekorras tuleb rakendada väheseid kulutusi nõudvad abinõud, mis tihtipeale annavad ka küllalt suurt efekti soojuse tootmise rentaabluse tõstmisel. Katlamajades on sellisteks võimalusteks:

- Optimaalse põlemisrežiimi hoidmine koldes.
- Vee ja soojuse lekete likvideerimine.
- Tehnilise hoolduse parandamine, personali väljaõpe ja täiendkoolitus.

Rohkem kulutusi nõuavad kütusevahetus (üleminek kohalikule kütusele) ja sellega seotud katlamaja renoveerimine või uue katla paigaldus. Tuleb teha ka põhimõtteline otsus, kas on mõtet taastada tsentraalne soojaveevarustus juhul, kui sellest on mõnel juhul loobutud. Siin on tarbijate riskiteguriks soojuse hinnatõus ja taastamiskulud.

Kokkuhoid soojuse jaotamisel saavutatakse:

- lekete likvideerimisega,
- torustike isolatsiooni parandamisega,
- kaugküttevõrkude renoveerimisega (üledimensioneeritud torude asendamine soojuskoormusele vastavatega, amortiseerunud torude ja isolatsiooni asendamine eelistatult eelisoleeritud torudega),
- sobivate tsirkulatsioonipumpade valikuga ja üleminekuga pumpade sagedusreguleerimisele (kus seda veel pole),
- kaugküttevõrgu tasakaalustamisega.

Kaugküttevõrgu renoveerimine ei ole kiirelt tasuv ettevõtmine. Siiski tuleb lähemal ajal torustiku optimeerimine ette võtta, kuna suur osa võrgust on üledimensioneeritud.

Kokku võib hinnata Järvakandi valla kaugküttesüsteemi energiasäästu potentsiaaliks soojuse tootmisel 2-5%, jaotamisel 8-10% ja tarbimisel keskmiselt 10-15% sõltuvalt rakendatavatest meetmetest (viimane võib olla ka tunduvalt suurem, kuid nõuab sel juhul kõigi tarbijate juures suuri investeeringuid, mis on lähiajal ebatõenäoline).

8.1 Soovitused odavate energiasäästu meetmete rakendamiseks

8.1.1 Energia kokkuhoiu tõhustamine

Tavaliselt annab energia kokkuhoid kõige kiiremat majanduslikku efekti. Eeldusteks on siin:

- soojuse tootmise ja tarbimise mõõdetavus;
- õiged energia hinnad ja tariifid, mis annaks õigeid signaale investeerimisotsuste tegemiseks;
- tulemuste monitooring, mis võimaldaks energiakasutust hinnata ja analüüsida;
- info levitamine, mis võimaldaks tutvustada häid kogemusi mujalt.

Esmajärjekorras tuleb kasutada kulutusi mittenõudvaid abinõusid, mis eeldab küll kokkuhoidliku tarbimisharjumuse kujundamist ja ka mõningate tehniliste võimaluste olemasolu. Nende meetmetega on võimalik aastas säästa vähemalt 3-5% energiat.

Järgmisel kohal on odavad, lühikese tasuvusajaga energiasäästumeetmed.

Odavate energiasäästu meetmete rakendamine võimaldab väheste kulutustega säästa, sõltuvalt konkreetse hoone seisundist, 10 - 20% kulutatavast energiast.

8.1.2 Energiasäästu meetmed elamutes

Elamute energiasäästumeetmete kavandamiseks tuleks vaadelda iga maja eraldi, kuna erinevused üksikute majade tarbimises on küllalt suured ja selle põhjusi tuleks analüüsida individuaalselt. Õige oleks tellida kutsega energiaaudiitoritelt energiaauditid, mille alusel saaks hakata taotlema raha hoonete põhjalikuks renoveerimiseks (Kredex'i laenumeede avatud alates juunist 2009). Viimastel aastatel teostatud paneelmajade renoveerimistööde tulemused näitavad, et:

- iga elamut tuleks vaadelda eraldi (unikaalsena);
- iga elamu on oma tehniliselt seisukorralt ja soojusvarustussüsteemide häälestuselt erinev teistest;
- vajaliku renoveerimistöö koosseis (energiasäästu paketid) ja maht on erinev;
- valdavas osas korruselamutes on mingeid energiasäästumeetmeid juba rakendatud;
- erinevate elamute elanikel on erinev suhtumine energia säästmisse ja erinevad harjumused energia kasutamisel.

Seetõttu on raske anda ühtset energiasäästu määra, mis oleks kehtiv kõikide sama tüüpi elamute kohta. Ühesuguste hoonete soojuskulud võivad tunduvalt erineda ning iga hoone vajab seetõttu eraldi analüüsi, mis algab elamu soojusliku seisukorra auditeerimisega tegeliku olukorra selgitamiseks. Seejärel on võimalik määrata säästumeetmete prioriteedid, nende tasuvus ja selgitada finantseerimisvõimalused.

Küttekulude vähendamiseks majades tuleb kõigepealt tagada, et maja tehniline seisund oleks vähemalt rahuldav: vettpidav katus, korras kandekonstruktsioonid, korraldatud õhuvahetus ja funktsioneeriv vee-, kütte- ja elektrisüsteem. Teises etapis teostatakse energiasäästutööd otstarbekuse-tasuvuse järjekorras.

Elektrienergia säästmiseks munitsipaalhoonetes ei ole palju tehnilisi lahendusi. Enamus säästust on võimalik saada tarbimiskultuuri parandamisega – inimeste teadlikkuse kasvuga. Põhiline on tähelepanu juhtimine sellistele asjadele nagu "väljudes kustuta valgus", "ära jäta elektritarviteid järelvalveta sisselülitatuks" jms. Kasulik on vähendada kütmist (alandada ruumide sisetemperatuuri 2-3 ºC võrra, mitte rohkem) väljaspool tööaega (peamiselt nädalavahetuseks).

Tehniliste vahendite kasutuselevõtuga on samuti võimalik teatavat kokkuhoidu saada. Munitsipaalhoonetes trepikodade valgustuse lülitamiseks lülitite kasutamine, mis hoiab trepikoja valgustatuna mõned minutid, üldkasutatavate ruumide valgustuse sisselülitamine

liikumisele reageerivate andurite signaaliga, üldkasutatavates ruumides nn “säästulampide” kasutamine (seal kus valgustus on päeva jooksul pikka aega sisse lülitatud) jne.

8.1.3 Säästumeetodid

Säästumeetodeid on otstarbekas liigitada maksumuse järgi:

Kulutusi mittenõudvad (s.o tasuta), mille kasutamine eeldab kokkuhoidliku tarbimisharjumuse kujundamist ja ka mõningate tehniliste võimaluste olemasolu:

- Radiaatorite termostaatide keeramine normaalsele temperatuurile (21-22 ºC);
- Kütmise vähendamine perioodil, kui seda ei vajata;
- Valgustite ja muude elektritarvitite väljalülitamine, kui neid ei vajata;
- Duši eelistamine vannile;
- Ruumide üleventileerimise vältimine (kui on kasutusel reguleeritavad ventilatsiooniavad, siis kodust eemaloleku ajal võiks need maksimaalselt sulgeda);
- Ööseks akna katmine kardinatega;
- Tilkuvate kraanide korrastamine;
- Külmikute uksi hoida minimaalne aeg avatult, mitte panna külmikusse sooje toite, regulaarselt sulatada jääd;
- Pesumasinas mitte kasutada ülearu kuuma vett, laadida masin pesu täis;
- Köögis: kaaned pottidele peale, teha ainult vajalik kogus kohvi- või teevett, kasutada mikrolaineahju, mitte kasutada liiga suurt leeki gaasipõletil.

8.1.3.1 Odavad säästumeetodid, tasuvusaeg vähem kui 1 - 3 aastat

- Keskkütte püstikute tasakaalustamine.
- Akende ja uste tihendamine
- Isoleerivad kardinad ja aknakatete kasutamine.
- Radiaatorite taha reflektorkilede paigaldamine.
- Sooja vee arvesti paigaldamine.

8.1.3.2 Keskmise maksumusega, tasuvusaeg 3 - 5 aastat

- Elevaator-segaja (kui neid on veel säilinud) asendamine segamispumbaga.
- Termostaatventiilide paigaldamine radiaatoreile, maja sisendile lihtsa tsirkulatsiooni¬kontuuri ehitamine (segamisventiil, pump, regulaator).
- Tsirkulatsioonitorude soojustamine.
- Alumise korruse põranda isoleerimine.
- Energiasäästlike seadmete kasutamine.
- Pööningupealse täiendav soojustamine (tselluvill, mineraalvill)
- eGain süsteemi paigaldamine soojussõlme (võtab arvesse ilmaprognoose hoone küttekoormuse reguleerimisel).

8.1.3.3 Kallid, tasuvusaeg üle 5 aasta

- Automaatsoojussõlme paigaldamine (kui neid veel ei ole).

- Välisseinte isoleerimine.
- Akende ja välisuste vahetus energiasäästlikumate vastu.
- Lamekatuste hüdroisolatsioon ja täiendav soojustamine.
- Soklite soojustamine.

Kui küttekulude vähendamine nõuab sageli olulisi investeeringuid, siis sooja vee tarbimises kokkuhoiu saavutamine (5-14%) nõuab praktiliselt ainult elanike tarbimisharjumuste muutmist, mille vältimatuks eeltingimuseks on tarbitava sooja vee kulu mõõtmine.

Teiseks variandiks oleks soojussõlmede ”tsentraalne” ostmine ja paigaldamine. Seda võiks teha kas soojusettevõtete kaupa või kogu valla kaugküttetarbijatele tervikuna. Sellisel juhul oleks tegemist suhteliselt suure projektiga (projektidega), millele saaks omavalitsus taotleda tagastamatu abina toetust näiteks EL struktuurifondidest, millele omafinantseerimiseks ja/või sildrahastamiseks lisanduksid pangalaenud. See variant annaks võimaluse minna üle uuele süsteemile korraga ja seega kasutada sõltumatu ühendusviisiga suletud süsteemi eeliseid täielikult.

9. Energiasääst läbi passiivmaja tehnoloogia kasutusele võtu ja vähese energiatarbega hoonete ehitamine

9.1 Passiivmaja

See on hoone (passive house), mille soojuslik mugavus vastavalt ISO 7730 standardile saavutatakse üksnes ruumidesse juhitava värske õhu järelsoojendamisel või -jahutamisel, ilma täiendavat õhuringlust ja küttesüsteemi lisamata.

Praktikas tähendab see, et kõrget mugavust tagavat temperatuuri hoitakse passiivmajas nii kütteperioodil kui ka suvisel ajal äärmiselt väikese energiavajadusega. Kõrge siseõhu kvaliteet ja soojuslik mugavus saavutatakse ruumide neto küttevajaduse juures vähem kui 15 kWh/(m^2a), ning primaarenergiavajaduse juures (koos jaotus- ja säilituskadude, sooja vee tootmise, majapidamises tarbitava elektrienergia ning erinevate energiaallikate primaarenergia tegurite arvestamisega) alla 120 kWh/(m^2a). Passiivmaju iseloomustavad hoone välispiirde väga hea sooja- ja õhupidavus, kolmekordse klaaspaketi ja soojustatud raamiga väga hea soojapidavusega aknad, külmasillavabad konstruktsiooniühendused, päikeseenergia passiivne kasutus (optimeeritud ruumiplaneering, klaaspindade suurus ja suund, varjude tekkimise võimalusega arvestamine), väga kõrge soojustagastuse efektiivsusega ventilatsioonisüsteem ning energiasäästlikud majapidamisseadmed**.**

9.2 Vähese energiatarbega hoone

See on hoone, mille energiatõhusus on kõrgem kui energiatõhususe miinimumnõuetega ette nähtud tase. Tüüpiliselt jääb madala energiatarbega hoonete energiatõhususe tase vahemikku, mille puhul ruumide neto küttevajadus on ca 30 – 70 kWh/(m2a). Riigiti on eeldusandmed ja arvutusmeetodid tavaliselt erinevad (ühtset standardit ei ole) ja seega ei saa kriteeriume üks-

ühele võrrelda. Arv, millega low energy house on erinevates riikides defineeritud, on olnud ajas muutuv tänu energiatõhususe alaste miinimumnõuete järkjärgulisele karmistumisele.

Praktikas on madala energiatarbega hoonetele iseloomulik hea välispiirete soojapidavus ja õhupidavus ning tavaliselt soojustagastusega ventilatsioonisüsteemi ja soojuspumpadega küttesüsteemi kasutamine.

9.3 Nullenergia hoone

Nullenergia hoone / CO2 nullemissiooniga hoone (zero energy house / zero carbon house) on hoone, mille aastane energiavajadus ruumide kütmiseks, tarbevee soojendamiseks ning elektriliste majapidamisseadmete ja tehnosüsteemide käitamiseks on väga madal ning see energiavajadus kaetakse täielikult taastuvate energiaallikatega või energiaallikatega, mida loetakse süsihappegaasi emissiooni osas neutraalseks. Hoone, mille aastane netoenergiatarve on null, võiks olla vooluvõrgu suhtes autonoomne. Praktikas tähendab see siiski, et mingil perioodil on võrgust saadav vool vajalik ning mingil teisel perioodil jääb voolu üle ja see tagastatakse vooluvõrku (taastuvenergia allikad on sageli hooajalise iseloomuga).

9.4 Liginullenergia hoone

Liginullenergia (nearly zero-energy building) hoone on hoone, mille energiatõhusus on väga kõrge vastavalt Euroopa Ehitiste Energiatõhususe direktiivi esimese lisa nõuetele. Vajalik, äärmiselt madal, energiatarve kaetakse suures osas taastuvate energiaallikate abil, sealhulgas taastuvenergia abil, mida toodetakse kohapeal või lähinaabruses.

Kuna mõiste on uus, siis puuduvad hetkel nii riigi kui ka laiemal tasemel täpsemad arvulised kriteeriumid liginullenergia hoonetele. Riiklikud töörühmad on hetkel lokaalseid kriteeriume välja töötamas ning lähtuvalt Ehitiste Energiatõhususe direktiivist on nende rakendamine kohustuslik alates 2019 (avalikud hooned) ja 2021 (kõik hooned) aastast.

9.5 Üldise madala energiatarbega hoone kontseptsioon

Madala energiatarbega hoone suhtes ei ole kehtestatud täpseid arvulisi kriteeriume ega ka rahvusvaheliselt ja üheselt kokku lepitud arvutusmetoodikat, mistõttu on nende hoonete puhul mõnevõrra keeruline sätestada energiatõhususe osas detailseid kvantitatiivseid eesmärke. Madala energiatarbega hoone kavandamisel tuleb seada endale sobiv energiakulu vahemik (sihttase) ja järgida hoone loomisel järgnevates peatükkides kirjeldatud aspekte, et optimeerida hoone arhitektuurset lahendust, välispiirete soojustehnilisi omadusi ning tehnosüsteemide konfiguratsiooni. Seatud sihttaseme saavutamiseks on vajalik hoone energiavajaduse detailsem arvutus, mis järgib sõltuvalt valitud sihttasemest sobivat arvutusmetoodikat. Energiatõhususe osas võib sihttaseme valimise aluseks olla näiteks riiklikul tasemel kehtestatud hoonete energiatõhususe klassifikatsiooni- ja energiamärgiste süsteem.

Passiivmaja standardi (väga madala energiatarbega hoone standard) puhul on kriteeriumid ja eesmärgid väga täpselt sõnastatud – tegemist on selgelt defineeritud rahvusvahelise arvutusmetoodikaga ja arvuliselt täpselt kirjeldatud sihtkriteeriumitega vastavalt alltoodule.

- Ruumide neto küttevajadus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta: maksimaalselt 15 kWh/(m2*a),
- Või ruumide maksimaalne küttekoormus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta: maksimaalselt 10 W/m2,
- Hoonekarbi õhupidavuse testi tulemus 50 Pa ala- ja ülerõhu juures (n50): maksimaalselt 0,6 h-1,
- Kogu hoone primaarenergia vajadus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta; maksimaalselt 120 kWh/(m2a),
- Suvise liigpalavuse (temperatuur >25 ºC) esinemise sagedus: maksimaalselt 10% (tundidest aastas).

Mitteeluhoonete puhul on kriteeriumid analoogsed. Nende kavandamisel tuleks lähtuda samuti eelpool käsitletud printsiipidest.

Energiatõhusa hoone kavandamine eeldab sobivate arhitektuursete lahenduste ja hoone energiakontseptsiooni loomist hoone kavandamise varases faasis. Hoone vormi kompaktsus, ruumiplaneering ning klaaspindade paiknemine omavad olulist mõju hoone hilisemale energiakasutusele. Mida kompaktsem on hoone vorm, seda suurem on hoone energiatõhususe potentsiaal, kuna soojust kaotavat välispiiret on sama kubatuuri kohta vähem. Kompaktsust (hoone välispiirde pindala ja mahu suhet) mõjutab enam hoone suurus ja vähem hoone välispiirde tegelikku kuju puudutavad tegurid. Kuju puudutavate tegurite mõju on suurim väiksemate hoonete puhul (1-6 korterit).

Hoone kompaktne vorm vähendab ka ehituskulusid, sest äärmiselt liigendatud välispiirde loomine on mitmel moel kallis. Esiteks on kompaktse hoone puhul vähem soojust kaotavat pinda, teiseks on seejuures vaja ehitada vähem välispiiret, kolmandaks on külmasillavaba ja õhupidava välispiirde realiseerimine liigendatud hoone puhul keerukam ja seetõttu ka kallim.

Lisaks on eluhoonete puhul oluline päikeseenergia passiivse kasutuse maksimeerimine kütteperioodil. See on tugevalt seotud ruumiplaneeringu ning klaaspindade optimeerimisega hoone lõunafassaadil. Päikseenergia passiivse kasutuse maksimeerimisel tuleb arvesse võtta erinevaid varjutusmõjusid (varjutavad kõrvalobjektid, reljeef, klaaspindadele kogunev mustus jne). Vältimaks ruumide ülekuumenemist on oluline analüüsida ka suveolukorda ja leida sobivad tehnilised lahendused päikese otsekiirguse varjestamiseks.

Kõrge energiatõhususega hoone projekteerimisel on oluline mõista, et hoone on terviklik süsteem. Hoone kavandamise erinevad aspektid on omavahel seotud ning seetõttu ei ole võimalik enamasti vaid üksikute aspektide järgi optimaalseid projekteerimisotsuseid teha. Oluline on kogu projekteerimisprotsessi kestel tehtavaid otsuseid toetada numbriliste arvutustega ehk hoones tekkivate energiavoogude ja sisekliima modelleerimisega. See annab võimaluse konkureerivaid lahendusi läbi “mängida”, nähes mõju kogu süsteemi tõhususele ning leida lahendused, mille rakendamine konkreetse hoone puhul antud asukohas on energiatõhususe saavutamisel kõige tulemuslikumad.

9.6 Olulised aspektid energiasäästliku hoone kavandamisel

9.6.1 Hoone soojustamine. Transmissioonikadude vähendamiseks tuleb hoone välispiirded korralikult soojustada. Optimaalne soojustuskihi paksus sõltub hoone kompaktsusest – suuremad hooned vajavad samasuguse küttevajaduse saavutamiseks vähem soojustust (kuna nende välispiirete pindala ja hoone ruumala suhe on soodsam). Soojustusmaterjali paksuse suurendamise mõju hoone energiavajaduse vähenemisele on selgelt piiratud – so alates teatud tasemest väheneb täiendava soojustuskihi mõju hoone energiatarbele radikaalselt (piirde soojajuhtivusteguri väärtuse 0,1 W/(m2*K) ümbruses).

9.6.2 Akende kvaliteet ja energiatõhusus. Madala energiatarbega hoonete ja passiivmajade energiabilansi seisukohalt on akendest tingitud soojakaod olulise tähtsusega. Akna soojapidavus peab bilansiarvutuste jaoks olema arvutatud, mitte mõõdetud. Energiatõhusate akende juures on oluline lengi/raami kinnitus seinakonstruktsioonile ning klaaspaketi vaheliistu tüüp. Nendes ühenduskohtades tekivad paratamatult külmasillad, mis on soojapidavuse mõttes akende nõrgimad piirkonnad. Korralik paigaldus ja soojustatud klaaspaketi vaheliistud tagavad külmasildade mõju vähenemise ning ühtlasi ka väiksemad soojakaod. Akna soojapidavusnäitajad peavad täpsemate bilansiarvutuste võimaldamiseks olema esitatud eraldi klaaspaketi, klaaspaketi vaheliistu, aknaraami ning aknalengi seinakinnituse kohta.

Kõrge energiatõhususega akent iseloomustab peamiselt kolmekordne argoontäitega klaaspakett, milles on kasutatud kahte madala emissiivsusega kattekihti, madala soojajuhtivusega (plastist või komposiitmaterjalist) nö “soojad” vaheliistud ning soojustatud aknaraamid, mille soojajuhtivustegur Uf on tüüpiliselt vahemikus 0,7 kuni 1,0 W/(m^2K). Kogu akna keskmine soojajuhtivustegur on ca 0,8 W/(m^2K).

Käesoleval aastal on tutvustatud Poola aknatootjate uusi lahendusi, kus kogu akna U-arvuks on saavutatud tüüpilisest tasemest oluliselt madalam tase ehk ainult 0,5 W/(m^2K), neljakordse klaaspaketi U arv on viidud tasemeni 0,3 W/(m^2K), vaata Joonis 9.1.

Väga hea soojapidavusega aknad aitavad akende läheduses tagada soojuslikku mugavust. Väiksemate soojakadude tõttu on akende sisepinna temperatuur ka külmal ajal lähedane ruumiõhu temperatuurile ning seetõttu on aknalähedase õhukihi jahtumine ning külma õhu konvektiivne liikumine oluliselt takistatud.

Параметры примерного окна 1230 x 1480mm

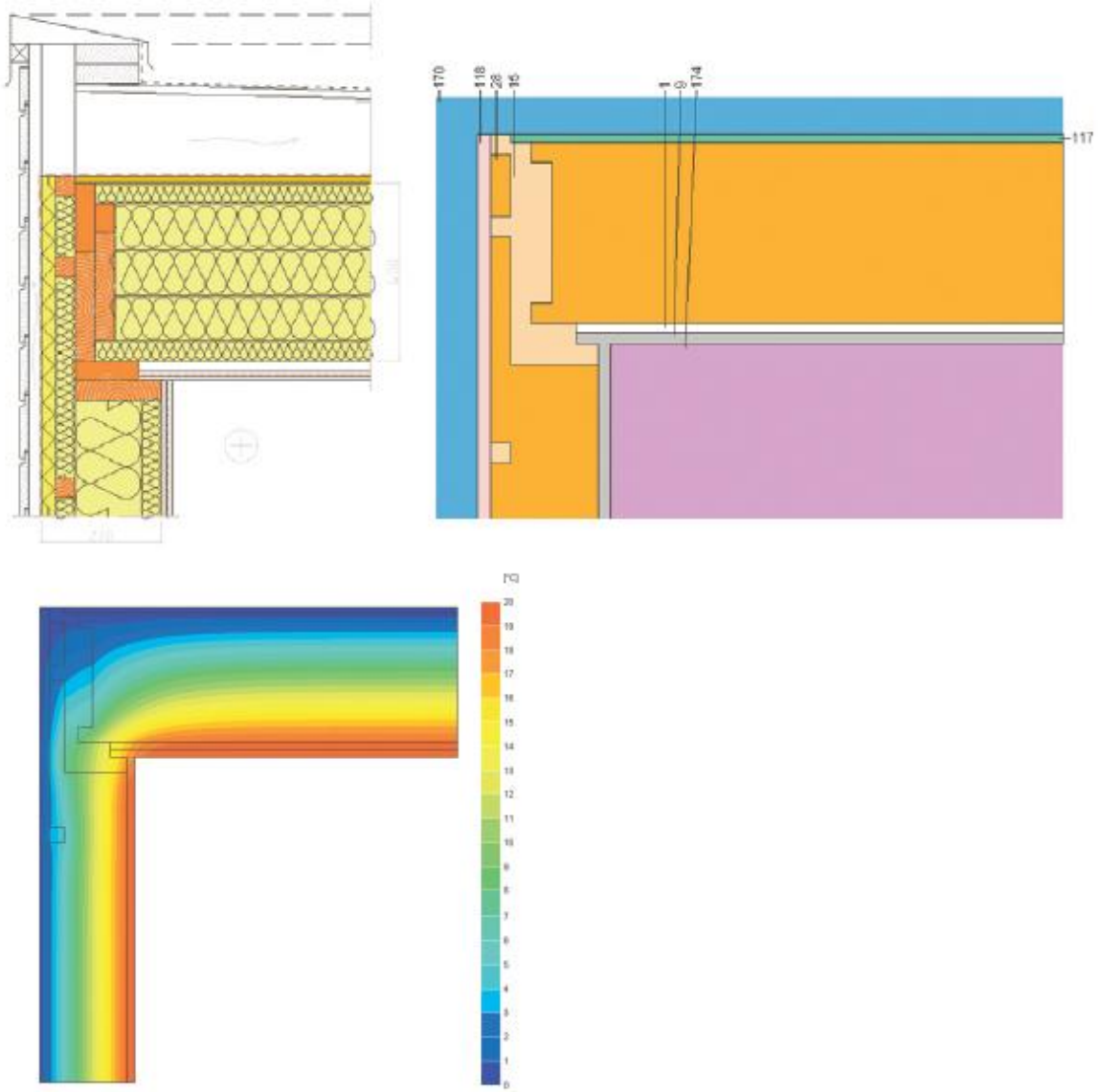
фактор проникания оконного тепла Uw [W/m2K]	0,5
фактор проникания тепла стеклопакета Ug [W/m2K]	0,3
фактор передачи солнечных лучей Gg	0,33
фактор передачи света Lt	0,50
фактор проникания тепла профиля Uf [W/m2K]	0,73
фактор линейного проникания тепла рамки стеклопакета ψ [W/mK]	0,045
фактор сопротивления нагрузки ветром-отклонение рамы	Klasa C3
передача воздуха или фактор инфильтрации	KLASA 4
акустические свойства окон [dB]	33 dB

Joonis 9.1 Poola aknatootja AdamS uus nelja kordse klaasiga pakettakna lahendus

9.6.3 Külmasildade vältimine

Külmasildadel võib olla oluline mõju hoone energiatarbele. Külmasillad esinevad kohtades, kus isolatsioonikihi suund või paksus muutub (nt välisseinade nurk, aknalengi kinnitus seinakonstruktsioonile jne). Konstruktiivsed külmasillad esinevad seal, kus kõrgema soojajuhtivusega materjalid läbivad isolatsioonikihti (nt konsooltalaga rõdupaneelid, välisseina ja põranda liitumine hoone soklisõlmes jne). Hoone arhitektuurse vormi (nt geomeetrilise keerukuse vähendamise) ja välispiirete konstruktsioonide hoolika valiku abil on enamjaolt võimalik külmasildu vältida või nende mõju vähendada. Külmasildade mõju vähendamiseks tuleb hoiduda isolatsioonikihi katkestamisest nii palju kui võimalik. Kui see osutub vältimatuks, siis tuleb isolatsioonikihti läbistava materjali soojajuhtivus valida võimalikult madal (nt kandvates seinades saab põranda isolatsiooni tasemel kasutada vahtklaasi, poorbetooni jms). Sooja välispiirde loomisel tuleb olulisi külmasildu vältida (vaata joonis 9.2), kuna lisaks transmissioonikadude suurendamisele võivad need ekstreemsemates olukordades kaasa tuua kondentsi ning hallituse tekke ohu piirde sisepinnal. Külmasildade täpsema mõju hindamiseks saab kasutada numbrilist modelleerimist (lõplike elementide või

lõplike vahede meetodil) lähtudes Euroopa standardites EN ISO 10211-1 and EN ISO 10211-2 kirjeldatud metoodikast. Modelleerimisel leitakse konstruktsioonis tekkivad temperatuuriväljad (isotermid), joon- ja punktkülmasildade lisakonduktansid (psii-väärtused) ning sisepinnal veeauru kondenseerumise ohtu väljendavad temperatuurifaktorid (fRsi). Selliseid arvutusi võimaldavaid tarkvarapakette on mitmeid, ühe näitena võib välja tuua vabavaralist Therm programmi (http://windows.lbl.gov/).



Joonis 9.2 Näide välisseina ja katuse ühendusdetailist (vasakul), külmasilla lisakonduktansi arvutamiseks koostatud arvutusmudelist (keskel) ja prognoositud temperatuuride jaotumisest konstruktsiooni sees

9.6.4 Hoone välispiirete õhupidavus

Kontrollimatud õhulekked läbi hoone piiretes esinevate avauste võivad kaasa tuua olulise soojakao, põhjustada niiskuse kandumise hoone konstruktsioonidesse ning konstruktsioonide kahjustumise. Lekked tekivad põhiliselt ebapiisava ehituskvaliteedi või tähelepanematuse

tõttu (praod konstruktsioonides, ebatihedad läbiviigud, ebakvaliteetne avatäidete paigaldus jne). Hoone õhupidavuse tagab õhupidav kiht hoone välispiirde seespoolsel pinnal (õhupidavust ei taga tuuletõkke kiht).

Õhupidavuse tagamine on peamiselt projekteerimisülesanne. Õhupidavus saavutatakse õigete komponentide (membraanide, teipide ja tihendite) kasutamisega ning nende täpse projekteerimisega sõlmedesse. Hea õhupidavuse tagamiseks peaks hoone projektdokumentatsioon sisaldama detailseid jooniseid (skaala 1:10) kõikide sõlmede kohta, milles on ära toodud õhupidava kihi kulgemine sõlmes. Vajaliku õhupidavuse saavutamiseks on keerulisemate sõlmede puhul otstarbekas koostada loetelu vajalikest töödest ja nende õigest järjekorrast ehitusplatsil. Lai valik mitmesuguseid näidisõlmi ja –lahendusi on kättesaadavad õhupidavusega seotud eritoodete tootjate ja edasimüüjate veebilehtedel (nt ProClima, Isover jms).

Lisaks õhupidavuse projekteerimisele tuleb ehitustöölisi ka reaalselt instrueerida, selgitada jooniseid ning vajalikke töötoiminguid, et sõlmede õhupidavus saaks lahendatud nii nagu projektis ette nähtud. Kaabelduse jms tarbeks on mõistlik kavandada eraldi installatsioonivahe, mis jääb õhupidavast kihist sissepoole. Nii saab vältida õhupidava kihi tarbetut läbistamist.

Kuna projekteerimisfaasis ning hoone energiavajaduse arvutamisel tehakse hoonekarbi õhupidavuse osas mingi eeldus, siis tuleks selle paikapidavust ehitusfaasis kindlasti kontrollida. Selleks kasutatakse ala- ja ülerõhutesti, millega leitakse eks- ja infiltratsioonist tingitud õhuvahetuse kordsus hoones. Seejärel korrigeeritakse hoone energiaarvutuste mudelit lähtudes tegelikest mõõteandmetest.

9.6.5 Ventilatsioonisüsteemi energiatõhusus

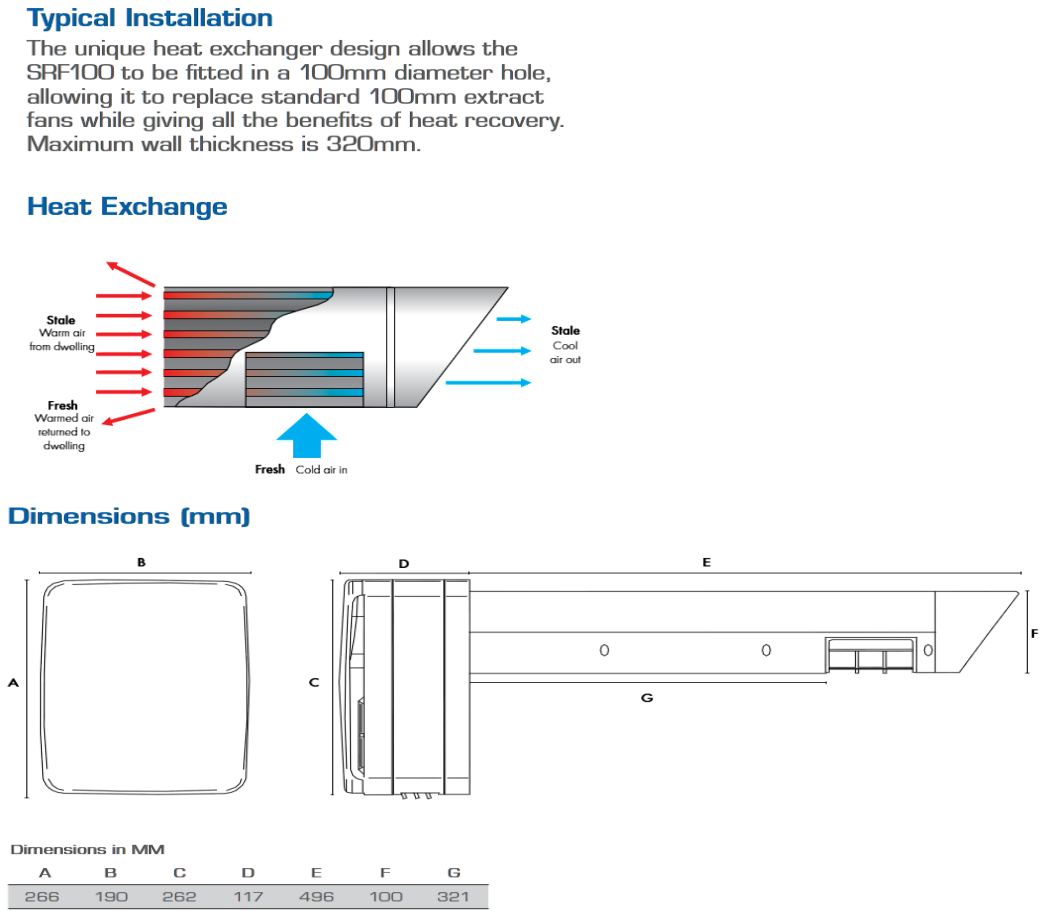
Hea sisekliima saavutamiseks tuleb hoones tagada piisav õhuvahetus. Uuringud on näidanud, et akende kaudu õhutamine sõltub olulisel määral inimeste käitumisharjumustest ning ei taga enamasti ruumides head õhukvaliteeti. Mehhaanilise ventilatsioonisüsteemi kasutamine küll tagab piisava õhuvahetuskordsuse, kuid nt fresh-klappidega väljatõmbeventilatsiooni kasutamine toob kütteperioodil kaasa suure soojakao. Ventilatsiooni soojakadude vähendamiseks on oluline kasutada soojusvahetiga varustatud tasakaalustatud mehhaanilist ventilatsioonisüsteemi, mille puhul väljuvas õhus sisalduv soojus antakse soojusvaheti abil üle sissepuhkeõhule. Ventilatsioonisüsteemi soojatagastuse efektiivsus peaks olema piisavalt kõrge (>75%) ja voolutarve madal (<0,45 W(m3/h)). Energiatõhusa ventilatsioonisüsteemi kavandamisel tuleb hoida torustik võimalikult lühike ning hoone sees kulgevad heitõhu ja õhuvõtu torud isoleerida (>50mm koos difusioonikindla kattega kondensaadi vältimiseks), süsteem peab sisaldama külmakaitset soojusvaheti ning õhkkütte puhul ka küttekalorifeeri jäätumise vältimiseks. Külmakaitse võib olla passiivne maa-õhk tüüpi soojusvaheti (osaliselt maa all kulgev õhuvõtu torustik), aktiivne maa-vesi-õhk soojusvaheti (soojakandjaga lihtne ringlussüsteem), elektriline eelsoojenduskalorifeer või vesikalorifeer, mis kuulub ülejäänud küttesüsteemi juurde. Sõltuvalt soojusvaheti tüübist eelsoojendatakse välisõhku temperatuurini ca -5 kuni 0ºC. Maa-õhk tüüpi eelsoojendi peab olema dimensioneeritud kasutades adekvaatset tarkvara (nt PHluft). Maa-aluses torustikus tekkiva kondensaadi

ärajuhtimiseks peab süsteem olema varustatud vajalike kogumis- ja puhastuskaevude, pumba jms oluliste komponentidega.

Ventilatsiooniseadmete valikul on vajalik kontrollida tootjapoolseid andmeid. Energiaarvutuste jaoks on oluline teada, millise metoodika järgi on väljendatud nt agregaadi soojustagastuse efektiivsus. Nende andmete esitamiseks kasutatakse mõnikord erinevaid metoodikaid, seega tuleb alati kontrollida, kas esitatud andmed on rakendatavad ka antud olukorras. Näiteks on passiivmajasertifikaadiga ventilatsiooniagregaadid testitud ja sertifitseeritud PHI (Passivhaus Institut) poolt välja töötatud kontrollimetoodika alusel, mis on konservatiivsem, kui tavapärasem Euroopa standarditele (EN ISO 308, EN ISO 13053) vastav metoodika.

Mitteeluhoonete puhul (kus normatiivsed õhuhulgad on tavaliselt üpris kõrged) on mõistlik rakendada detsentraliseeritud või muutuva õhuhulgaga (VAV) ventilatsioonisüsteeme, mida juhivad CO2 ja niiskusandurid ning mille abil on võimalik vähendada üldist õhuvahetust ja seega ka soojakadusid.

Tänaste turuandmete uuringu põhjal on võimalik soovitada passiivmajasertifikaadiga ventilatsiooniagregaatide tootjat PAUL Saksamaalt. Nende toodang on Eesti passiivmajade ehitamise praktikas näidanud parimaid tulemusi.



Joonis 9.3 Soojusvahetiga freshklapp

9.6.6 Kütte süsteemi jaotuskadude vähendamine

Kütte- ja sooja tarbevee jaotuskadude vähendamisel on energiatõhusa hoone projekteerimisel peamiseks ülesandeks jaotustorustiku pikkuse minimeerimine. Ruumiplaneeringu koostamisel tuleb tähelepanu pöörata nende ruumide paigutusele, kus nähakse ette soojaveeühendusi, nt tuleb vannitoad ja köögid paigutada tehniliste ruumide kohale või kõrvale jne.

9.6.7 Kuidas tagada ehituse kvaliteeti kohapeal

Täpne, piisavalt detailne ja täielik projektdokumentatsioon (heade jooniste ja ehitustööde spetsifikatsioonidega) on esmatähtis eeltingimus, mis võimaldab tagada kvaliteeti ja ehitustööde nõuetekohast ellu viimist. Ainult põhjaliku ja täieliku projektdokumentatsiooni alusel saab kontrollida, kas tarnitud või paigaldatud materjalide ja komponentide kvaliteet vastab planeeritule. Energiatõhusa hoone projekteerimisel peab hoone projekteerija koostama loendi, kus kirjeldatakse kõiki energiatõhususega seotud olulisemaid aspekte. See peab andma täieliku ülevaate vajalikest eeltingimustest (komponentide ja materjalide kvaliteet) ning kirjeldama kõiki vajalikke tegevusi, mis on vajalikud energiatõhusa hoone edukaks realiseerimiseks ning mida saavad jälgida kõik projektiga seotud isikud.

Projekti elluviimise ajakavas (st planeerimise ja ehitustööde ajalises graafikus) puudub sageli aeg energiatõhususe alaseks kvaliteedikontrolliks. Seega peab energiatõhusa hoone rajamisel olemas olema hästi ettevalmistatud ehitustööde ajakava koos kontaktisikute täieliku nimekirjaga. Ehitustööde ajakavas peavad sisalduma põhilised kontrolltestide ajad, nt rõhutest, ventilatsioonisüsteemi esmane käivitus ja reguleerimine jne.

Ajagraafiku eest vastutav projektijuht peab olema vajalikest tegevustest teadlik ning kontrolltestide läbiviimiseks korralikult ette valmistatud (õhulekete operatiivseks likvideerimiseks koos vastavate spetsialistidega jne).

Vältimaks ehitusvigu ning projekteerijate ja ehitustööliste vahelist vääritimõistmist tuleb enne ehituse algust läbi viia mitmeid seminare ning platsikoosolekuid (adekvaatse väljaõppe, kontrolli ja järelvalve tagamiseks) ning hoone spetsiifiliste komponentide näidispaigaldusi (akende seinakinnitusel õhupidavuse saavutamine jne). Eraldi väljaõpe tuleb korraldada ka objektijuhtidele, kelle ülesandeks on korraldada töid kohapeal ja õpetada välja teisi töölisi. Allpool on märksõnadena toodud ehitusplatsil kvaliteedi tagamisega seotud olulisemad tegevused:

Need nõuded on kohandatud PHI avaldatud pikemast loendist

http://passiv.de/07_eng/Checklist/ChList_E_F.htm

- Tööliste ja nende juhendajate väljaõpe
- Komponentide valik (hankefaas)
- Töö juhtimine platsil ja komponentide kvaliteedi kontroll
- Ebakvaliteetsest ehitustööst tingitud külmasildade vältimine
- Soojustuskihi ühtlase kvaliteedi ning külmasildade puudumise kontroll
- Hoone välispiirde õhupidavuse kontroll ja parendamine

- Ventilatsioonisüsteemi õhupidavuse ja teiste seotud aspektide kontroll

9.6.8 Näide: ühepereelamu passiivmaja kavand

Joonis 9.4 Arhitektuuriline disain ja visand:

Dipl.-Arch. Urmas Muru planeeritud elanike arv: 4

Elupind vastavalt PHPP metoodikale: 155,2 m^2

Soojusbilanss PHPP2007 programmipaketist (ISO 13790 standardi kuise meetodi järgi)

kasutades Eesti energiaarvutuste baasaasta kliimaandmestikku (vastab ISO 15927-4:2005 standardile)

Aastane ruumide neto küttevajadus: 15,0 kWh/(m^2a)

U-väärtused:

Välissein (puitkarkass) – 0,090 W/(m^2K)

Põrand (betoon + EPS) – 0,120 W/(m^2K)

Soojustatud katuslagi (puitkarkass) – 0,060 W/(m^2K)

Kolmekordne klaas (Guardian Neutralite 0.51 low-E) – 0,51 W/(m^2K)

Aknaraamid (Pazen ENERsign) – 0,66 W/(m^2K)

Ventilatsiooniagregaadi (Paul Thermos 200 DC) soojustagastuse efektiivsus PHI meetodi järgi – 92% (90,9% võttes arvesse kadusid torustikust)

Välispiirde õhupidavus (n50) – 0,4 h-1

Küttesüsteem – halukatel (otsene ja kaudne soojuseraldus) väikeste radiaatoritega

Kuuma vee tootmine – halukatel (kütteperioodil) või väike päikesekollektorite süsteem (suvel) koos tagavara elektrisoojendiga.

9.7 uued ehitusmaterjalid (sobilikud energiasäästlike hoonete ehitamiseks).

9.7.1 Magroc plaat (sobib asendama kipsplaate)

MAGROCK plaat on uudsel magneesiumoksiidi (MgO) eritöötlemisel saadud ehitusplaat. Plaadid on valmistatud esmaklassilistest tahketest materjalidest: anorgaanilised ained, looduslikud silikaadid SiO2, CaCO3, MgO, MgCl, klaaskiudvõrk. Plaadid on keskkonnasõbralikud, 100% asbestivabad ja kuuluvad ehitusmaterjalide A1 tulepüsivuse ja M1 saasteliigituse klassi.

TEHNILISED ANDMED standardmõõtmed 1220 × 2440 mm, 1200 × 2700 mm, 900 × 2500mm, Standardpaksus 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15,18, 20 mm. Servad – standardplaadil täisnurksed, tellimisel ka faasi või tapiga.

KASUTUSKOHAD Sisetööde valdkonnad: • Põrandate, vaheseinte ja lagede ehitus • Tulekindlad süsteemid • Akna- ja ustepalede viimistluslahendused • Vee- ja tulekindel mööbel • Kuumus- ja niiskuskindlad tööpinnad • Vannitoad, saunad • Uste- ja aknaavade kaared ja karniisid • Erinevad viimistluslahendused Välitööde valdkonnad: • Lamekatuste alusplaadid • Sokli alusplaadid • Fassaadilahendused • Tulekindlad süsteemid • Nišid, karbid, kaarelemendid • Tuulekastid, varikatused, rõdud • Dekoratiivelemendid	

Joonis 9.5 Magroki kasutusalad

9.7.2 SPU Isolatsiooniplaadid (hea asendusmaterjal penoplastile)

Energiasäästlik ja usaldusväärne lahendus. Tänu SPU Isolatsioonimaterjalide madalale soojusjuhtivusele ning veeaurutakistusele tuleb konstruktsioon soojus- ja niiskustehniliselt väga tihe ning eraldi õhu- või aurutõkkekihti ei ole vaja. SPU Isolatsioonimaterjalide paigaldamisel kindlustatakse liitekohtade tihedus vuugivahuga, mis tagab SPU Isolatsioonimaterjalidega konstruktsioonide väga kõrge õhukindluse. Kõrge õhukindlus tähendab vastavalt märkimisväärselt väiksemat küttevajadust. Samuti on SPU Isolatsioonimaterjalidel eriti hea niiskuskindlus. Seega ehitamise käigus toimunud niiskumine või konstruktsiooni kogemata sattunud niiskus polüuretaani ei kahjusta ega mõjuta ka selle omadusi.

Ruumi- ja kulusäästlik. Tänu polüuretaani võrratule isoleerimisvõimele saab SPU Isolatsiooniplaatidega ehitada märgatavalt õhemaid konstruktsioone kui isolatsioonivillaga. Kuna SPU isolatsiooniga konstruktsioonid ei eelda eraldi auru- või tuuletõkkekihti, saavutatakse kulude kokkuhoid lisaks väiksemale energiakulule ka säästetud töö ning ehitusmaterjalide kujul. Tänu SPU Isolatsioonimaterjalidele on lõplik kasulik pind suurem.

Lihtne ja kiire. SPU Isolatsioonimaterjale võib lihtsalt paigaldada ise. Jäika polüuretaanplaati võib lõigata, freesida ja puurida täpselt mõõdu järgi. Töötlemiseks sobivad tavalised tööriistad, näiteks käsisaag, vaibanuga ja puur. Isolatsiooniplaadid on kerged ja seetõttu on neid ka kitsastes ruumides lihtne käsitseda. Tööetappide vähesuse tõttu toimub SPU Isolatsioonimaterjalide paigaldus umbes kaks korda tavalistest isolatsioonikonstruktsioonidest

kiiremini. Uuringute põhjal turvalised SPU Isolatsioonimaterjalid ei vetti, ei tõmbu kokku, ei pehki ega hallita. Isolatsiooniplaatide ainulaadseid omadusi on kinnitanud mitmed sõltumatud uuringud, mis on läbi viidud näiteks Tampere Tehnikaülikoolis ning Soome Riiklikus Tehnilises Uurimiskeskuses. SPU Isolatsioonimaterjalid on turvalised tooted, mis said esimeste isolatsioonimaterjalidena ehitusmaterjalide puhtaima saasteklassifikatsiooni M1. SPU Isolatsioonimaterjalidel on CE märgistus ja 10-aastane garantii.

Viis olulisemat SPU omadust:

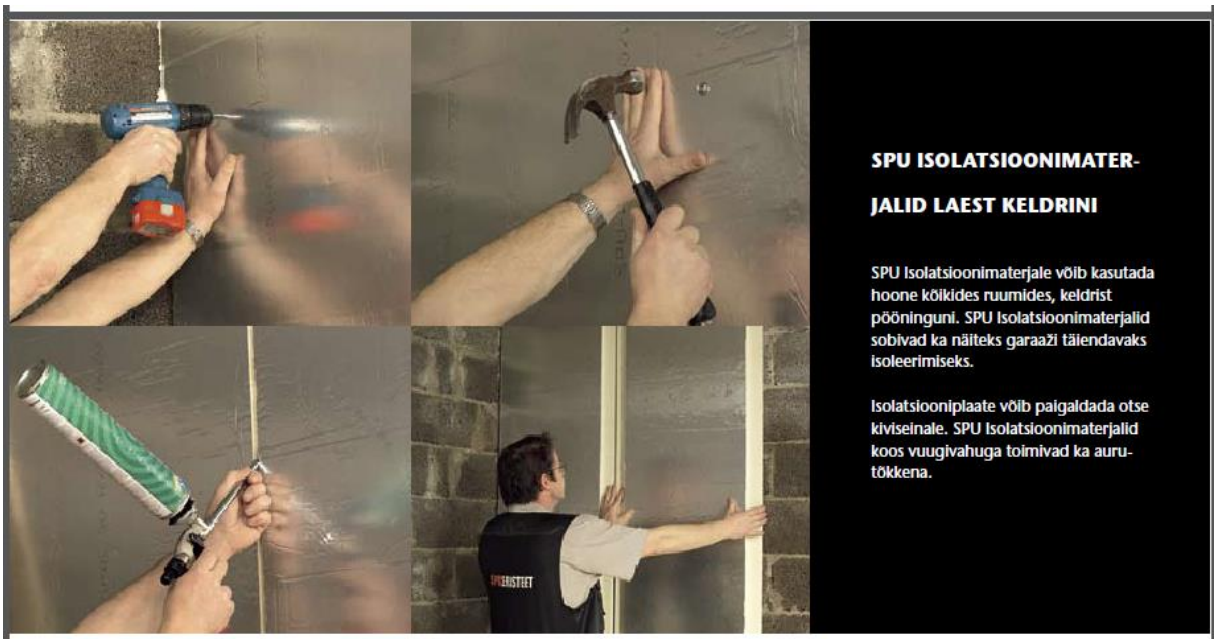
1. Isolatsiooniplaatide töötlemisvahenditeks sobivad tavalised käsitööriistad.

2. Plaadid saetakse õigesse mõõtu.

3. Vahed tihendatakse vuugivahuga.

4. Kergete plaatide paigaldamine on lihtne ka kitsastes ruumides. Sulundid lihtsustavad isolatsioonikihi kokkupanekut

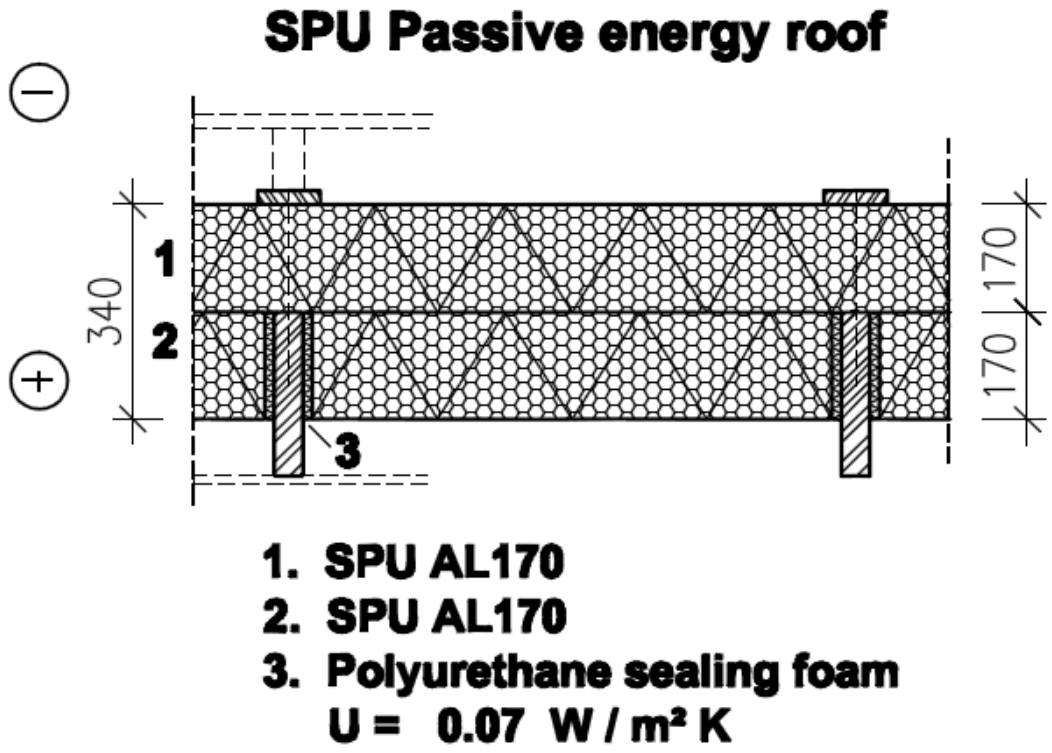
5. Kas polüuretaan on tuleohutu? Põlemisel polüuretaan ei sula ning sellest ei tilgu põlengut levitavaid piisku (võrdle polüstüreeniga). Polüuretaani põlemist võiks võrrelda eelkõige puidu põlemisega**. Polüuretaan on isekustuv materjal, mille pinna söestumine takistab tule levikut ja uuestisüttimist**. Soome Tehniline Uurimiskeskus VTT on teostanud **villaisolatsiooniga ja SPU isolatsioonimaterjalidega** isoleeritud pööninguruumide tuleohutuse kohta võrdleva uuringu, mille tulemused on ära toodud 29.12.2000.a. uuringuraportis RTE1929/00b. Raporti järgi võrreldud ruumide **tuleohutuses olulist vahet ei tuvastatud**.



Joonis 9.6 SPU kasutamine

Tabel 9.1 SPU omadused

Mahukaal	Nominaalkaal 33 kg/m³ (vajadusel 30–80 kg/m³)
Pooride konstruktsioon	Kinniste pooride osakaal tavaliselt üle 90 %
Soojusjuhtivus λ_D	0,023 W/mK – 0,027 W/mK
Veeimavus - 100 %-line suhteline niiskus - höljumistestis - uputustestis, 110 päeva - kuivamine 0,2 %-lisest mahust 0,1 %-lise mahuni	 Maksimaalselt 0,2 mahuprotsenti Maksimaalselt 0,5 mahuprotsenti Maksimaalselt 4,0 mahuprotsenti 20–30 ööpäeva
Veeauru läbilaskvus - katmata polüuretaan	 0,1–1,2 x 10 -12 kg/msPa
Survetugevus - lühiajaline 10 %-line kokkusurumine - nominaalne survetugevus	 > 100 kPa Minimaalselt 50 kPa
Tõmbetugevus, lühiajaline	150–250 kPa
Soojuspaisumistegur	5–8 x 10^{-5}/°C
Põlemisomadused	Põlev materjal. Soojusisolatsioonina kasutatavad tooted on isekustuvad. Nõudlikumad kasutusrakendused on tüübikinnitatud ning Soome Tehnilise Uurimiskeskuse VTT poolt kontrollitud.
Kuumataluvus - tavatooted - süttimistemperatuur - põlemisgaasid	-40 – +100 °C, lühiajaline +250 °C Üle +400 °C, leegiga u. +300 °C Samasugused kui näiteks villa, puuvilla, nailoni, siidi ja punase tamme põlemisel tekkiv CO, üle 600 °C lisaks HCN.
Radooni läbilaskvus - SPU 50AL 60 mm - SPU AL 60 mm - SPU P 60 mm	 Umbes 0 % Umbes 9 % Umbes 10 %



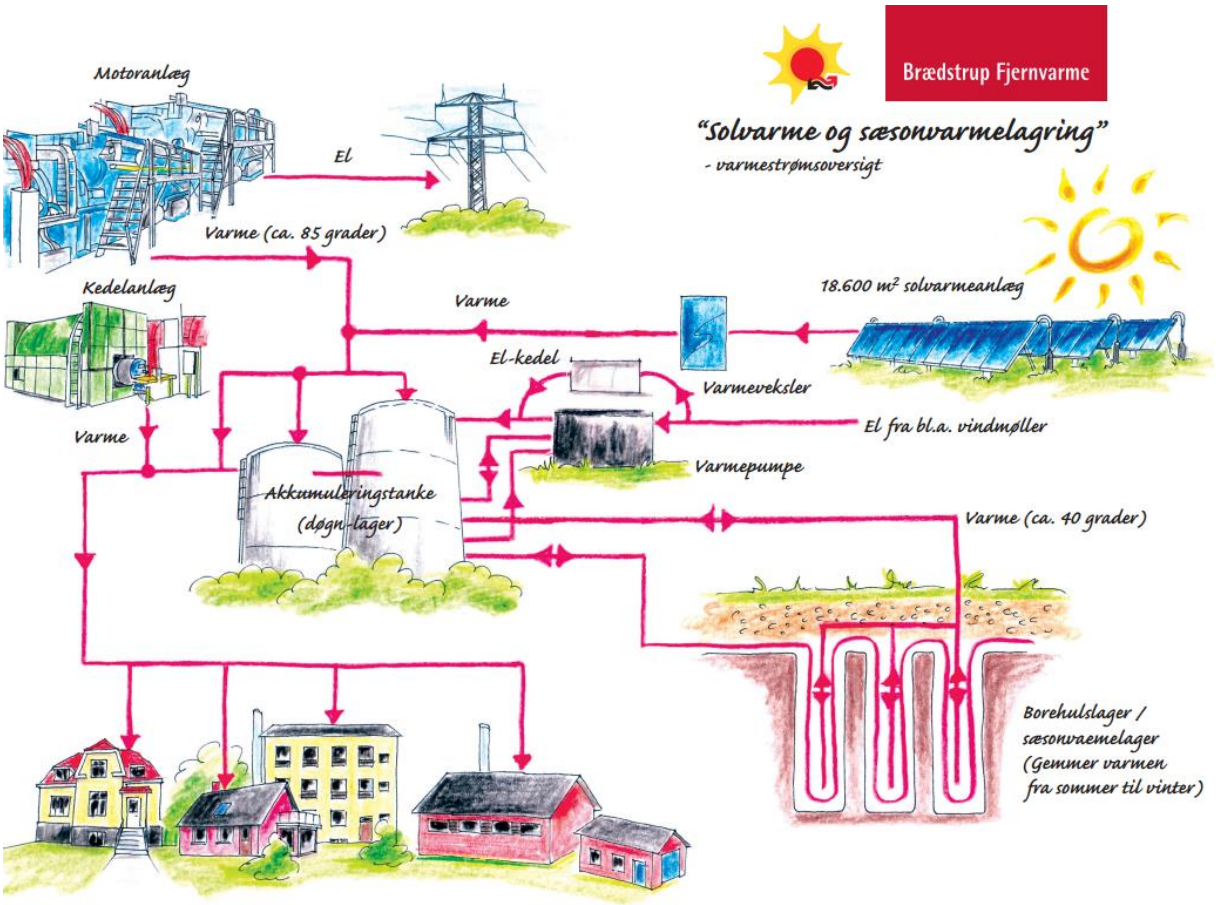
Joonis 9.7 SPU plaadi kasutamine passiivmaja katuse ehitamisel

10. Alternatiivsete energialiikide kasutuselevõtt

10.1 Päikeseenergia

Päikeseenergial töötav kaugküttesüsteem on soojuse tootmiseks väga eriline – see sõltub täielikult ilmast. Sellise süsteemi jaoks on vaja erinevaid soojusenergia salvestamise lahendusi.

Taanis Brædstrupis asub üks maailma suurim päikeseenergial töötav kaugküttejaam (vaata Joonis 1), mille päikese-kollektori pindalaala on kokku 18600 m^2. Esimene kollektor 8012 m^2, valmis 20. augustil 2007, mille rajajaks oli Flemming Hanseni juhitud energiafirma. Teine kollektor 10600 m2, avati 29. mail 2012. Kollektori alal asub puurauk-hoidla, mis salvestab päikesekiirgust suvel ja kasutab seda talvel. Ala kõrval asuvad kõrgtemperatuurse vee akumuleerimise paagid, kus saab hoida 5500 m^3 kuuma vett. Paakidesse on võimalik kokku akumuleerida mõne päeva kuni nädala jagu soojusenergiat, mis sõltuvalt hetke välistemperatuurist rahuldab selle piirkonna küttevaduse. See ala on avatud külalistele, selle servas asub väike katusealune (vaata Joonis 10.2) koos segitavate skeemide ja joonistega huvilistele tutvumiseks.



Joonis 10.1 Brædstrup Fjernvarmes kaugküttejaama skeem

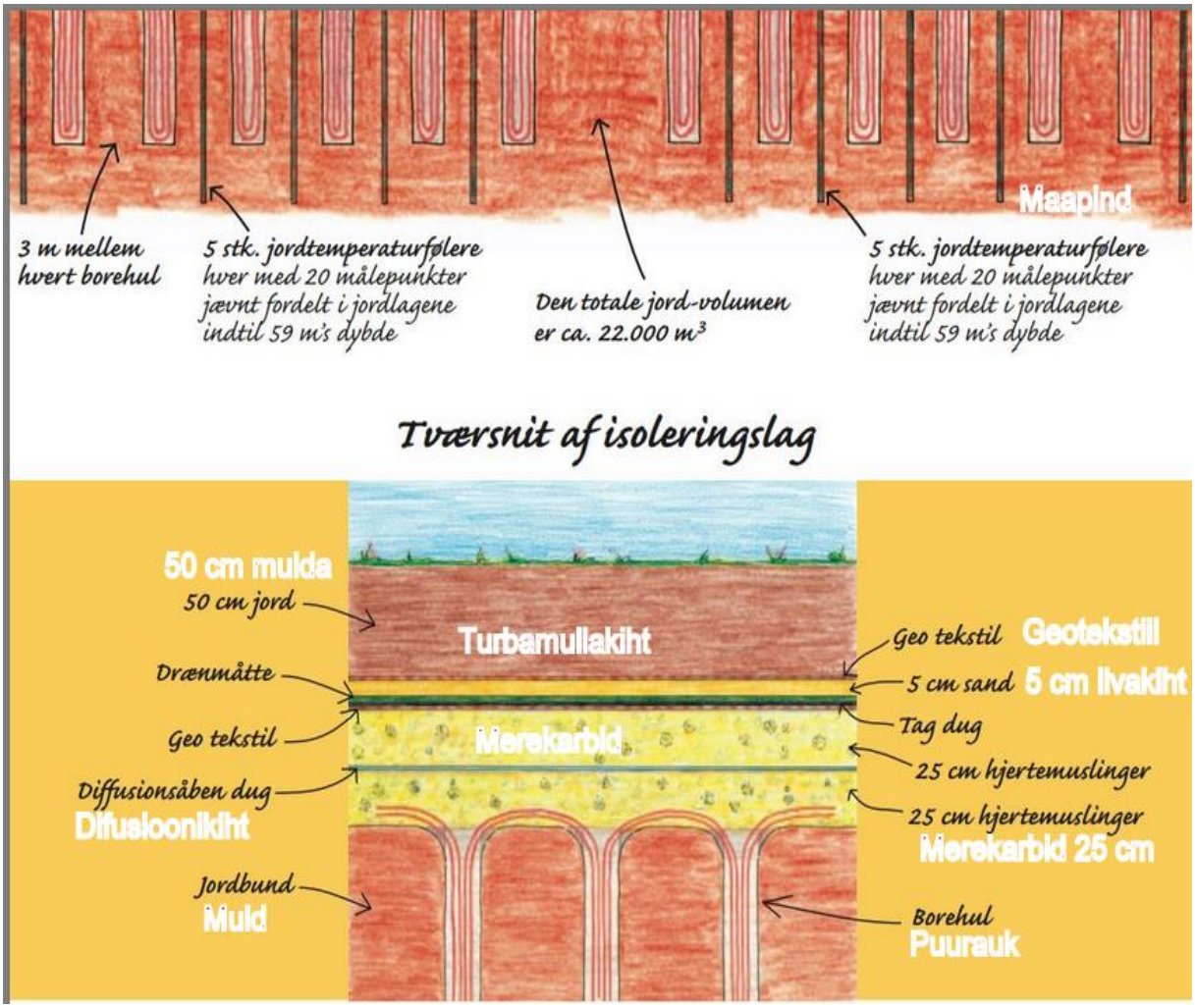
Puurauk-hoidla tehnoloogia on uus nii Taanis kui ka maailmas. Brædstrup Fjernvarmes puurauk- hoidla koosneb 48 ühikust. 3m sügavusele puuritud aukudes asub varjatud torustik (vaata Joonis 10.4), mille eesmärgiks on salvestada maapinda soojust suvel ja anda soojust maapinnast välja talvel. Umbes 19000 m^3 pinnast köetakse päikeseenergiaga suvel üles ja talvel võetakse sealt välja hinnanguliselt 20% kogu aasta soojavajadusest.

Aeg on näidanud, et Taani inseneride arvutused peavad paika, ja selliste süsteemide rajamine on majanduslikult tasuv ning energeetiliselt efektiivne.

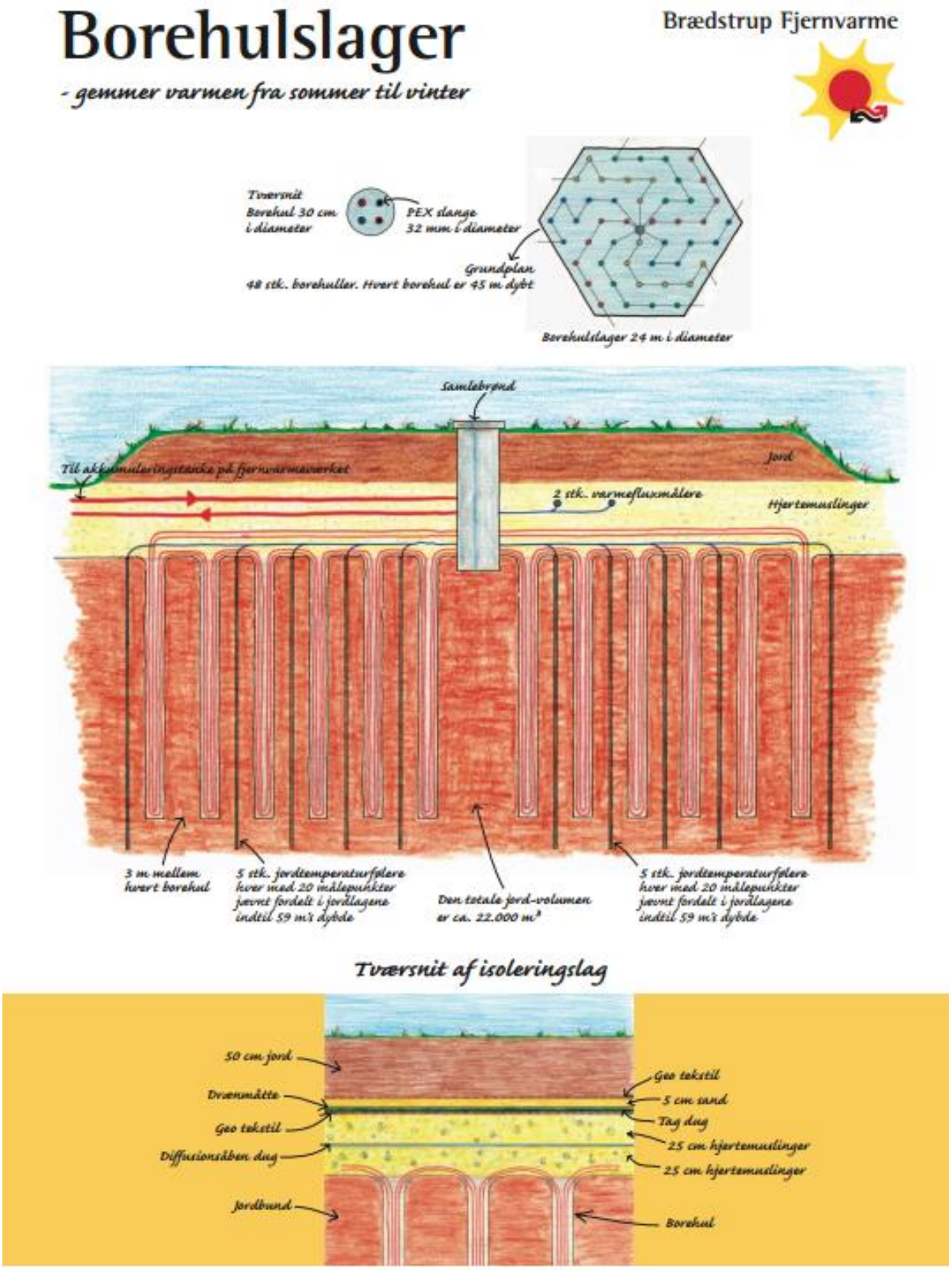
Insenerid on paigutanud kollektoriväljaku kõrvale asuvasse hoonssee 100 kW võimsusega boileri, mis mahutab 100 m^3 vett. Elektriboileriga saab toota sooja vett, kui elekter on väga odav ja siis, kui võrku toodetakse vooluvõrku liiga palju tuulegeneraatoritega toodetud elektrit. Sellistes olukordades, elekter müüakse üldjuhul odavalt naaberriikidesse või muundatakse soojuseks. Brædstrup District Heating aitab sel viisil stabiliseerida elektrisüsteemi.

Katlamajja on paigaldatud soojuspump, mis valmistatud Taanis Aarhusi linnas Johnson Controls poolt. See on ammoniaagi jahutiga kruvikompressor soojuspump. Soojuspump toodab sooja puurauk-hoidlasse salvestatud maasoojusest. See käivitub samuti nagu elektriboiler, kui elektri hind on odav või kui süsteemis on palju tarbijaid.

Joonis 10.2 Päikese kollektor, vasakul infomajake külalistele



Joonis 10.3 Puurauk-hoidla kattekihi joonis



Joonis 10.4 Puurauk-hoidla soojusenergia salvestamiseks

10.2 Tuuleenergia

Tuuleenergia kasutamine Euroopas on liikunud üha arenevas suunas nii teaduse kui ka tehnika arenguga. Ka Eestis luuakse tuuleparke, kuhu püstitatakse üha efektiivsemaid elektrituulikuid, mis suudavad toota suuremal hulgal elektrienergiat nii rannikutel kui ka avameres, olenevalt, kus tuule kiirus vastab tuulegeneraatori tööks vajaminevale võimsusele.

Eesti esimene elektrituulik püstitati 1997. aastal Hiiumaale, Tahkuna neemele. See oli kui näidis tuulegeneraator, mis praegu enam ei tööta. 2002. aastal loodi Virtsu I tuulepark. Praeguseks on Virtsu I tuuleparki püstitatud lisatuulik ning arendajad on ehitanud veel Virtsu II ja III tuulepargi. Seoses taastuvate energiaallikate osakaalu suurenemisega on tuuleenergia kasutamine tõusuteel. Seda on mõjutanud erinevad seadused, samuti Euroopa Liidu nõuded. 2010. aasta lõpu seisuga on Eestis 17 tuuleparki, nendes on 72 elektrituulikut koguvõimsusega 148 MW. Taastuvate energiaallikate kasutamine, sealhulgas ka tuuleparkide arendamine, on jätkusuunas ka järgnevatel aastatel (TTÜ Elektrotehnika instituudi andmed).

Tuuleenergia on muundunud päikeseenergia, mis tekib maakera pinna ebaühtlase kuumenemise tõttu. Iga tund saadab päike maakera pinnale 100 PWh energiat (võimsusühikutes mõõdetuna on see 1017 W). Sellest energiast muundatakse tuuleks ainult 1 – 2%, kuid siiski on see 50 – 100 korda rohkem biomassiks muundatud päikeseenergia osast.

Tuule kineetiline energia on kättesaadav vähemal või rohkemal määral kõikjal maakeral. Tuule-energia on keskkonnakaitse suhtes atraktiivne paljudel põhjustel. Sellega ei kaasne tervist kahjustav õhureostus, metsi laastav happevihm, kliimat destabiliseerivad süsihappegaasi emissioonid või ohtlik radioaktiivne reostus. Tuul, kui primaarne energia-allikas, on kättesaadav tasuta ning seda saab kasutada lokaalselt. Selle kasutamisel ei ole vajadust laialdase infrastruktuuri järele, nagu seda on tsentraalne varustussüsteem elektrile, kütteõlile või maagaasile.

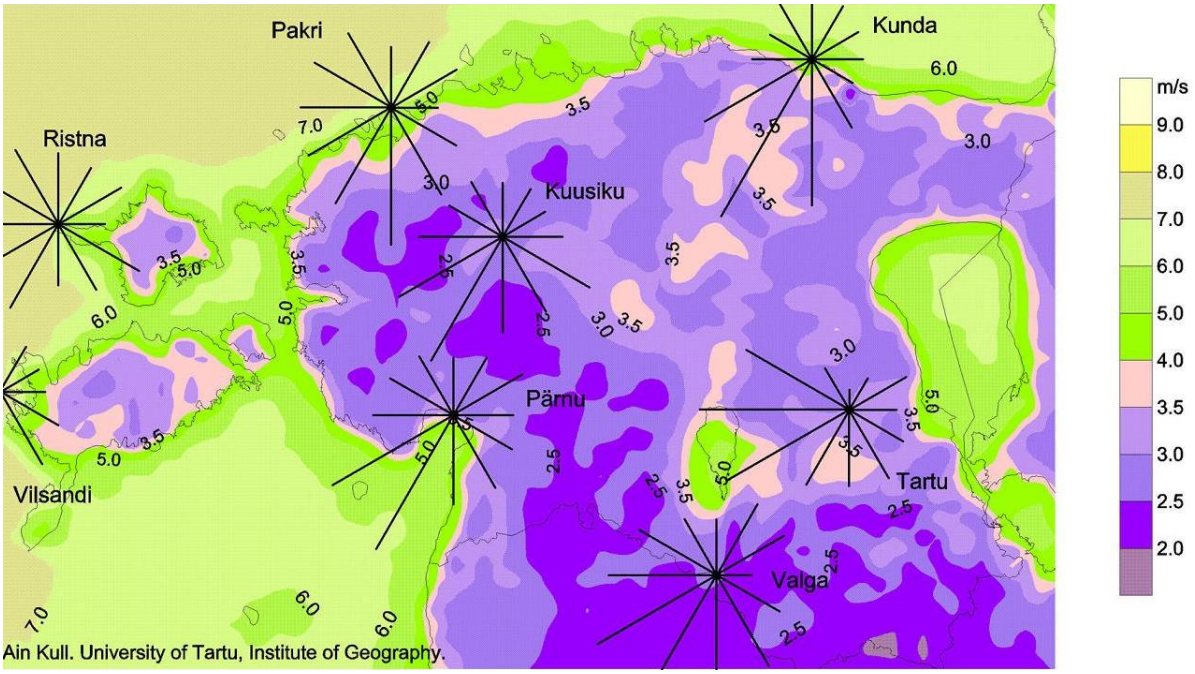
Tuulegeneraatorite püstitamine mandri-Eestisse on rahva üldist meelsust arvestades problemaatiline. Eestis ei ole tuulegeneraatoreid senini omaks võetud, sest nende ehitamine on kallis ja tuulegeneraatorite teke mõjutab maastikupilti. Mõjud nii keskkonnale kui ka inimestele on suuremad eriti siis, kui soovitakse toota väga suuri energiakoguseid.

Mandri-Eestis muutub tuulest elektrienergia tootmine mõttekaks siis, kui tuulte kaardistamine näitab selles konkreetses kohas valdavat ja mittemuutuva suunaga tuulte olemasolu ning tuulest toodetud elektrienergiat saaks rakendada ühendatud tuule-päikese-maasoojusjõujaamade ehitamisega. Eeldusena peaks siis juba olemas olema lahendus probleemile, kuidas energiat hooajaliselt (vaata punkti 10.1), aga ka lühiajaliselt salvestada. Selleks, et Eestis toimuks arenguhüpe või murrang tuuleenergia kasutamiseks, tuleb rajada esimene hästi töötav valmislahendus energia salvestamiseks ja taaskasutamiseks.

Eesti paikneb Läänemere rannikul intensiivse tsüklonaalse tegevuse piirkonnas. Tuule kiirust mõõdetakse üldjuhul kümne meetri kõrguselt maapinnast (vaata Joonis 10.1). Tugevamad tuuled puhuvad rannikualadel, eriti Lääne-Eestis ja saartel, kuid tuuline on ka Peipsi järve

äärne ala. Lääne-Eesti saarestikus ja lagedatel rannikualadel ulatub aasta keskmine tuule kiirus kümne meetri kõrgusel maapinnast kuni 7 m/s, Loode- ja Põhja-Eestis 5-6 m/s. Liigestatud pinnamoe ja metsade takistava toime tõttu kahaneb tuule kiirus järsult sisemaa suunas. Umbes 20 km laiuses rannikutsoonis kahaneb tuule kiirus ligi 40%, sügavamale sisemaa suunas tuule kiiruses enam hüppelist kahanemist ei toimu. Valdaval osal sisemaast on aasta keskmine tuule kiirus 3-4 m/s, Kagu-Eestis ja Pärnu Alutaguse metsadevööndis jääb kiirus alla 3m/s. Maapinnast 50 m kõrgusel sõltub tuule kiirus eeskätt ranniku kaugusest. Läänemerega piirnevatel aladel on aasta keskmine tuule kiirus kuni 9 m/s, Liivi ja Soome lahe kohal 7-8 m/s. Sisemaal jääb tuule keskmine kiirus enamasti 4-5 m/s vahemikku.

Tuules peituvat energiat kasutatakse üldiselt neil aladel, kus aasta keskmine tuulekiirus 10 m kõrgusel maapinnast on üle 4 m/s. Majanduslikku otstarbekust silmas pidades tuleks tuuleenergeetikat eelisarendada neis piirkondades, kus aasta keskmine tuulekiirus 10 m kõrgusel on üle 5 m/s.



Joonis 10.1 Tuule kiirus 10 meetri kõrgusel

Järvakandis on tuulte kaardistamine tehtud 1960-ndatel aastatel. Täpseid andmeid tehtud tööst säilinud ei ole. Ringhäälingu Saatekeskusest saadud informatsiooni kohaselt on teada, et Järvakandi telemasti ehitamisel tuvastati pidevate tuulte olemasolu alates kõrgusest 60 meetrit ja sellest ülespoole. Tuule kiirust mõõdeti tol korral 6-10 m/s.

Järeldusena eelpool käsitletust ja Joonis 10.1 skeemil nähtust tuleb tuuleenergia kasutuse planeerimisel viia läbi uued uuringud, tuleb läbi viia tuulte kaardistamine kaasaegseid mõõtmis-lahendusi kasutades. Sobivate tulemuste korral on võimalik juba edasisi samme kavandada.

11. Tänavavalgustuse rekonstrueerimine

Tänavavalgustid ja nende valgustite juhtimissüsteemid on viimaste aastate jooksul olnud pidevas uuenemises, tehniline progress on selles valdkonnas muljetavaldav.

Järvkandi alevi tänavavalgustuse vanimad osad on ehitatud 1960-ndatel aastatel, uusimad tänavavalgustuse lõigud on ehitatud 2009 aastal. Hetkel on töötavaid valgusteid 453 ühikut. Valgustipark koosneb suures osas veel naatrium- ja elavhõbelampidel töötavatest valgustitest. Testitud on ka LED tehnoloogial töötavaid tänavavagusteid. Valgustite juhtimine toimub erinevatele tänavagruppidele ja liinilõikudele alajaamade kaupa. Valgustite sisse ja väljalülimine toimub hämaralülititega liinilõikude kaupa ja öisel ajal on kahel faasil taimeriga vool välja lülitada. Selline automatiseerituse tase on tänaseks juba „eilne päev“.

Järvakandi Vallavalitsus tellis tänavavalgustuse uue põhimõttelahenduse ettevõttest IOT Streetlight OÜ. Ettevõtte pakkus koos tehnilise lahendusega ka rahastamise skeemi valgustipargi välja vahetamiseks kaasaegsete vastu koos intelligentse juhtimissüsteemiga (ilma uute postide ja kaabeldamiseta).

Tehniline lahendus on pärit piirivalvelahendusi arendavast Defendec OÜ-st välja kasvanud eestimaisest ettevõte IOT Streetlight OÜ. Uudsed tänavavalgustuse lahendused on paigaldatud Tallinna teadusparki Tehnopol, Tartusse ning esimesed projektid on käivitatud ka Saksamaal ja Soomes.

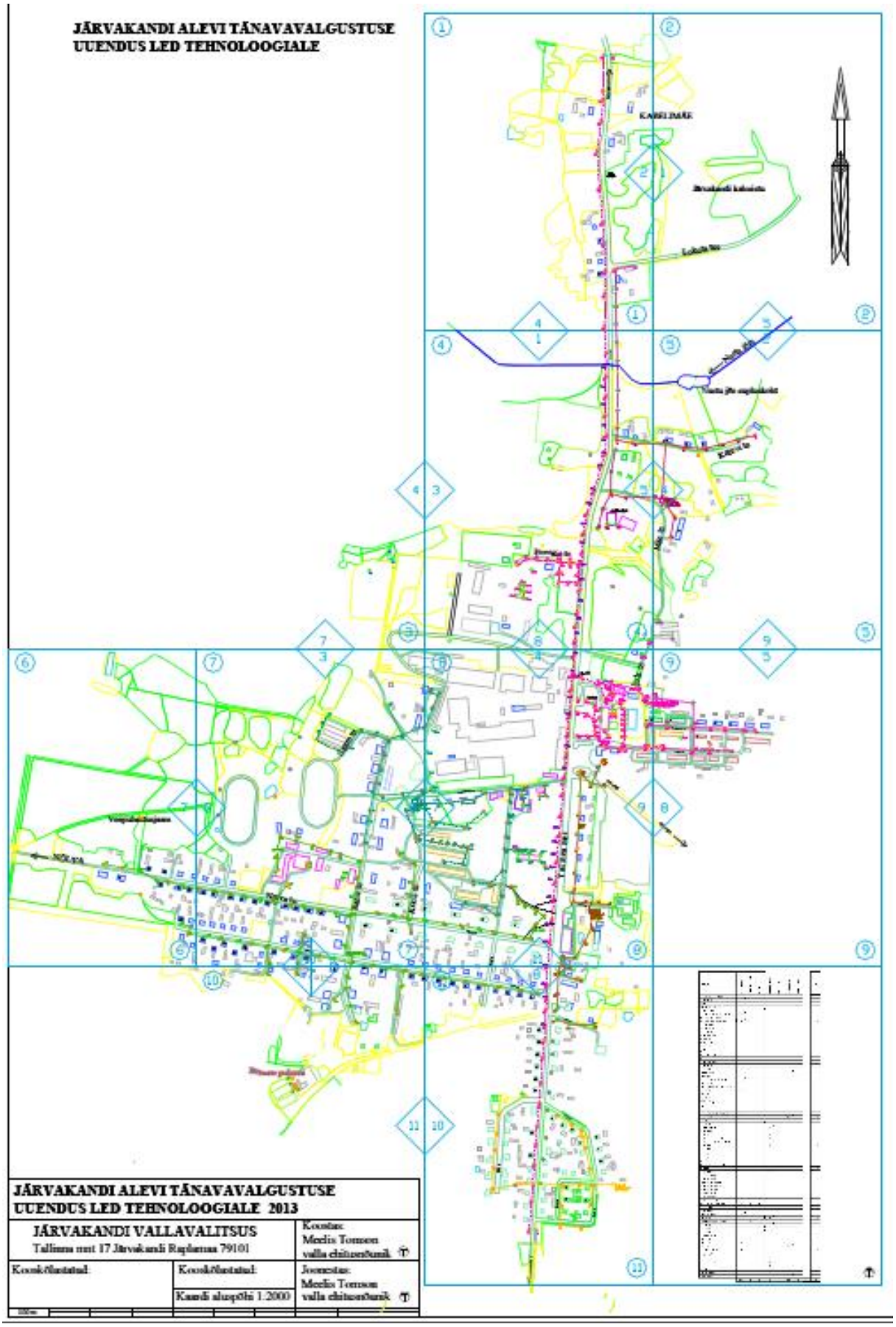
Uue süsteemi tarkus peitub ennekõike nutikas valgustikontrolleris, mis võimaldab valgusti võimsust reguleerida vastavalt vajadusele ja ümbritsevatele oludele. Kui nutikas juhtimine ja LED-tehnoloogia kokku panna, tekib efektiivsus, mis kajastub kuni 85% suuruse aastase energiakulu kokkuhoiuna.

Teaduspargis on esialgu kasutusel 12 tänavavalgustit, mis asuvad Teaduspargi tänaval. Tänu neile hoitakse aastas kokku umbes 4535 kW/h energiat, ka tänavavalgustuse halduskulud on ligi poole väiksemad. See tähendab ligi tuhandeeurost kokkuhoidu. Tulevikus rakendatakse sama lahendust kogu teaduspargi territooriumil.

Tänavavalgusteid juhitakse internetist, mis võimaldab nende tööpõhimõtteid kiiresti muuta. Tulevikus lisanduvad andurid võivad mõõta muu hulgas inimeste ja autode liikumist, valguse peegeldumist, loomulikku välivalgust jm. Integreerida saab ka ilmastikutingimusi arvestavat andurit. Juhul kui lumi on maas, ei ole vaja sama tugevat valgust kui näiteks märja tee korral.

Uue tehnilise lahenduse kasutuselevõtt ei nõua enam juhtimiseks automaatikakilpe. Liinilõikude ees peavad olema kaitsmed võimalike rikete ja lühiste tarbeks, valgustid jäävad kuni valgustis paikneva kontrollerini „voolu alla“. Valguti välisperimeetrist edasi toimub juba juhtimine raadioside ja interneti vahendusel , juhtides iga valgustit edasi kas üksikuna, tänavalõigu või tänavate grupi kaupa. Seadistamine on lihtne, juhtimisprogramm on emakeeles ja käskusid muutusteks, sisse ja välimisteks võib anda näiteks nutitelefoni teel.

Tänavalustite väljavahetamiseks valminud projektlahenduses on ette nähtud välja vahetada kõik valgustid, mis on vanemad kui viis aastat (valgustid punktidena Joonisel 11.1).



Joonis 11.1 Järvakandi alevi tänavavalgustuse skeem

Tee nimi	Ujula alajaam	Isakõnnu alajaam	Kaupluse alajaam	Staadioni alajaam	Kase alajaam	Rahu alajaam	Moto alajaam	Kokku
1. Mai mänguväljak	1							1
1. Mai tänav	12							12
Aia tänav								0
Bruno Schulleri tee								0
Eidapere tee			3					3
Energia tänav, Jäätmejaam	16							16
Järvakandi - Lokuta	2							2
Järvakandi kergliiklustee	34							34
Kaevu tänav								0
Kalevi tänav		7						7
Kalmistu tee								0
Kannikese tänav								0
Kase tänav					7			7
Kasekivi tänav								0
Kasepargi						6		6
Kaupluse tänav			1					1
Kelluka tänav								0
Keskväljaku (Bussijaam)			4					4
Kirsi tänav						1		1
Kooli kõnnitee								0
Kooli tänav						6		6
Kraavi tänav								0
Kreegi tänav						1		1
Krossi tee								0
Kultuurihall ja välilava	13							13
Laane tänav								0
Lauavälja tänav, Motokompleks							3	3
Lipuväljak	9							9
Luige tee								0
Lõo tänav								0
Mooni tänav								0
Muuseumi õu								0
Mäe tänav		6						6
Niidu tee								0
Noorte tänav, Noortekeskus	12							12
Nõlva tänav						27		27
Oja põik								0
Oja tänav			4					4
Orava puiestee				5				5

Joonis 11.2 Tänavavalgustite loetelu tänavate ja alajaamade lõikes (I osa)

Papli tänav					5				5
Pargi põik				3					3
Pargi tn - Lasteaia õu				8					8
Pargi tn, Teenindusmaja õu				2					2
Pargi tänav				10					10
Põllu tänav					6				6
Pärna tänav						2			2
Raba tänav									0
Rahu põik						7			7
Rahu põik Gümnaasiumi õu						4			4
Rahu tn Reoveepuhasti						4			4
Rahu tänav				13		13			26
Saare tänav				6					6
Sacveski tänav									0
Sinilille tänav									0
Staadioni kõnnitee									0
Staadioni mänguväljak									0
Staadioni tänav				17					17
Supeluse tänav									0
Söeraja tänav									0
Tallinna mnt = Rapla - Järvakandi - Kergu mnt	58	6	13						77
Tamme tänav									0
Tedre tänav									0
Tehaste tänav	7								7
Terviserada				20					20
Tln mnt Veetöötlusjaam		4							4
Tupiku tee				1					1
Turu põik			2						2
Turu tänav			3						3
Tööstuse tänav									0
Ujula põik									0
Ujula tänav	9								9
Uus tänav						22			22
Vabaduse tänav	10								10
Vahe tänav									0
Vahtra tänav									0
Vallamaja ümbrus	3								3
Vana-Asula põik				3					3
Vana-Asula tänav				10					10
Võsa tänav									0
Ööbiku tänav									0
Ülase tänav						2			2
	186	23	30	98	18	95	3	453	453

Joonis 11.2 Tänavavalgustite loetelu tänavate ja alajaamade lõikes (II osa)

Tänavavalgustuse postide ja kaabeldamise osa rekonstrueerimine on mõistlik läbi viia järgmise Euroopa Liidu rahastamisperioodi vahendeid kasutades. Uute tänavavalgustite postide paigaldamiseks ja väljavahetamiseks tuleb tellida eraldi projektlahendus. Rahastamine tuleks võimalusel lahendada Raplamaa Omavalitsuste Liidu ühisprojekti kaudu.

12. Elektriautode kasutuselevõtt

Elektriautode kasutamine on Järvakandi vallale tänaseks andunud märgatavat kokkuhoidu omavalitsuse sotsiaaltöö transpordikulude vähendamisel. Kolm kasutatavat autot on igapäevases kasutuses sotsiaalhoolekande ja Järvakandi Hooldekodu käsutuses. Elektriautode laadimispunktide riigipoolne väljaehitamine lõi võimalused autode laiemaks kasutamiseks ka väljapoole kohaliku omavalitsuse piire. Järvakandi valla jaoks on kolm autot optimaalne arv ja elektriautode autopargi suurendamist plaanis ei ole.

Elektriautode kasutamine on toonud kilomeetri läbisõidu ja hooldekulude maksumust arvestades orienteeruvalt 10 kuni 15 kordse kokkuhoiu. See on märkimisväärne sääst arvestades bensiini ja diislikütuse pidevat hinnatõusu.

13. Soovituslik tegevuskava valla energiamajanduse arendamiseks. Etapid.

13.1 Lähiperspektiiv (2014-2016)

- Saata soojuse ja elektri koostootmisjaama (võimsusvahemik 0,8-2,0 MWe) ja klaasitehase jääksoojusel või biokütusel töötava katlamaja (võimsusvahemik 1,0-1,5 MW) potentsiaalsetele rajajatele kutse hinnapakkumiste saatmiseks. Pakkumises tuleks esitada nii soojuse hind alevi tarbijatele kui ka pakkuja nägemus alevi soojusvarustussüsteemi institutsionaalseks kujundamiseks.
- Saata päikese ja tuuleenergia kasutuse süsteemide potentsiaalsetele rajajatele kutse hinnapakkumise saatmiseks.
- Jätkata alevi haldusalas olevate hoonete energiasäästlikumaks muutmist. Tellida energiaauditid.
- Toetada ühistute energiasäästualast tegevust (nt energiaauditite ja energiamärgiste tellimise toetamine) ja energiasäästualase propaganda tegemine elanikkonna seas (nt kohaliku meedia vahendusel).
- Vajadusel teisaldada olemasolev katlamaja tehase territooriumilt (läbirääkimised tehase juhtkonnaga tegevuse finantseerimiseks).
- Uued rajatavad individuaal elamud ja kortermajad ning avaliku kasutusega hooned kavandada passivmaja või madala energiatarbega hoonete nõuete kohaselt. Renoveeritavatele hoonetele rakendada samasid printsiipe.
- Vallavalitsus peab ehituslubade väljaandmist karmistama. Tuleb jälgida, et ehitiste projektlahendused vastaksid energiatõhususe miinimumnõuetele.
- Tänavavalgustite väljavahetamine uute vastu tuleks läbi viia IOT Streetlight OÜ rahastamise skeemi kasutades 2014 aasta jooksul.
- Uute tänavavalgustite postide paigaldamiseks ja väljavahetamiseks tellida eraldi projektlahendus. Rahastamine lahendada võimalusel Raplamaa Omavalitsuste Liidu ühisprojekti kaudu.

13.2 Keskperspektiiv (2016-2020)

- Uue biokütuse katlamaja või SEKi rajamine.
- Uute päikesekollektorite ja/või kõrgtemperatuursete energiasalvestite ning maasoojussalvestite rajamine
- Kaugküttevõrgu kompleksne renoveerimine. Vastavate projektide tellimisega võib alustada I etapi jooksul.
- Uued rajatavad hooned kavandada passiivmaja või madala energiatarbega hoonete nõuete kohaselt. Renoveeritavatele hoonetele rakendada samasid printsiipe.

13.3 Kaugem perspektiiv (2020+)

- Elektri tootmine taastuvate energiaallikate baasil.
- Rajatavad hooned kavandada kõik passiivmaja või madala energiatarbega hoonete nõuete kohaselt. Renoveeritavatele hoonetele rakendada samasid printsiipe.

Igal etapil (s.o pidevalt) tuleks tegelda energiasäästualase teavitusega ja propagandaga elanike ja ettevõtjate hulgas. Soosida ettevõtteid, mis kasutavad taastuvaid energiaallikaid ja energiasäästlikke tehnoloogiaid ja seadmeid. Ehituslubade väljaandmisel jälgida, et ehitised vastaksid energiatõhususe miinimumnõuetele ning soovituslikult kasutaks energiasäästlikke ja keskkonnasõbralikke materjale ja tehnosüsteeme.

14. Roheline mõtteviis kui uus väljakutse Covenant capaCITY programmis

Kliimamuutus on suurim väljakutse tänapäeva maailmas ning energiat säästvate hoonete ehitamisel kogukondades üle Euroopa on oluline osa nii riigi kui ka Euroopa eesmärgiks oleva kasvuhoonegaaside vähendamise 20% võrra aastaks 2020 saavutamisele. Covenant capaCITY programm aitab tegeleda selle ühe keerukamaks muutuva probleemiga. Projekti toel on saadaval vajalikult infovahendid, millega teha edukas Säästva Energia Arengukava (SEAP) koostamine ja aitab suurendada suutlikkust teie organisatsioonis ning juhib teid lõpuks Säästva Energia kogukonnani (SEC). Praegu on KOV-te vahelises kommunikatsioonis palju lünki. Nende lünkadega tegelemine tõstab KOV-de teadlikkust, täiendab teadmisi, suurendab huvi ning suutlikkust, et koostöös luua Säästva Energia kogukond. Samuti aitab see programm KOV-idel käsitleda teisi olulisi küsimusi nagu näiteks energiavarustuse taskukohasus, tervis ja energiavarustuskindlus.

Lähenemisviis, mida see projekt kasutab, läheb kaugemale tavalistest ad-hoc töötubadest või koolitustest. Koostati programm, mis toetab kõike Säästva Energia Arengukava välja töötamiseks ja arendamiseks vajaminevaid etappe. Programm hõlmab kõiki aspekte kasvuhoonegaaside inventuuridest hooneteni ning käsitleb ka „pehmemaid“ oskusi, mida on vaja, näiteks, kuidas koolitada omavalitsustöötajaid ning kuidas kaasata huvirühmi nii poliitikute kui ka kogukonna teiste liikmete seast, et tagada SEAP-i edu. Programmi eesmärk on anda praktilist ja mitmekeelset õpet, seda nii võrgukeskkonnas kui ka töötubade ja koolitustena. Programm koosneb üldisest Euroopa versioonist (inglise keeles) ja seejärel mitme erineva riigi konkreetsest versioonist, mis käsitleb riigi spetsiifilisi nõudmisi ja

probleeme. See õigustab ja annab kohalikele omavalitsustele põhjuse alla kirjutada Covenant of Mayors lepingule- aidates niimoodi tuua kokku asjaomased linnad ning ka nende toetajad.

15. Kasutatud materjalid

1. Covenant capaCITY programmi juhendmaterjalid
2. Energeetika planeerimine kohalikele omavalitsustele (II osa)
3. Tartu Ülikooli Loodus- ja tehnoloogia teaduskonna, Tehnoloogiainstituudi energiatõhusa ehitise tuumiklabori õppematerjalid, andmebaas
4. Tallinna Tehnikaülikooli Elektrotehnika Instituudi andmebaas