

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Minevik ja tänapäev, mida oodata tulevikus...?



Kus sai alguse Eesti kaasaegne soojussõlmendus... ehk minevikuta pole tulevikku

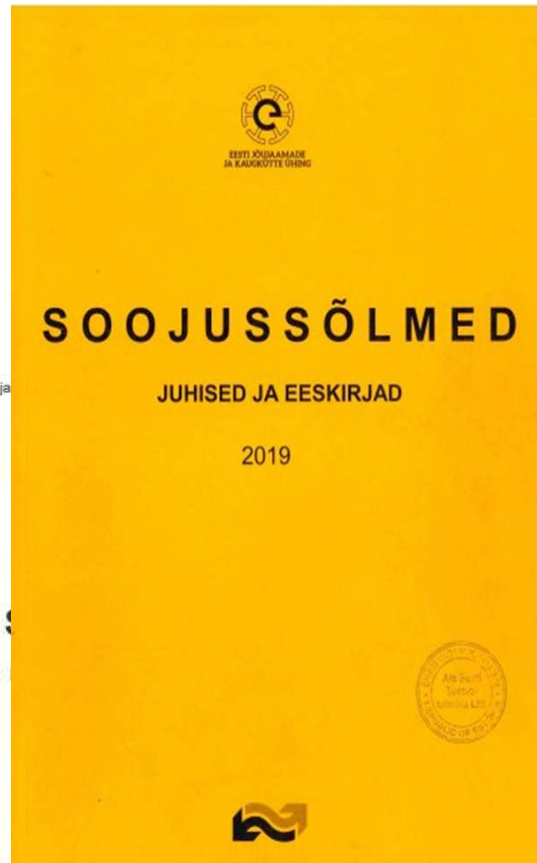
- Ettevõtte Eesti Termotehnika loodi 35 aastat tagasi, 1989 aastal Saue linnas, Eesti – Soome ühisfirmamana, moodstate, avatavat tüüpi plaatsoojusvahetite ja soojussõlmede projekteerimiseks ja tootmiseks Eesti NSV ja NSVL territooriumile.
- Tihenditega avatavat tüüpi plaatsoojusvaheti ETSS, arendati välja koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga (endine TPI).
- Esimene täiskomplektne soojussõlm valmis aastal 1991.
- Aastal 1994 Baltimaade suurim soojussõlmede tootja.
- Aastal 1993 alustasin (Hain Dengo) AS Eesti Termotehnikas projektijuhina, täna, 32 aastat hiljem jätkan volitatud soojusenergeetikainsenerina, kvalifikatsiooniga: soojusallikad ja soojuskeskused.
- Täna on Eesti Termotehnikas tootmine lõpetatud... ehk on järelevalve ja konsultatsiooni teenus tulevikus vajalikum (omame ju pikka kogemust selles vallas)

Mis on soojussõlm?

- **Soojussõlm** on hoone või hoonerühma seadmestik, mille abil soojusenergia tarbijad on ühenduses soojusvõrguga.
- Katlamaja ja hoonetevaheline soojusvõrk ühendatakse hoone küttesüsteemiga soojussõlme vahendusel. Soojussõlmes muudetakse välise soojusvõrgu soojuskandja temperatuur ja rõhk sobivaks hoone kütte- ja ventilatsioonisüsteemile ning põrandküttele. Soojussõlme abil soojendatakse vajalikule temperatuurile sooja vee süsteemis tarbitavat vett. Igaüks soojussõlme kontuur vajab sekundaarpoolel erineva temperatuuriga soojuskandjat.
- **Soojussõlm on hoone süda...**
- Juhendmaterjal projekteerimiseks ja valmistamiseks EJKÜ „Soojussõlmed“ juhised ja eeskirjad 2019, hea ülevaate kaugküttest ja ka soojussõlmest saab digiõpikust „Jätkusuutlik kaugküte“ .

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Aastal 2019 uuendati soojussõlmede baasdokumendi, EJKÜ „Soojussõlmed“ juhised ja eeskirjad, sisu. See tumekollaste kaantega raamat on **ainulaadne eestikeelne Eestile mugandatud juhendmaterjal** kogu soojussõlmedega seonduvas. Pea kõik soojamüüjad on oma tehnilistes tingimustes määratlenud selle juhendmaterjali kohustuslikuks soojussõlmede projekteerimisel valmistamisel ja hilisemal kontrollil.



Eessõna

Igas riigis reguleeritakse tootmistevõimet mitmesuguste õigusaktidega alustades seadustest ja määrustest ning lõpetades soovitusetega.

Käesolev soovitus on Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu poolt välja töötatud dokumendi TS1 / 2007 täiendatud ja korrigeeritud versioon. Soovituse täiustamisel on aluseks võetud uuenenud seadusandlust, täiustunud tehnoloogilist valmisolekut ning valdkonnas juba levinud parimaid praktikaid.

Uues versioonis on täpsustatud ühenduste tüüpskeeme ning toodud sisse soovitusel oluliselt rekonstrueeritavatele hoonetele. Samuti on rohkem tähelepanu pööratud juhtimiskeskustele ja andmevahetuse korraldamisele.

Esmakordselt tuuakse eraldi peatükina välja alternatiivsete energiaallikate soojusvõrguga ühendamise põhimõtted, et saavutada tervikusteede võimalikult energia- ja kulutõhus toimimine. Samuti kirjeldatakse järjest rohkem populaarsust koguvate kaugjahutussõlmede projekteerimise üldpõhimõtteid.

Dokument on otstarbekas aluseks võtta soojussõlmede tellimisel ja toomisel ning selle koostamisel on lähtutud järgmistest õigusaktidest: EL direktiiv 2014/68/EL, Seadme ohutuse seadus, Toote nõuetele vastavuse seadus, Mooteseadus, Kaugkütteseadus, Ehitusseadustik, Töötervishoiu ja tööohutuse seadus jne.

Kuna töörühma kuulusid nii soojussõlmede projekteerijad, tootjad, paigaldajad kui ka kasutajad, on arvata, et see soovitus kujuneb aktsepteeritud ja laialdaselt kasutatavaks dokumendiks ning on abiks vastava ala spetsialistidele nende igapäevases töös.

On rohkem kui kindel, et dokumenti korrigeeritakse vastavalt vajadusele ka tulevikus.

Lugupidamisega

Siim Umbleja
EJKÜ tegevjuht

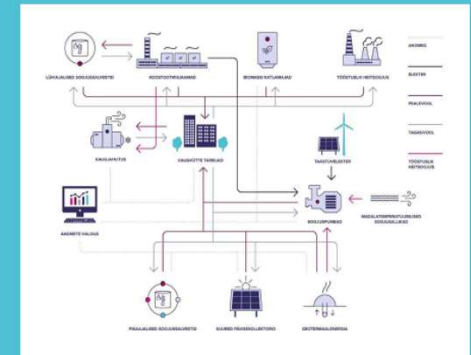
Käesoleva soovitus on välja töötanud töörühm koosseisus:

Töörühma juht: Mati Kuusk.

Liikmed: Aivar Kukk, Aivar Rant; Hain Dengo; Alari Sarv; Aleksander Iivanainen; Ahto Talving; Arnis Rikka; Eerik Laid; Joel Veisserik ja Margus Raud.

Anna Volkova, Eduard Latõšov, Vladislav Mašatin,
Igor Krupenski, Andres Siirde

Jätkusuutlik kaugküte



DIGITAALNE ÕPIK

Tallinn 2021

**Muretsemiseks on põhjust, aga ehk tuleb appi tehisintellekt?
(üle 30 aasta soojussõlmedega majandamist)**

- Eesti on ainuke väike riik, kus igal soojusettevõttel on omad temperatuurigraafikud ja rõhud soojustrassis, erinõuded soojussõlmede projekteerimiseks ja valmistamiseks – vastupidiselt näiteks Soomele ja Rootsile kus üle kogu maa on sarnased tingimused – parameetrid.
- Ligi 85% soojussõlmede projektidest on vigased, ei vasta projekteerimisnõuetele ja –eeskirjadele.
- Järelevalve on nõrk ja ei oma vajalikku kompetentsi soojussõlmede alal.
- Uus 12.03.2024 vastuvõetud eurodirektiiv hoonete energatõhususe kohta esitab soojussõlmedele, kui hoone tehnosüsteemi seadmetele, palju rangemaid nõudeid, kui me rakendame täna.
- Soojussõlmede valmistajad otsivad konkurentsiolukorras odavamaid variante toodete valmistamiseks, eirates teadaolevaid norme ja sellega seoses ka inseneri eetikat.

Kannataja on tellija, kes ei tunne valdkonda, valmistatud toode, vaatamata soodsale hinnale, kulutab rohkem energiat kuna on ebaefektiivne ja kasutus on keerukam ja kallim, mugavustunne puudub, tulevikus võimaliku sanktsioonid nõuete rikkumise pärast.

Soojussõlmed täna ja tulevikus 20.12.2024

Soojusettevõtte	naksimaalne temperatuur ja rõhk	kütte primaarpoole temperatuurid °C	eeldatav sekundaarpoole	minimaalne rõhkude	erinevad nõuded	
		pealevool	tagasivool	graafik °C	vahe kPa	
Utilitas Eesti AS Tallinn	kõikides võrkudes 130 °C, PN16	kõikides võrkudes sama.. ≤80 (küte uus hoone) ≤85 (küte renoveerimata)	≤43 ≤63	≤40 / ≤60 ≤60 / ≤80	100	dif.- rõhuregulaatori vajaduse määratleb Utilitas igale objektile eraldi Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi.
Keila Rapla Haapsalu, Valga Kärdla	kehtivus 24 kuud	≤60 soe vesi suvel ventilatsioon	≤25	≥8 / 55 vastavalt normile	80 70 60 50	torustiku primaarkontuuri osa terasest P235, vastavalt EN 10216-2, EN 10217-2 ja EN 10217-5, toruelementide seinapaksus ei tohi olla väisem EVS-EN 253 määrangutele projekt on vaja kooskõlastada
Gren Tartu AS	95 °C, PN16	95 (küte) 95 (ventilatsioon)	≤43 ≤43		70 (ilma soojusmõõtjaga)	ventilatsiooni segusõlm 2 tee ventiiliga, õhkküte magnetklapi või 2 tee ventiiliga, täide pulsiväljundiga Kama trup veemõõtjaga, primaarpoolele vaja paigaldada dif.- rõhuregulaator Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi. projekt on vaja kooskõlastada
	kehtivus 12 kuud	65 soe vesi suvel	≤20			
Gren Eesti AS Pärnu	90 °C, PN16	90 (põrandaküte) 90 (radiaatorküte) 90 (ventilatsioon)	≤36 (≤31) ≤43 (≤47) ≤43	≤35 / ≤45 (≤30 / ≤40) ≤40 / ≤60 (≤45 / ≤60) ≤40 / ≤60	100	soojal tarbeveel 2 seadeventiili kui kvs arv ≥5 m³/h täide läbi kaugloetava veemõõtja, Tootja/koostaja peab järgima EU direktiivi 2014/68/EL Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi.
	kehtivus 24 kuud	65 basseinküte suvel 65 soe vesi suvel	≤38 ≤15 (≤25)	≤35 / ≤45 ≥8 / 55		primaarpoolele vaja paigaldada dif.- rõhuregulaator soovitatavalt pealevoolule projekt on vaja kooskõlastada
AS Kuressaare Soojus	120 °C, PN16	105 (põrandaküte) 105 (radiaatorküte) 105 (ventilatsioon)	32 42 42	30 / 35 40 / 60 40 / 60	120 - 250	soojal tarbeveel 2 seadeventiili ja roostevaba akumulatsioonipaak (80...100 l) Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi.
	kehtivus 24 kuud	65 soe vesi suvel	20	≥8 / 55		ventilatsiooni segusõlm 2 tee ventiiliga, õhkküte magnetklapiga.
AS ESRO Viljandi	115 °C, PN16 kehtivus 6 kuud	90 - 65 vastavalt välisõhu temperatuurile 60 soe vesi suvel	45 25		60 (ilma soojusmõõtjaga)	soojal tarbeveel 2 seadeventiili ≥80 kW koormusel soojal tarbeveel ≥100 kW koormusel lahendus mahupaagiga Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi.
						ventilatsiooni sekundaarpool glükoolitõitega täitmine tarbeveelt, projekt on vaja kooskõlastada primaarpoolele vaja paigaldada dif.- rõhuregulaator tagasivoolule, pealevoolule liinisadeventiil
Adven Eesti AS Saue	95 °C, PN16	95 60 soe vesi suvel	45 25		80	tagasivoolule liinisadeventiil, külma tarbevee mõõtja Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi. projekt on vaja kooskõlastada
	kehtivus 12 kuud					
SW Energia OÜ Tabasalu	75 °C, PN16	75 60 soe vesi suvel	<35 ≤25		50	projekt on vaja kooskõlastada
OÜ Põrguvälja Soojus	120 °C, PN16	100 70 soe vesi suvel	40 20	sekundaarpoole tagastuv 37	80	soojusvahetid min. 5%-lise ülepinnaga! primaarpoolele vaja paigaldada dif.- rõhuregulaator õhkküte/ ventilatsioon i segusõlm 2 tee ventiiliga Soojussõlm projekteenida EJKÜ "Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad" märts 2019 juhiste järgi.
Rae tehnikapark	kehtivus 24 kuud					projekt on vaja kooskõlastada
N.R. Energy OÜ	70 °C, PNG	70	40		50	soojusseadmete spetsifikatsioon ja ühendusskeem, soojusvarustuse

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Kolm karu... ehk kuidas või mida võtta...



3. Soojussõlmedel sooja tarbevee võimsusega $>0,15$ MW kasutada automaatikat, mis vähendab automaatselt hoone tarbimistippe, s.t vähendab küttekontuuride tarbimist ajal, mil on suur sooja tarbevee tarbimine. **Lubatud on kasutada ka tehisintellektil baseeruvaid kontrollereid või lisaseadmeid**, mis võimaldavad tiputarbimise vähendamist.

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

10. Kui tarbimiskohta ei ole kavandatud katkematut elektritoitesüsteemi, siis näha ette soojussõlme automaatikakilbist väljapoole pistik, mis võimaldab soojussõlme viia välisele elektritoiteallikale. Skeemile ja kilbile lisada vastav markeering. Tavaolukorras on pistik elektritoiteta. Soojussõlme välisele toiteallikale lülitamisel peab olema võimalik soojussõlm eraldada üldisest hoone elektrisüsteemist.

Automaatika-elektriksekus on tavaolukorras sõlme valmistaja õlul.

Täna siis selline lahendus....



Tere,
Tahtsin ka meelde tuletada, et soojussõlmel peab olema avariitoite sisend.

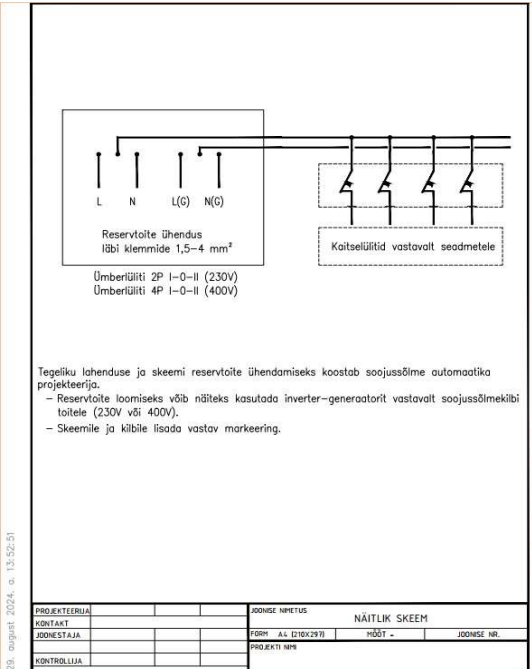
Kui tarbimiskohta ei ole kavandatud katkematut elektritoitesüsteemi, näha ette soojussõlme automaatikakilbist väljapoole sisend, mis võimaldab soojussõlme viia välisele elektritoiteallikale. Skeemile ja kilbile lisada vastav markeering. Tavaolukorras on sisend elektritoiteta. Soojussõlme välisele toiteallikale lülitamisel peab olema võimalik soojussõlm eraldada üldisest hoone elektrisüsteemist.

Täna meeldetuletuse eest, aga välise toiteallika küsimus on palju sügavam!

Oleme paigaldanud välise toiteallika pistikut ja vastavat ümberlülitit oma soojussõlmedele ja see teema on meil aktiivne.

Välise toiteallikana kasutatakse sisepõlemismootoriga generaatoreid, mida võib kasutada vaid välitingimustes. Kui hoone projektis on ette nähtud vastav elektripistik välisseinal ja sealt on toodud ühendus soojussõlmeni (**väljastatud peab olema ajutiste juhtmetega voolu edastamine läbi ukse- ja aknaavade**), oleme ka vastava võimaluse soojussõlme ehitanud.

Siinkohal tuleb aga tähele panna, et meie soojussõlme automaatika ei tööta igasuguse toiteallikaga, vaid ainult **inverter**-tüüpi seadmega ja toiteallika ühenduse **nõudja või projekteerija peab tagama** nenede tingimuste täitmise, mis tagaks kasutajate ohutuse ja seadmele vastava karakteristikuga toitevoolu.



Soojussõlme valmistaja ei tohi mingil juhul saadetud skeemi järgi mingit pistikut paigaldama hakata, juba seetõttu, et me ei tea, kes on selle „skeem1“ koostanud isik, kõige tähtsam, koostaja peab olema pädev isik.

Kõiki seadmeid saab ehitada ja koostada vaid tööprojekti järgi, mille seletuskirjas, spetsifikatsioonides ja joonistel välja toodud kasutatavad seadmed, nende parameetrid ja info, millise standardi, seaduse või dokumendi põhjal (EV kehtivatele) on projekt koostatud ja seadmed valitud.

Välise toiteallika ostab hoone omanik. Soojussõlme valmistaja ei saa talle ette kirjutada, millise. Seaduse järgi peab seadme valmistaja andma oma sõlmele garantii. Teadmata (tulevikus) ostetava generaatori-energiaallika tehnilisi parameetreid ei saa olla valmistaja kindel, kas valitud energiaallikas ei osutu ohtlikuks (voolusagedus, voolutugevus, vooluallika ühendus) soojussõlme automaatikakeskuse või tänapäevaste sagedusmuunduritega tsirkulatsioonipumpade elektroonikale ja seda kasutavale inimesele.

Kui nõutakse sellist välise energiaallika ühendust soojussõlme, kolmanda isiku poolt, peab see kolmas isik täpselt ja vastavuses seadustele ja normidele koostama vastava dokumentatsiooni ja nõuded pädeva isiku poolt, nii ostetava energiaallika, kui elektriskeemi (vastava omandatava energiaallika soojussõlme elektrikilbiga ühendamise) kohta. Selle dokumentatsiooniga peab nõustuma (energiaallika ostja) ja heaks kiitma hoone omanik, kõik kasutatavad seadmed ja komponendid peavad olema kättesaadavad- ostetavad Eesti turult.

Nagu olen ka igas soojussõlmi puudutavas loengul-õppepäeval öelnud, kõige tähtsam on ohutus, et inimesed ei saaks viga. „Skeem1“ seda ohutust mitte kuidagi ei taga. Ohutust tagamata, esitatud nõuet ühenduspistiku paigaldamiseks sõlme valmistaja poolt soojussõlme kilbile, teha ei tohi.

Kuidas projekteerida ja ehitada täna uusi soojussõlmi nii, meil oleks mugav ja elamist väärt sisekliima...

Elame muutuste – põlvkondade vahetuste ajal. Kaugküte liigub jõudsalt ja kiiresti **118 °C** pealevoolu temperatuuri juurest aina madalamaks, täna lausa **70 °C**-ni.

Majade küttesüsteemide renoveerimisega nii kiiresti ei lähe, küttegaafikud on vanades süsteemides **95-70 °C**, uusi hooneid on projekteeritud graafikutel **70-50 °C**.

Kuidas arvutada-valida soojusvaheteid, kui sõlm on vaja renoveerida, aga küttesüsteemi uuenduseks raha ei ole?

Selle küsimuse peale vastab retooriliste pärimistega meile tehisintellekt: ... ***kas soojusvaheti töötab ikka soojusvahetuse põhimõttel**, et üks keskkond (kuum keskkond) annab soojust teisele (külmale keskkonnale)? ...**milline on soojusvaheti ülesanne**: kas see on lihtsalt soojust üle kanda, või on eesmärgiks säilitada teatud temperatuuride erinevused? ...võib olla, et süsteem on tasakaalu saavutamata...*

Madalama graafiku puhul on valitud seadeventiil üle dimensioneeritud, sellest kannatab reguleerimise täpsus ja sekundaarpoole temperatuurid. Kui on paigast ära sekundaarpoole graafik, ei ole ka soojustarssi tagastuva vee temperatuur paigas...miks pole see paigas, küsitakse soojuse müüja poolt soojussõlme omanikult, see omakorda projekteerijalt või sõlme valmistajalt. Mida vastata? Panna kaks seadeventiili?

Ka soojusvahetid on sellises olukorras üle dimensioneeritud ja muutuvad n.ö mudafiltriteks nagu eelpool sai räägitud...

- riigihanke „***** vallamaja ehitus” päringus põhiprojekti tasemel (peaprojekterija kinnitusel ekspertiisi läbinud projekt) olevad andmed soojussõlme seadmete valikuks ja hinna koostamiseks...

SOOJUSSÕLME PÕHISEADMETE LOETELU

SOOJUSVAHETID	ÜHIK	SV1	SV2	SV3
Tootja/tüüp				
Võimsus	kW	80	62,6	40,6
Temperatuur prim.	°C	60-20	75-34	75-54
Temperatuur sek.	°C	8-55	40-70	35-40
Vooluhulk prim.	kg/s	0,48	0,37	0,24
Vooluhulk sek.	kg/s	0,41	0,50	1,94
Soojuskandja sek.			Kauaküttevõrku	Kauaküttevõrku

- Soojusvahetitena tuleb kasutada plaatsoojusvaheteid, mille tüüp (joodetud, tihendiga jms) valida vastavalt olukorrale ja tootja soovitudele. Sooja tarbevee soojusvaheti plaatide materjaliks peab olema AISI 316 ja küttesüsteemidel AISI 304 või parem. Tihendite materjal peaks olema vähemalt EPDM vms. Lisaks tuleb soojusvahetid nii valida, et kütteülepind oleks minimaalselt 20%.

- Tsirkulatsioonipumpadeks tuleb kasutada energiatõhusaid (minimaalselt A-energiaklassi) pumpasid, mille energiatõhususe indeks on $EE I \leq 0,20$ (vastavalt ErP direktiivile). Pumpade ja torustike vahel peab olema vibratsiooni ja müra leevendavad lõdvikud. Kõik ringluspumbad peavad olema sagedusmuunduriga ja integreeritavad hooneautomaatikaga. Lisaks peab pumpadel olema valikus minimaalselt projektikohased töörežiimid (konstantne/proportsionaalne rõhurežiim ja konstantne temperatuuri režiim). Kõik ringluspumpade korpused peavad olema tehase poolt isoleeritud. Sooja tarbevee tsirkulatsioonipump peab olema roostevabast materjalist.

- Sõnum: **** Tallinn (projekti nr. **** korterelamu soojusvarustus) soojussõlme projektis on sooja tarbevee soojusvaheti arvutuseks primaarpoole temperatuurigraafik 60-15 C. Utilitase graafik 60-25 C. Miks tuleb vaheti arvutada ulmegraafikuga: 60-15 C, kas projekteerija ise on nende graafikutega ka soojusvahetit proovinud arvutada?
- Vastus: Utilitase tüüptingimustes on tarbevee primaarpool <60 / <25 C, mis tähendab et ka 15 C on lubatud tagasivoolul kasutada. Soojasõlme valmistaja võib seda suurendada kuni 25 C-ni.

ÜKS FAAS - DISAJN		SWEP SSP G8 2024.912.1.0	
SOOJUSVAHETI: B85Hx140/1P		Kuupäev: 15/12/2024	
SSP Alias:	B85		
TEHNILISED LÄHTEANDMED		Pool 1	Pool 2
Soojusk		Water	Water
Voolu tüüp		Vastuvool	
Circuit		Välimine	Sisemine
Soojuskkoormus	kW	140,0	
Temperatuur sisenemisel	°C	60,00	8,00
Temperatuur väljumisel	°C	17,00	55,00
Soojuskandja kulu	kg/s	0,7792	0,7129
Rõhu langus (disainrõhu langus)	kPa	2,04 (20,00)	1,78 (20,00)

ÜKS FAAS - TÖÖOMADUSED		SWEP SSP G8 2024.912.1.0	
SOOJUSVAHETI: B85Hx50/1P		Kuupäev: 14/11/2024	
SSP Alias:	B85		
TEHNILISED LÄHTEANDMED		Pool 1	Pool 2
Soojusk		Water	Water
Voolu tüüp		Vastuvool	
Circuit		Välimine	Sisemine
Soojuskkoormus	kW	140,0	
Temperatuur sisenemisel	°C	60,00	8,00
Temperatuur väljumisel	°C	23,87	55,00
Soojuskandja kulu	l/s	0,9431	0,7163

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Soojusvahetite tootjad on pikaajaliste vaatluste tulemusena tulnud järeldusele, et **sooja tarbevee soojusvahetid töötavad aastas ainult 7% ajast maksimaalsel koormusel.**

Reguleeriventiili rõhukadu peab olema **vähemalt pool** soojussõlme vastava reguleerimiskontuuri kasutada olevast rõhuvahest.



NÄIDE 1

Vajalik sooja tarbevee hetkekulu 1,0 l/s

Temperatuurid soojusvaheti sekundaarpoolel 8 – 55 °C

Temperatuurid soojusvaheti primaarpoolel 65 – 15,7 °C

Tarbevee soojusvaheti võimsus 196,37 kW. (Danfoss XB37H-1-60)

Tarbevee ringluse süsteemi projektijärgne soojuskadu 4 kW

Süsteemist soojusvaheti juurde tagastuva tarbevee temperatuur 52 °C

Tarbevee ringluspumba vajalik jõudlus 0,323 l/s

Tarbevee ringluse süsteemi rõhukadu 34 kPa

Sobiv ringluspump UPS 25-60N

Kui ööpäevast 24 tundi ei ole aktiivset veekasutust 12 tunni jooksul, siis tarbevee ringlusele kulub $12 \times 4 = 48$ kWh. Tasutakse soojusettevõttele soojusarvesti lugemi alusel.

NB! Reguleeriventiil ($K_{vs}=4,0$) peab suutma hallata võimsust 4 kW ka trassivee maksimaalsel temperatuuril! Näiteks temperatuuridel 115 – 52,01 / 52 – 55 °C on primaarpoole vooluhulk 0,016 l/s.

Kui ventiili reguleerimisulatus $R=50:1$ siis on ventiili minimaalne kontrollitud vooluhulk 0,022 l/s. Käesoleva arvutuse juures ventiil $K_{vs}=4,0$ ($R=50:1$) ei sobi. Valima peab ventiili, mille $R=100:1$ -le.

$$(Q) = (K_{vs} / R) \sqrt{\Delta P}$$

(Q) – minimaalne kontrollitav vooluhulk (m3/h)

K_{vs} – reguleeriventiili vooluhulga tegur (m3/h)

R – reguleeriventiili valmistaja poolt deklareeritud reguleerimisulatus

$\sqrt{\quad}$ – ruutjuure märk

ΔP – kasutadaolev rõhk üle reguleeriventiili (bar)

Allikas: Johnson Controls "Valve and actuator manual 977"

Tarkusi tagataskust....

- **Soojusvaheti üle dimensioneerimine arvutusprotsessis kas fouling faktori lisamisega või ülepinna nõudega** muudab soojusvaheti omamoodi "mudakogujaks". Väheneb soojuskandja turbulentsus ja soojusvaheti isepuhastumise võime.
- Kui soojusvaheti töötab alakoormusel siis soojuskandja turbulentsust iseloomustav Reynoldsi arv väheneb. Turbulentne keskkond kannab soojusvahetist hõljumi välja, mitteturbulentne keskkond seda ei tee.

Asjalikult arvutatud soojusvahetid on isepuhastuvad „self cleaning“ teatud ajani.

Liigne ülepind (surface margin) ja saastumistegur (fouling factor) halvendavad soojusvaheti töötingimusi.

Sooja tarbevee soojusvahetite valik, miks see nii tähtis on?

Sooja tarbevee koormust ei arvutata täpselt, pigem suure varuga... ja projekteerija ei tea ise milliseid tema poolt arvutatud andmeid sõlme valmistaja peab aluseks võtma

Soojusvahetite tootjad on pikaajaliste vaatluste tulemusena tulnud järeldusele, et **sooja tarbevee soojusvahetid töötavad aastas ainult 7% ajast maksimaalsel koormusel.**

Sooja tarbevee **vaheti peab arvutama minimaalse ülepinnaga!** Arvutatud vaheti baasil tehakse primaarpoole maksimaalse allajahutuse arvutus, saadakse primaarpoole keskkonna kulu, mille järgi arvutatakse seadeventiil.

Soojusvaheti primaarpoole soojuskandja kulu järgi toimub reguleerventiili arvutamine ja valik. Seadeventiili valiku täpsus mõjutab olulisel määral sooja sekundaarpoole (eriti tähis tarbeveel) temperatuuri reguleerimise täpsust.

Vaja on teha sooja tarbevee suvisel graafikul valitud **soojusvaheti arvutus ka talvisel temperatuurigraafikul** ja saades arvutustulemused, et kontrollida seadeventiili töövõimet talvisel sooja tarbevee primaarpoole kulul...

Suureks probleemiks projekteerijatel on sooja tarbevee soojusvaheti arvutamisel soojusvahetist **primaarpoole tagastuva keskkonna temperatuuri valik** (kui seda ei ole ette kirjutatud tehnilistes tingimustes).

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Sooja tarbevee soojusvaheti arvutus suvisel ja talvisel temperatuurigraafikul



Plate Heat Exchanger Datasheet



Danfoss Hexact(v5.5.26)

Ref.: HD20220610154026

Customer:

Contact person:

Project: SUVINE GRAAFIK

E-mail:

HEX Type: XB59M-1-30

Engineer: HD

Unit: 1 (Parallel)

Code: 004B1920

Date: 10.06.2022 15:40:30

Calculated parameters	Unit	Side1	Side2
Flow Type			Counter current
Load	kW		200,00
Inlet temperature	°C	60,00	8,00
Outlet temperature (Specified)	°C	25,00	55,00
Outlet temperature (Actual)	°C	21,69	--
Mass Flowrate (Actual)	kg/s	1,249	1,016
Volumetric Flowrate (Actual)	L/s	1,258	1,021
Total pressure drop	kPa	18,89	11,48
Pressure drop - In port	kPa	0,13	0,09
Fouling factor	m ² -K/W	0,000000	0,000000
Total area	m ²		2,80
Surface margin	%		0,0
LMTD	K		8,83
HTC(Available / Required)	W/m ² -K		8085,0/8085,7
Port velocity	m/s	0,70	0,56

Properties of fluid	Unit	Side1	Side2
Fluid		Water	
Dynamic viscosity	uPa-s	645,8627	776,8943
Density	kg/m ³	992,6	995,8
Heat capacity	J/kg-K	4175,313	4176,478
Thermal conductivity	kW/m-K	0,001	0,001

Specification:	Unit	Side1	Side2
HEX Type:			XB59M-1-30
Number of plates:	---		30
Max.number of plates in current frame:	---		--
Grouping:	---		1*14M/1*15M
Plate Material:	---		EN1.4404(AISI316L)
Gasket / Brazing Material:	---		CU
Connection size:	---		G 2
Connection type:	---		Thread
Frame color:	---		--
Certification/Approval type:	---		PED Art 4.3
Volume:	L	2,24	2,4
Weight:	kg		13,8
Design Temp. (Max/Min):	°C		60/8
Design Pressure(Max):	bar		25



Plate Heat Exchanger Datasheet



Danfoss Hexact(v5.5.26)

Ref.: HD20220610154839

Customer:

Contact person:

Project: TALVINE GRAAFIK

E-mail:

HEX Type: XB59M-1-30

Engineer: HD

Unit: 1 (Parallel)

Code: 004B1920

Date: 10.06.2022 15:48:44

Calculated parameters	Unit	Side1	Side2
Flow Type			Counter current
Load	kW		200,00
Inlet temperature	°C	100,00	8,00
Outlet temperature (Specified)	°C	--	55,00
Outlet temperature (Actual)	°C	9,56	--
Mass Flowrate	kg/s	0,526	1,016
Volumetric Flowrate	L/s	0,533	1,021
Total pressure drop	kPa	3,63	11,48
Pressure drop - In port	kPa	0,02	0,09
Fouling factor	m ² -K/W	0,000000	0,000000
Total area	m ²		2,80
Surface margin	%		0,0
LMTD	K		11,50
HTC(Available / Required)	W/m ² -K		6210,7/6210,7
Port velocity	m/s	0,29	0,56

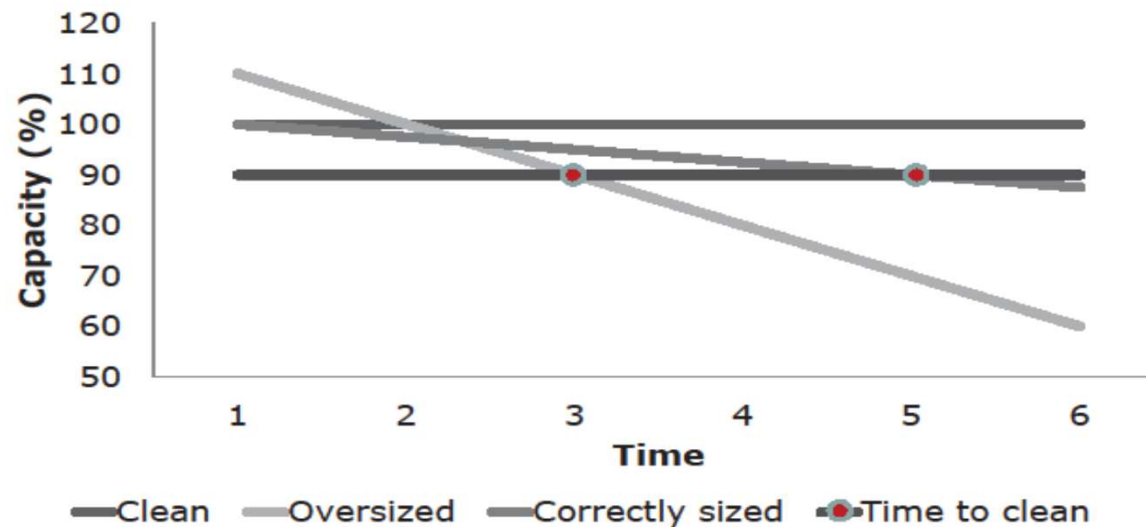
Properties of fluid	Unit	Side1	Side2
Fluid		Water	
Dynamic viscosity	uPa-s	507,7382	776,8943
Density	kg/m ³	986,6	995,8
Heat capacity	J/kg-K	4181,171	4176,478
Thermal conductivity	kW/m-K	0,001	0,001

Specification:	Unit	Side1	Side2
HEX Type:			XB59M-1-30
Number of plates:	---		30
Max.number of plates in current frame:	---		--
Grouping:	---		1*14M/1*15M
Plate Material:	---		EN1.4404(AISI316L)
Gasket / Brazing Material:	---		CU
Connection size:	---		G 2
Connection type:	---		Thread
Frame color:	---		--
Certification/Approval type:	---		PED Art 4.3
Volume:	L	2,24	2,4
Weight:	kg		13,8
Design Temp. (Max/Min):	°C		100/8
Design Pressure(Max):	bar		25

- Turbulentset keskkonda iseloomustav Reynolds-arv alla 150 soojusvahetusprotsessis muudab soojusvaheti mustust koguvaks seadmeks. Allikas on SWEP käsiraamat

Why fouling factor shouldn't be used for BPHEs

Assume that a capacity loss of max 10% is acceptable, then the BPHE needs to be cleaned at point 3 for the oversized BPHE and not until time point 5 for the correctly sized BPHE.



Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Sooja tarbevee soojusvaheti arvutus algandmete järgi (suvine temperatuurigraafik)

Danfoss HEXSelector (v1.3.39) - [Calculation List]

File Customer Tools Price Documents Help

hain.dengo@termotehnika.ee

EUR Si vooluhull

Calculations

Calculation 1

HVAC / HVAC 372.1 / BHEX

Heat Exchanger Configuration

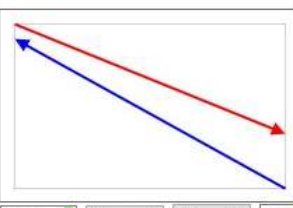
Heat Exchanger: Auto Filter

Channel Type: Auto

Duty

	Side 1	Side 2
Load	300,00 kW	
Minimum Margin	0 %	
Fluid	Water	Water
Concentration	%	%
Inlet Temperature	60,00 °C	8,00 °C
Outlet Temperature	25,00 °C	55,00 °C

NTU1/NTU2/LMTD(K): 3,57 / 4,79 / 9,81



Flow Rate: 2,07 L/s L/s 1,53 L/s

Max Pressure Drop: 20,00 kPa 20,00 kPa

Real Out Calculate

Calculation Default

Make Default Reset Border Style: Fixed3D

Heat Exchanger	Units In	Price (EUR)	Margin	Number of Plates	Grouping	Passes
XB37M-1-110	1	1 365	16,6	110	1*54M/1*55M	1
XB37L-1-120	1	1 463	2,5	120	1*59L/1*60L	1
XB59M-1-50	1	1 763	35,9	50	1*24M/1*25M	1
SL70TL-1-110	1	1 994	43,8	110	1*54TL/1*55TL	1
XB52M-1-60	1	2 053	2,7	60	1*29M/1*30M	1
XB61M-SB-1-60	1	2 055	6,8	60	1*29M/1*30M	1
XB61H-SB-1-60	1	2 055	25,0	60	1*29H/1*30H	1
XB61L-SB-1-80	1	2 453	0,9	80	1*39L/1*40L	1
SL140TL-1-60	1	2 872	1,4	60	1*29TL/1*30TL	1
SL78TL-1-50	1	2 901	4,1	50	1*24TL/1*25TL	1
XB52M-2-46/46	1	3 088	89,0	92	(1*22M+1*23M)/(1*23M+1*23M)	2

Calculated Parameters

Unit	Side 1	Side 2
Flow Type	CounterCurrent	
Heat Load	300,00 kW	
Inlet Temperature	60,0 °C	8,0 °C
Outlet Temperature	25,0 °C	55,0 °C
Mass Flow Rate	2,05 kg/s	1,53 kg/s
Volumetric Flow Rate	2,07 L/s	1,53 L/s
Total Pressure Drop	15,52 kPa	7,14 kPa
Pressure Drop in Port	0,28 kPa	0,13 kPa
Effective Area	4,80 m²	
Surface Margin	35,9 %	
LMTD	9,8 K	
HTC (Available/Required)	8659/6374 W/m²·K	
Port Velocity	1,14 m/s	0,85 m/s

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Sooja tarbevee soojusvaheti arvutus 0% ülepinnaga Diana programmi andmete jaoks (suvine temperatuurigraafik)

Danfoss HEXSelector (v1.3.39) - [Calculation List]

FileCustomerToolsPriceDocumentsHelp

EURSi vooluhulk

Calculations

Calculation 1HVAC / HVAC 372.1 / BHEX

Heat Exchanger Configuration

Heat ExchangerXB59Filter

Channel TypeM50

Duty

Side 1Side 2

LoadkW300,00

Minimum Margin%

FluidSea WaterWater

Concentration%

Inlet Temperature°C60,08,0

Outlet Temperature°C17,455,0

NTU1/NTU2/LMTD(K): 6,09 / 6,74 / 6,99

Flow Rate1,72 L/s1,53 L/s

Max Pressure DropkPa10,477,14

Calculate

Heat Exchanger	Units In	Price (EUR)	Margin	Number of Plates	Grouping	Passes	Total Area (m²)
XB59M-1-50	1	1 763	0,0	50	1*24M/1*25M	1	4,80

Duty & Media

Dimensional Data

Accessories

Punch List

Messages

Flow TypeCounterCurrent

Heat Load	kW	300,00
Inlet Temperature	°C	60,08,0
Outlet Temperature (Specified)	°C	17,455,0
Outlet Temperature (Actual)	°C	17,4--
Mass Flow Rate	kg/s	1,751,53
Volumetric Flow Rate	L/s	1,721,53
Total Pressure Drop	kPa	10,477,14
Pressure Drop in Port	kPa	0,180,13
Effective Area	m²	4,80
Surface Margin	%	0,0
LMTD	K	7,0
HTC (Available/Required)	W/m²·K	8943/8943
Port Velocity	m/s	0,950,85

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Sooja tarbevee soojusvaheti arvutus 0% ülepinnaga maksimaalse primaarpoole kulu määramiseks (talvine temperatuurigraafik)

Danfoss HEXSelector (v1.3.39) - [Calculation List]

File Customer Tools Price Documents Help

hain.dengo@termotehnika.ee

EUR Si vooluhulk

Calculations

Calculation 1

HVAC / HVAC 372.1 / BHEX

Heat Exchanger Configuration

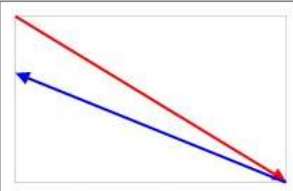
Heat Exchanger: XB59 Filter

Channel Type: M 50

Duty

	Side 1	Side 2
Load	300,00 kW	
Minimum Margin	%	
Fluid	Sea Water	Water
Concentration	%	
Inlet Temperature	80,0 °C	8,0 °C
Outlet Temperature	8,1 °C	55,0 °C

NTU1/NTU2/LMTD(K): 14,98 / 9,82 / 4,80



Flow Rate: 1,02 L/s 1,53 L/s

Max Pressure Drop: 2,63 kPa 7,14 kPa

Calculate

Calculated Parameters

	Unit	Side 1	Side 2
Flow Type			CounterCurrent
Heat Load	kW		300,00
Inlet Temperature	°C	80,0	8,0
Outlet Temperature (Specified)	°C	8,1	55,0
Outlet Temperature (Actual)	°C	8,1	--
Mass Flow Rate	kg/s	1,04	1,53
Volumetric Flow Rate	L/s	1,02	1,53
Total Pressure Drop	kPa	2,63	7,14
Pressure Drop in Port	kPa	0,04	0,13
Effective Area	m²		4,80
Surface Margin	%		0,0
LMTD	K		4,8
HTC (Available/Required)	W/m²·K		13028/13025
Port Velocity	m/s	0,56	0,85
Shear Stress	Pa	3,73	7,58

Properties of fluid

	Unit	Side 1	Side 2
Fluid		Sea Water	Water
Viscosity	mPa·s	0,5600	0,7769
Density	kg/m³	1020,1500	995,8463
Heat Capacity	kJ/kg·K	4,0195	4,1765
Thermal Conductivity	W/m·K	0,6400	0,6149

Technical

	Unit	Side 1	Side 2
Channel Pressure Drop	kPa	2,58	7,01
Channel Velocity	m/s	0,16	0,23
Reynold's Number		859	872
Film Coefficient	W/m²·K	33003	33571

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Soojussõlme paigalduse kontroll, ehk kui tähtis on **täna pädev inspektor...**



/järelvalve projektide kontrolli, sõlme valmistuse ja paigalduse osas on nigel.../

- Soojusettevõtja poolt kinnitatud projektist kõrvalekaldumisel nõutakse tarbija; projekteerija ja soojusettevõtja heakskiitu. Võimalikud puudused ja erinevused fikseeritakse soojusettevõtja esindaja poolt hiljemalt lõppkontrolli ajal.
- Paigalduse inspekteerimiste käigus kontrollitakse kinnitatud projektile vastava paigaldustöö kvaliteetset teostamist etteantud määrusi ja juhiseid järgides.
- Paigaldus-, uuendus- ja remonditöid inspekteeritakse kasutuselevõtu ja lõppkontrollimisega. Kasutuselevõtu kontroll sisaldab reeglina primaarpoole surveproovi. Inspekteerimised tellib töövõtja töö lõppedes, tema vastutav isik peab viibima kontrollimise juures.
- Primaarpoole torustiku ja seadmete ning soojusvaheti lekkekindlust kontrollitakse surveprooviga, mis viiakse läbi koos kasutuselevõtu kontrolliga juhul, kui erilised põhjused ei nõua teisiti.
- Kontrollid viiakse läbi kehtiva juhendmaterjali kohaselt. (võiks olla üle Eesti sarnaste protseduuride ja aktide alusel)

Soojussõlme kasutuselevõtt ja lõppkontroll – kas me teeme täna nii?

Soojuse andmise alustamine eeldab, et soojussõlm on heaks kiidetud kasutuselevõtu kontrolli käigus ja primaarpoole reguleerimisseadmed on töökorras.

Soomlastel toimub soojussõlme automaatika seadistamine ja dokumenteerimine eraldi tööna / meil mitte

- Soojusenergia andmise alustamisel vaadatakse järele järgmised asjaolud ja toimingud:

ohutus; soojusenergia mõõtmine; reguleerimisseadmete töö; äravoolutrapi olemasolu; veevõtukoha olemasolu; hooldustee ja soojussõlme ruumi lukustamine; esmane koolitus seadmete kasutamisel; (tarbija esmane koolitus on soojussõlme või reguleerimisseadmete paigaldaja kohustus, kui ei ole kokku lepitud teisiti).

Kui paigaldus-, uuendus- või remonditöö on lõpetatud, viiakse läbi soojussõlme **lõpp-kontroll**. Inspekteerimisel leitud vigade ja puuduste põhjal võib määrata tasulise korduskontrolli. Tarbija esindaja kohalolek lõppkontrollist on soovitatav.

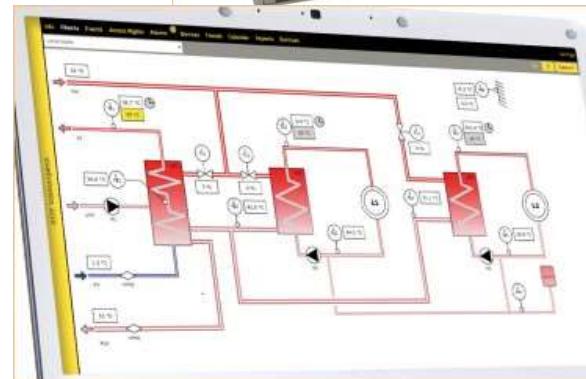
- Lõppkontrolli ajal inspekteeritakse järgmised seadmed ja toimingud:

kasutuselevõtu kontrollis leitud vead ja puudused; kasutus- ja hooldusruum (vahemaad); soojusvahetite töö; reguleerimisseadmete töö ja eelhäälestus; termomeetrid, manomeetrid, ohutus- ja häireseadmed; soojusisolatsioon; seadmete ja torude märgistus; soojussõlme põhimõtteskeem ja kasutus- ja hooldusjuhend (soojussõlme ruumis); seade/häälestusprotokollid; kütte- ja ventilatsiooniseadmete töö; soojussõlme ruumi ventilatsioon, kanalisatsioon ja veevarustus; soojussõlme ruumi valgustus ja side (telefoniühenduse võimalus); mõõtesõlme töö; soojussõlme seadmete kasutamise koolitus.

- Soojusettevõtja loeb kaugkütteseadmete paigaldustöö valmisolevaks, kui see on heaks kiidetud lõppkontrollis.
- Kontrollimiste andmed kantakse vastavatesse protokollidesse.

Automaatika – pumbad, tehisintellekti tulevased tööriistad

- Täna sel päeval kasutatakse displeiga keskuseid, suund on vabalt programmeeritavatele regulaatoritele, saab lisada vastavalt soovile temperatuuri, rõhu ja vooluandureid, vee ja soojusmõõtjate, pumpade sisendeid, suunata info edastamist võrgus jne. Kõik regulaatorid, mis paigaldatakse uutesse või rekonstrueeritavatesse soojussõlmedesse, peavad vajadusel olema varustatud sidekaardiga või omama võimalust selle hilisemaks paigalduseks, et võimaldada soojussõlme jälgimist ja juhtimist läbi hoone keskautomaatika.
- Uue põlvkonna sõlmes peab kasutama ainult „tarka“ –sagedusmuunduriga pumpa, näit. Magna3 tüüpi pump omab liinseadeventiili funktsiooni, hoiab rõhude vahet või püsirõhu, mõõdab pumbatava keskkonna temperatuuri ja kulu, võib ühe temperatuurianduri lisamisel töötada ka soojusmõõtjana (Siemensi ettepanek RKAS skeemides). Duubelpumbad ja sama tüüpi üksikpumbad loovad omavahelise sidekanali ja neid in võimalik programmeerida töötamiseks vajalikul režiimil.
- Juhtimine ja jälgimine üle interneti, läbi pilveteenuse.



Soojussõlm on uus, aga süsteem on ebaefektiivne... miks? Eluaegne automaatik ja täna KVJ volitatud insener Aivar Kukk annab nõu...

- valesti projekteeritud, elik lausa alla või üle- dimensioneeritud
- vead seadmete paigaldamisel, defektid, saastumine, vananemine jne.
- software ja programmeerimisvead (soe vesi seadistatud 60 °C, ventiil pidevalt avatud, andur vale väljundi all)
- töörežiimid hoones ja tehn. seadmetel ei haaku ei ajas ega ruumis hetkevajadustega, ajakavad valed või pole rakendatud, küte ja jahutus koos, samaaegselt (reaalselt Laagri objektil toimunud)
- pumpade, täiturite vead ja osaline mittetoimimine

Mida peame tagama uue energiatõhususe direktiivi järgi... ja kes seda kõike tegema hakkab...

Hoone automaatika- ja juhtimissüsteem võimaldab:

- a) energiatarbimist pidevalt seirata, registreerida ja **analüüsida** ning seadistada;
- b) hoone energiatõhusust võrdlevalt analüüsida, **tuvastada hoone tehnosüsteemide tõhususe vähenemist** ja teavitada hoone eest vastutavat isikut või hoone tehnosüsteemide haldajat energiatõhususe suurendamise võimalustest;
- c) võimaldada andmevahetust süsteemiga ühendatud hoone tehnosüsteemide ja muude hoones asuvate seadmetega...

Liikmesriigid kehtestavad nõuded tagamaks, et kui see on tehniliselt, majanduslikult ja funktsionaalselt teostatav, **on uued eluhooned ja oluliselt rekonstrueeritavad eluhooned alates 29. maist 2026 varustatud järgmisega:**

- a) **pideva elektroonilise seire lahendusega, mis mõõdab süsteemide tõhusust ja teavitab hoone omanikke või haldajaid märkimisväärse muutuse korral ja kui mõni süsteem vajab hooldust;**
- b) **tõhusa juhtimislahendusega, mis tagab energia optimaalse tootmise, jaotamise, salvestamise ja kasutamise ning kui see on kohaldatav, hüdraulilise tasakaalu;**
- c) **suutlikkus reageerida välistele signaalidele ja kohandada energiatarbimist.**

- **Koostööpartner SWEP lugu automaatikast Hiina soojussõlmes...**
- **Järgnev slaid on Aivar Kukk omand, lubatud siin näitamiseks.**

Mis on kohustuslik, mis mitte?

- Ehitusseadustiku hea ehitustava määratlus muudab sisuliselt kohustuslikuks normlisa ja standardi nende nõuete järgimise, mida ei ole sätestatud muude õigusaktidega

Jarek Kurmitski

Ehitusseadustiku ja teiste seaduste muutmise seadus

Jõustus 19.10.2020 <https://www.riigiteataja.ee/akt/109102020007> + muudatusi

Direktiivile enamvähem vastav

§ 69². **Hoone energiatõhusust oluliselt mõjutava tehnosüsteemi paigaldamine** (1) Hoone energiatõhusust oluliselt mõjutav tehnosüsteem... tuleb paigaldada või ehitada nõuetekohaselt. Nõuetekohaseks peetakse paigaldust või ehitamist, milles on lähtutud valdkonna heast tavast, asjakohasest standardist või paigaldusjuhendist. (2) Hoone energiatõhusust oluliselt mõjutav tehnosüsteem tuleb seadistada teenindatava hoone või ruumi tüüpilist kasutust arvestades optimaalsele tasemele. (3) **Hoone energiatõhusust oluliselt mõjutava automaatselt reguleeritava tehnosüsteemiga koos tuleb paigaldada tehnosüsteemide pidevat kontrolli ja monitooringut võimaldav keskne automaatikasüsteem.**

KLIM ja TTJA algatasid Riigikantselei innovatsioonimeetme toel projekti

„[Hoonete energiamärgiste arvutamise ja energiatõhususe järelevalve automatiseerimine](#)”

Projekti oodatavad tulemused:

1) Automatiseeritud KEK-märgiste väljastamine olemasolevatele hoonetele

Automatiseeritud süsteem hoonete tarbimisandmete kogumiseks ja indikatiivse reaalaja märgise arvutamiseks

2) Energiatõhususe järelevalve automatiseerimine ja tõhustamine

Automaatne andmekontroll loamenetluses võimaldab kontrollida suuremal hulgal märgiseid, vähendades võimalikke arvutusvigu. Tõuseb ehituse ja märgiste kvaliteet ning usaldusvärsus

3) Interaktiivsed soovitused hooneomanikele ja tarbijatele

Interaktiivsed ja graafilised lahendused, mis aitavad inimestel paremini mõista nende hoone energiatõhusust ja pakuvad soovitusi hoone renoveerimiseks ja jätkusuutlikuma käitumise edendamiseks

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Kui soojussõlm on paigaldatud ja töötab, vajab see seade regulaarset hooldust, puhastust ja häälestust, tagamaks kokkuhoidu küttekuludelt ja ennetamaks kulukat remonti.

- **Visuaalne** kontroll ja andmete kirjapanek, kord kvartalis: soojussõlme soojusvahetid ja soojussõlmes asuvad mõõteriistad, tsirkulatsiooni- ja survetõstepumbad -süsteemi terviklikku toimimist, lekkeid jne.
- **Hooldus** teha paar korda aastas, s.h.tarbevee ja küttefiltrite puhastus, enne algavat kütteperioodi ja kütteperioodi lõppedes. Vastavalt vajadusele peaks toimuma soojussõlme jooksev remont või renoveerimine.

Hooldustööde käigus tuleb kontrollida lekete olemasolu, puhastada filtrid, kontrollida pumpade, kraanide, manomeetrite, termomeetrite, kaitseklappide, paisupaagi ja automaatika korrasolekut. Kontrollida tasub ka välisõhu temperatuurianduri korrasolekut, mille järgi toimub soojussõlmes automaatika reguleerimine.

- **Jälgi soojussõlme automaatikat** – et oleks tagatud optimaalseim küttegraafik, sooja tarbevee temperatuur ei ületaks 55 °C. Vali korralik hooldusfirma, kellel oleksid vahendid soojusvahetite keemiliseks läbipesuks, piisavad teadmised ja oskused kütteautomaatika seadistamiseks, kontrollimiseks ja valmisolek vajalike tööde teostamiseks.

Soojustarssi tagastuvat temperatuuri jälgib hoolikalt soojamüüja, tihti võib see olla põhjustatud rikkis automaatika poolt - automaatika on kas seadistamata, katki või üldse välja lülitatud.

- Kord aasta – paari jooksul on otstarbekas kontrollida sooja tarbevee soojusvaheti sekundaarpoole rõhulangu ja vastavalt sellele teostada sooja tarbevee soojusvaheti läbipesu. Kõrgetel sooja vee temperatuuridel (üle 60 °C) võib tekkida katlakivi, mis võib soojusvaheti täiesti ummistada ja tekitada vajaduse soojusvaheti uuega asendada
- Regulaarse hoolduse käigus tuleb kontrollida sekundaarsüsteemi täiterõhku, mille suurus peaks olema soojussõlme passis kindlaks määratud. Soojuskandja rõhku hoiab töökorras paisupaak, mis vajab kontrolli kord aastas, soovitatult enne kütteperioodi algust. Ebapiisava täiterõhu korral tekivad häired hoone küttesüsteemi töös.

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Soojussõlm töötanud 2 aastat omapäi

Tegemist põrandakütte kontuuriga.
Leke ainult ühenduse vahelt?
Ei ole raatsitud hooldusfirmat palgata,
isegi ise visuaalset kontrolli teostada.
Rikutud on soojusvaheti (pinnal
korrosioon) ja ühendusliitmikud,
ühendustorustik.
Õigeaegselt reageerides oleks tihendi ära
vahetanud ja muretu elu oleks jätkunud...
Nüüd on möödas 2 aastat sõlme
käivitamisest, puhastada ja korrastada on
vaja ühendusliitmikud ja torud, katta
kaitsevärviga, kontrollida kas soojusvaheti
on korras jne...jne...
Soojussõlme tööiga peaks olema
minimaalsel 15 aastat...



Kõige tähtsam on inimeste ohutus – toota ja kasutada võib vaid ohutut seadet Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2014 / 68 / EC

Soojussõlmede kategooriad (surveseadmestiku kategooria määratakse seadmestikku kuuluva surveseadme kõrgeima kategooria alusel) temperatuuril üle **110 °C**:

PED 2014/68/EL		
P*V,(bar*l)	Kategooria	CE märk
< 50	Art. 4.3	Ei
> 50	I	Ja
>200	II	Ja
>1 000	III	Ja
>3 000	IV	Ja

Õige vastavushindamise protseduuri kohaldamiseks liigitatakse surveseadmed Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2014 / 68 / EC järgi kategooriatesse:

- Vähene oht – kategooria 4.3 – seade peab olema projekteeritud ja toodetud Eesti hea inseneritava kohaselt, **CE märki ei kinnitata**, ei ole nõutud vastavushindamise menetlusi.
- Kategooria I puhul, vastavushindamis asutust kaasamata, rakendab tootja direktiivist lähtuvalt vähemalt moodulit A (sisene tootmiskontroll). Moodul A on menetlus, mille kohaselt tootja või tema volitatud esindaja hindab ja tõendab surveseadme vastavust direktiivi nõuetele. Koostama peab tehnilise dokumentatsiooni ja vastavusdeklaratsiooni (mis sisaldab ka **keemisõmbluste visuaalse kontrolli** protokoll), **valmistaja kinnitab tootele CE vastavusmärgise**. Tehnilist dokumentatsiooni ja vastavusdeklaratsiooni koopiat peab säilitama 10 aastat.
- Kategooriate II – IV puhul tuleb CE märgistusele lisada neljakohaline tunnusnumber, mis väljastatakse **vastavushindamise asutuse (näit. KIWA, TÜV) poolt seadme valmistajale**. Vastavushindamise asutus teeb järelevalvet tootja tootmisprotseduuride üle. Nõutud on koostada tehniline dokumentatsioon, mida tuleb säilitada vastavalt direktiivi nõuetele vähemalt 10 aastat.

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025



Täielikult ise töötav, jälgitav ja kaugjuhitav soojussõlm, tehisintellekti pärusmaa?

- Põlvkondade vahetusega ja uute nõuetega toimub kindlasti kiirem kaasajastumine – inimesed on ninapidi nutitelefonides, mõnusam ja lausa vajalik on seadistamist, hooldust ja kontrolli teha kohvikruusi taga, mitte minna tolmusesse ja palavasse sõlmeruumi
- Vabalt programmeeritav automaatika seadekeskus, töötab võrgus, edastab seadmete tööinfo ja trendid sõlme töö jälgimiseks läbi hoone keskautomaatika, saab ennetavat ilmainfot metereoloogia jaamadelt, juhib pumpade ja seadeventiilide tööd
- Seademootorid 0...10V juhitavad, võimalik kontuuride reguleerventiilide asendi määramine, rõhuandurid 0...10 V primaar ja sekundaarkontuuridel, üle- ja alarõhu mõõtmiseks ja edastamiseks
- Soojus- ja veemõõtjad mbus väljunditega, edastavad temperatuurid, soojusenergia ja voolava keskkonna kulu, võimalik nende näitude abil piirata, kontrollida minimaalseid-maksimaalseid väärtusi, sulgeda avarii ja lekete korral sisend- ja täiteventiilid. Sisend- ja täiteventiilid varutatud seademootoritega (kinni-lahti)
- Targad pumbad, sisse ehitatud liiniseadeventiili ja soojusmõõtja funtsiooniga (temperatuuri ja keskkonna kulu mõõtmine), tööinfo edastamisega
- Mida targem soojussõlm, seda suurem on väljastatv info, mida peab jälgima, seda targem peab olema info töötleja...

Kogu kätte saadavat infot tuleb koguda, võrrelda-analüüsida, teha parendavaid seadistusi, anda infot omanikule energiatõhususe ja süsteemi hooldusvajaduste kohta jne...

Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Soojussõlmede integreerimine tehisintellektiga võimaldab parandada süsteemide tõhusust, automatiseerida protsesse ja optimeerida energia kasutamist. Siin on mõned viisid, kuidas AI võib soojussõlmede tööprotsesside täiustamiseks kaasa aidata:

- **1. Energiatõhususe optimeerimine**

Tehisintellekti algoritmid saavad analüüsida suuri andmemahutusi, et ennustada ja kohandada soojusvahetite tööd vastavalt vajadusele.

Õhutemperatuuri ja niiskuse prognoose hoonetes või tööstuslikes süsteemides, et reguleerida küttesüsteemide tööd.

Soojuskaotuste prognoosimine hoonetes, et leida ja vähendada energiatootmist, kus soojus läheb raisku.

Optimeeritud kütte- ja jahutussüsteemide juhtimine, kus AI suudab reguleerida temperatuure ja töötunde sõltuvalt kellaaegadest, ilmastikutingimustest ja hoone sisekliimast.

- **2. Automatiseeritud diagnostika ja hooldus (ennetav!)**

AI abil saab soojussõlmedes tuvastada vigu või ebatõhusa töö märke. Näiteks:

Masinõpe võib tuvastada kõrvalekaldeid süsteemi normaalsest töörežiimist, ennustades vajadust hoolduse või parandamise järele.

Reaalajas analüüs võimaldab süsteemi töö optimeerimist, tuvastades rikkeid või ebatäpsusi, mis võiksid tulevikus suurendada kulusid või kahjustada süsteemi efektiivsust

- **3. Täiendav andmeanalüüs ja ennustamine**

Tehisintellekti abil saab koguda ja analüüsida suuri andmevooge, mis pärinevad erinevatest sensoritest ja süsteemidest, nagu:

Temperatuurisensorid, vooluhulga mõõturid, rõhuandurid

AI kasutab neid andmeid, et teha täpsed prognoosid soojusenergia vajaduse kohta, ennustada hooldusvajadusi ja optimeerida süsteemide energiatõhusust.

- **4. Jõudluse jälgimine ja täiustamine**

AI saab aidata jälgida ja täiustada soojussõlmede jõudlust, rakendades erinevaid algoritme, mis aitavad süsteemi töö parimaks muuta, näiteks:

Optimeerimine täiendava koormuse korral – tehisintellekt saab reaajas reguleerida süsteemi töökoormust ja jaotada energia vajadusi.

Süsteemi täpsed jaotused – AI abil saab soojussõlme tööd juhtida nii, et energiat jagatakse täpselt sinna, kus seda on kõige rohkem vaja, näiteks üksikutesse ruumidesse, mille soojusvajadus on suurenenud.

- **5. Tehisintellekt ja IoT (Internet of Things)**

IoT-seadmed, nagu temperatuuri- ja niiskusandurid, liidavad tehisintellekti soojussõlmede süsteemidega, et luua intelligentne, omavahel ühendatud süsteem. IoT ja AI koostöös saavad need süsteemid:

Mõõta ja jälgida kogu soojusvõrgu toimimist.

Kohandada kütte- ja jahutusvõimekust vastavalt tegelikule nõudlusele, mitte ainult ajakava järgi.

Andmete jagamine ja koostöö teiste süsteemidega, et luua terviklik energia juhtimise lahendus.

Kui me isegi ei tea miks ja kuidas, kas meie ise oskame hinnata tehisintellekti poolt väljapakutuid lahendusi – on need otstarbekad ja piisavad?

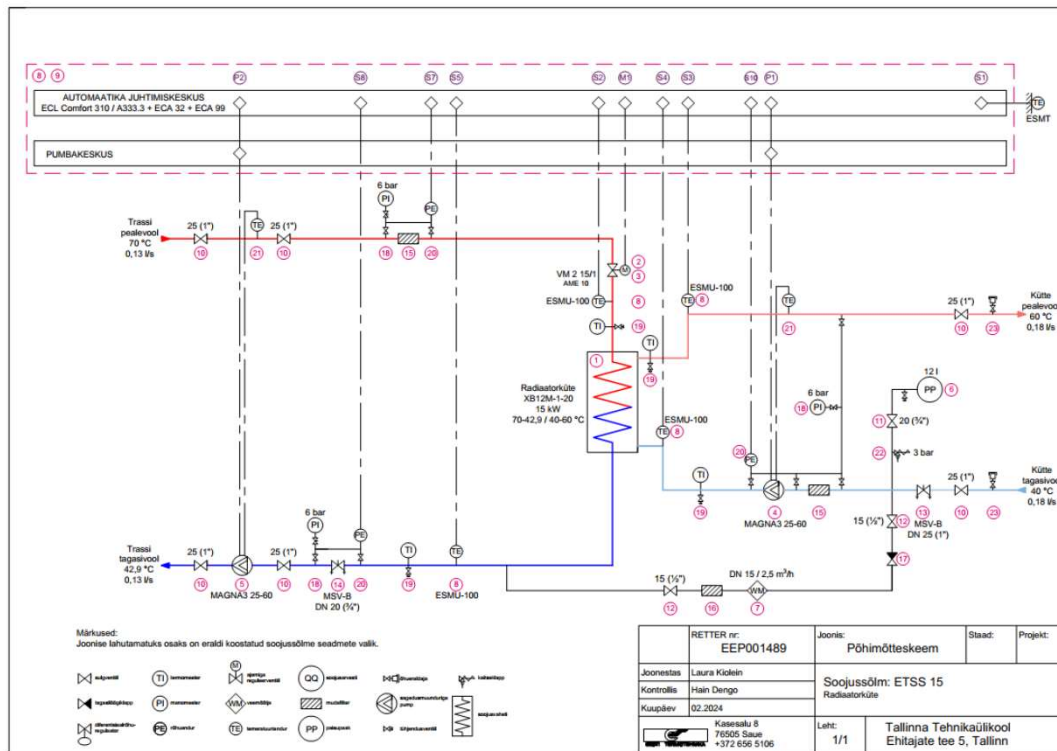
Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Eesti 2023 (Tuule spordihoone Jüris)



Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Energiatehnoloogia instituudi labori-soojussõlm sai valmis 2024 aasta kevadel



Soojussõlmede projekteerimine ja kavandamine täna 20.01.2025

Tänan Teid kuulamast!

Hain Dengo

hain.dengo@termotehnika.ee