

SELETUSKIRI

PEATÜKK: KÜTE JA VENTILATSIOON

SISUKORD

1.	ÜLDANDMED	3
1.1	ÜLDINE	3
1.2	LÄHTEANDMED	3
1.3	EHITUSUURINGUD	3
1.4	NORMATIIVNE BAAS	3
2.	KÜTE JA VENTILATSIOON.....	5
2.1	ÜLDOSA.....	5
2.2	PROJEKTI EESMÄRGID.....	5
2.3	NORMATIIVNE BAAS	5
2.4	NÕUDED HOONE SISEKLIIMALE JA SELLE REGULEERIMISELE	5
2.5	ENERGEETILISED SEISUKOHAD KÜTTE- JA VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE PROJEKTEERIMISEL	5
2.6	KÜTTE- JA VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE TÖÖIGA.....	6
3.	SOOJUSVARUSTUS.....	7
3.1	INSTALLEERITAV SOOJUSVÕIMSUS.....	7
3.2	TEHNORUUM	7
4	KÜTE.....	9
4.1	KÜTTESÜSTEEMID	9
4.2	TORUSTIKUD JA REGULEERSEADMED.....	10
5	VENTILATSIOON.....	16
5.1	VENTILATSIOONI SÜSTEEMIDEKS JAOTAMINE.....	16
5.2	ÜLDISED NÕUDE VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE KVALITEEDILE	16
5.3	ARVUTUSLIKUD ÕHUVOOLUHULGAD JA RUUMIDE ÕHUVAHETUS	17
5.4	VENTILATSIOONIAGREGAADID	17
5.5	TORUSTIKUD	18
5.6	LÖPPSEADMED JA REGULEERINGUD.....	18
5.7	ÕHUHAARETE JA VÄLJAVISETE TEOSTUS.....	19
5.8	TULEKAITSE.....	20

Lisa 1. Õhuvahetuse tabel

SELETUSKIRI

1. ÜLDANDMED

1.1 ÜLDINE

Käesoleva projektiga lahendatakse rajatava üksikelamu kütte ja ventilatsioon põhiprojekti mahus. Objekt rajatakse aadressil: Piirivalve tee 1, Muuga küla, Viimsi vald, Harjumaa. Vastavalt "EVS-811:2012 „Hoone projekt" standardile on põhiprojekt koostatud ehituse eelarvelise maksumuse määramiseks ja ehitushanke korraldamiseks. Kütte ja ventilatsiooni osade ehitus-kirjelduse eesmärgiks on täpsustada hoone energiavajadus, valida põhiseadmed. Tootjafirmasid ja seadmete ning toodete kaubanduslikke nimetusi ja tähistusi esitatakse näidisenä. Täpsustatakse hoone tehnosüsteemide üldpõhimõtted, tehakse tehnilised arvutused, dimensioneeritakse õhukanalid ja kütte torud.

1.2 LÄHTEANDMED

- ✓ Arhitektuursed eelprojekti joonised
- ✓ Projekteerimise lähteülesanne
- ✓ Hoone asukoht:

1.3 EHITUSUURINGUD

1.4 NORMATIIVNE BAAS

- ✓ EVS 811:2012 HOONE EHITUSPROJEKT
 - ✓ EVS 865-2:2014 EHITUSPROJEKTI KIRJELDUS
 - ✓ EVS-EN 15251:2007 Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast.
 - ✓ EVS-EN 13779:2007 MITTEELUHOONETE VENTILATSIOON (Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele)
 - ✓ EVS-EN 906:2010 MITTEELUHOONETE VENTILATSIOON (Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele)
 - ✓ Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 13779:2007.
 - ✓ EVS 812-2:2014 EHITISTE TULEOHUTUS (Osa 2: Ventilatsioonisüsteemid)
 - ✓ EVS 860-1:2010 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsioonimaterjalid ja –elemendid.“
 - ✓ Soome Ehitusnormide Kogumik osa D2 „Ehitiste mikrokliima ja ventilatsioon”.
 - ✓ Eesti Standard EVS 844:2004 Hoonete kütte projekteerimine.
-

SELETUSKIRI

-
- ✓ Eesti standard EVS 812-3:2013 „Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid”.
 - ✓ RYL 2002 (osad 1 ja 2) HOONE TEHNOSÜSTEEMID
 - ✓ Soome Ehitusnormide Kogumik, Osa D2
-

SELETUSKIRI

2. KÜTE JA VENTILATSIOON

2.1 ÜLDOSA

2.2 PROJEKTI EESMÄRGID

Põhiprojekti eesmärgiks on lahendada hoones kütte ja ventilatsiooni süsteemide tööpõhimõtted vastavalt standardile Hoone Projekt EVS 811:2012. Ehituskirjelduse kütte- ja ventilatsiooni (edaspidi KV) osa eesmärgiks on määrata hoone energiavajadus ning lahendada vajalikud tehnosüsteemid vastavalt normidele ning projekteerimise lähteülesannele. Määratakse tehnosüsteemid, arvutatakse ventilatsiooni õhuhulgad ja ventilatsiooni õhu puhastamise vajadus, arvutatakse kütte koormused.

2.3 NORMATIIVNE BAAS

Normatiivne baas on toodud punktis 1.4 „Normatiivne baas“.

2.4 NÕUDED HOONE SISEKLIIMALE JA SELLE REGULEERIMISELE

Arvutuslikud talvised välisõhu parameetrid küttele on $t_v = -22^{\circ}\text{C}$, $RH = 90\%$ ja ventilatsioonile $t_v = -22^{\circ}\text{C}$, $RH = 90\%$.

Ruumide sisetemperatuurid valitakse vastavalt sisekliima normidele:

- ✓ Elutuba, magamistuba, köök $+21^{\circ}\text{C}$
- ✓ Esik (elutoaga ühendatud) $+21^{\circ}\text{C}$
- ✓ Pesuruumid (WC-ga) $+22^{\circ}\text{C}$
- ✓ Tehniline ruum $+15^{\circ}\text{C}$
- ✓ Garaaz $+5^{\circ}\text{C}$

Ruumide soojuskadude arvutamisel on aluseks võetud arh.osas antud välispiirete soojusjuhtivustegurid.

Reguleerimisautomaatika peab kindlustama soojusvarustuse reguleeritavuse sõltuvalt välisõhu temperatuurist.

Projekteeritava üksikelamu ruume on mõeldud kütta vesipõrandaküttega. Põrandaküttega köetavate ruumide siseõhutemperatuuri reguleerimiseks projekteeritakse ruumide siseseinale seinapealse paigaldusega ruumitermostaadid põranda- ja õhuanduriga (märgades ruumides) või õhuanduriga (teistes ruumides).

2.5 ENERGEETILISED SEISUKOHAD KÜTTE- JA VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE PROJEKTEERIMISEL

Rajatav üksikelamu varustatakse soojusega maasoojuspumba baasil. Maasoojuspump paigaldatakse tehnilisse ruumi.

Ventilatsiooni sissepuhke/väljatõmbesüsteem varustatakse soojustagastiga. Soojustagastit ei kasutata ainult siis, kui seda pole tehniliselt võimalik või on majanduslikult ebaotstarbekas. Sund sissepuhke-väljatõmbe

SELETUSKIRI

ventilatsioonisüsteemide SFP (ventilaatori elektriline erivõimsus) ei tohi olla üle 2,5 kW/m³/s. Sund väljatõmbesüsteemide SFP ei tohi olla üle 0,8 kW/m³/s.

2.6 KÜTTE- JA VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE TÖÖIGA

Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide erinevate elementide tööiga on 10-25 aastat. KV süsteemide elementide tööea määrab tootja.

SELETUSKIRI

3. SOOJUSVARUSTUS

3.1 INSTALLEERITAV SOOJUSVÕIMSUS

Projekteeritava ridaelamu soojusvõimsuse määramisel on aluseks võetud järgmised välispiirete soojusläbivused:

Välissein	$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
Katuslagi	$U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
Põrand pinnasel	$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
Aknad	$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
Välisuks	$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Objekti summaarsed soojuskoormused:

Nimetus	Võimsus, kW	Prim. temp, °C
Küte		
Põrandaküte	9,25	36,9/31,9

3.2 TEHNORUUM

Üksikelamu soojusvarustus lahendatakse maasoojuspumba baasil.

Üksikelamu soojusvarustuse süsteemi seadmed paigaldatakse tehnilisse ruumi.

Üksikelamu tehnilisse ruumi paigaldatakse maasoojuspump, tsirkulatsioonipumbad, membraan paisupaagid, sulg-, reguleer-, tühjendus- ja ohutusarmatuur.

Üksikelamu soojusvarustussüsteemide torustik (maasoojuspumbast kuni mahupaagini ning põrandakütte sõlmeni) tehakse mitmekihilistest torudest (tellija soovi korral ka kuumtsingitud metall torudest). Soojad torustikud isoleeritakse soojuskadude vähendamiseks. Külmad torustikud isoleeritakse kondensaadi vastu kasutades suletud pooriga isolatsioon materjali. Nähtavale jäävate magistraltorustike isolatsioon kaetakse PVC kattega. Torustikud markeeritakse, tellija poolt aksepteeritud, vastupidava sildi ja kinnituse lahendust kasutades. Markeering sisaldab süsteemi kirjeldust ja voolusuuna.

4. KÜTE

4.1 KÜTTESÜSTEEMID

Soojuskandja arvutuslikud parameetrid ja süsteemi tähised on järgmised:

- ✓ PK-1 – põrandaküte veeparameetritega 36,9/31,9°C

Küttesüsteemid: Üksikelamusse on projekteeritud vesipõrandaküttesüsteem H1. Hoone ruume köetakse põranda konstruktsiooni sisse paigaldatud küttetorustiku (nt. firma Uponor) abil.

Ruumide põrandakütte reguleerimine toimub ruumidesse asetatud termostaatidega, millega juhitakse kontuuridele paigaldatud el.ajamiga ventiile. Märghes ruumides kasutatakse õhu- ja põrandaanduriga termostaate, teistes ruumides õhuanduriga termostaate. Termostaadid peavad omama võimalusi KNX süsteemiga ühendamiseks.

Põrandaküttetorude vaheline samm on mõeldud võtta 150 ja 300 mm, akende alla ja välisseinte äärde paigaldatakse torustik tihedama sammuga. Põrandakütte torudena kasutatakse näiteks PE-Xa plasttorusid d20x2.0. Kollektorist väljuvatele harudele paigutatakse igale harule el. ajamiga reguleerimisventiil, mille tööd juhib ruumis paiknev ruumitermostaat ja tagastuvale torule eelseadeventiil, ventiilid on kollektori komplektis.

Kütte magistraaltorud (nt. mitmekihilised komposiittorud Pex/Al/Pex) kulgevad üksikelamu esimese korruse tehnilise ruumi seina peal ja lae all, kust toimub hargnemine põrandaküttekollektorite juurde. Põrandaküttekollektorite ühendustorud paiknevad kas seina konstruktsiooni sees või seina peal. Seina peal ja lae all paiknevad magistraal- ja kollektorite ühendustorud isoleeritakse alumiiniumkattega kivivillkoorikutega või muu tellija poolt kirjalikult aktsepteeritud isolatsioonmaterjaliga.

Põrandaküttekollektorid varustatakse kuulsulgude, liiniseadeventiilidega, õhutusventiilide ja möödavooluventiilidega. Küttekollektorid paigaldatakse kas kollektorkappi seina sisse ja varustatakse teenindusluukidega hilisemaks teenindamiseks või lahtiselt seina peale. Konstruktsiooni sisse ja ligipääsmatusesse kohtadesse jäävate ühendustorude puhul kasutatakse mittelahtivõetavaid liitmike. Konstruktsioonidesse jäävad toru kaitstakse otsese kokkupuute eest ehituskonstruktsioonidega. Torustiku läbiviigud tuletõkketarinditest ja vahelagedest tihendatakse tuletõkkemastiksiga nii, et läbiviik ei vähendaks tarindi tuletõkkevõimet.

Soojuskandja tsirkulatsiooni reguleerimiseks paigaldatakse põrandaküttekollektorite ühendustorustikutele tasakaalustusventiilid.

H1 küttesüsteemi soojuskandja tsirkulatsioonipumbad valida vooluhulkade sujuvat reguleerimist võimaldavate sagedusmuunduritega.

SELETUSKIRI

4.2 TORUSTIKUD JA REGULEERSEADMED

Torud ja toruosad: Terastorude kasutamise korral, kasutada keevitatud terastoru või õmbluseta terastoru, mille proovirõhk on vähemalt 30 bar. Kevitatud terastoru peab olema metallist Fe 360 BFN ja St 37,8 õmbluseta torud St 35, 8/1. Torupõlved, üleminekud ja terasäärikute mõõtmed peavad vastama nendega liidetavale torude mõõtmetele. Flantsid (äärikud) Fe 360 BFN PN 16. Väiksemad torud DN15...DN25 ühendada keermeühendusega torudest järgi, materjal Fe 310-0. Torustikud DN32...DN65 (kaasa arvatud) võib ühendada keevisühendusega.

Mitmekihiliste komposiitorude kasutamisel jälgida tootja juhiseid.

Põrandaküttesüsteemi põrandasisesed torud on PEX torud 20 x 2,0 mm.

Sulg-, liini-, õhuärastus- ja tühjendusventiilid: Sulgventiilid peavad olema kuulventiilid. Tühjenduseks kasutada keermestatud korgiga kuulventiile. Püstikutel ja harudel tuleb kasutada keermega ühendamist. Ventili läbimõõt peab olema ühendatava toru läbimõõduga võrdne. Süsteemides tegelikult voolava keskkonna koguse mõõtmiseks ja reguleerimiseks tuleb kasutada liiniseadeventiile, millel peavad olema mõõteriista ühendamiseks konstruktsioonis vastavad niplid ja püstiku tühjendamise kork. Õhuärastus- ja tühjendusventiilid paigutada nii, et süsteemi oleks võimalik kõikidest osadest õhutada ning süsteemi tühjendada.

Reguleerventiilid: Reguleerventiili lekkevooluhulk võib olla maksimaalselt 0,05 % kvs väärtusest, reguleerimisulatus peab olema minimaalselt 1:30.

Reguleerventiili korpusel peavad olema järgmised andmed: valmistaja, mudel (tüüp), nimiläbimõõt (DN, mm), rõhuklass (PN, bar)

Filtrid: Filtri sõela ava mõõde võib olla maksimaalselt 1,0 mm, sõela materjal peab olema vähemalt roostevaba teras. Filtri nimiläbimõõt peab olema vähemalt võrdne torustiku nimiläbimõõduga. Filter peab olema kergesti puhastatav.

Termomeetrid: Termomeetrite mõõtepiirkond on 0...120 °C ja täpsus ± 1 °C. Termomeetrid peavad olema klaasist, mehaaniliste vigastuste vältimiseks paigaldada need metallhülssidesse.

Manomeetrid: Manomeetrite mõõtepiirkonna mõõtühikud peavad olema kas bar, kPa või Mpa. Mõõteskaala läbimõõt peab olema vähemalt 100 mm. Primaarpoolel kasutatavate manomeetrite skaala jaotise väärtus on 0,05 Mpa ja mõõtepiirkond 0...0,6 Mpa. Manomeetrid peavad vastama 2,5 täpsusklassile. Manomeeter peab olema varustatud sulgarmatuuriga.

SELETUSKIRI

Ringluspumbad: Kasutada keskrõhupumpasid, pöörlemiskiiruseks soovitavalt 1500 p/min; märgmootori puhul 3000 p/min. Pumba sildil peab olema: valmistaja; mudel, tööratte läbimõõt; pöörlemiskiirus (p/min); tootlikus (m^3/s , l/s); pumba rõhk (kPa); mootori võimsus kW ja nimivool (A); suurim lubatud rõhk (MPa või bar); suurim lubatud temperatuur ($^{\circ}\text{C}$).

Paisumissüsteemid: Hoone kütte paisumissüsteemina kasutada suletud süsteemi. Membraan-paisupaak ja gaasiga täidetud paisupaak sobivad paisumissüsteemi, milles on rõhk maksimaalselt 500 kPa.

Kaitseklapid: Kaitseklapid paigaldada paisumistorustikule või paisumistoru liitumiskoha lähedale.

Kaitseklapi väljavoolupoolelt viiakse toru 100 mm kõrgusele põranda pinnast.

Torude ja kanalite soojusisolatsioon: Torud ja seadmed tuleb monteerida nii, et kahe isoleeritud toru või isolatsiooni ja konstruktsiooni vahele jääb vähemalt 40 mm.

Isolatsiooni- ja kattematerjalid peavad vastama kehtivatele normidele ja eeskirjadele.

Isolatsioonimaterjalidena kasutada klaasvilla- või kivivilla valmiselemente vastavalt torude ja kanalite isolatsiooni tootja soovitudele. Järgnevat ei isoleerita: kaitseventiili väljalöögitorud; tühjendus-, õhutus, manomeetrite ühendustorud ning paisumispaagi torud; reservuaaride ja seamete tehnilist informatsiooni sisaldavad sildid; pumbad (va. kondensaadi vastane isoleerimine).

Isolatsiooni ja kattekihi materjalide omadused peavad täitma tulekindluse nõudeid. Isolatsioonimaterjal peab olema mittepõlev. Kattematerjalina kasutada PVC-katet.

Kasutatavad isolatsiooni paksused vastavalt "Hoone tehnosüsteemide RYL 2002" järgi on järgmised:

	Seeria 21	Seeria 22	Seeria 23	Seeria 24	Seeria 25	Seeria 26
Toru DN	s-a-b	s-a-b	s-a-b	s-a-b	s-a-b	s-a-b
10...49	20-90-60	30-110-70	40-130-80	50-150-90	60-170-100	80-210-120
50...89	30-110-70	40-130-80	50-150-90	60-170-100	80-210-120	100-260-140
90...169	40-130-80	50-150-90	60-170-100	80-210-120	100-260-140	120-300-170
170...324	50-150-90	60-170-100	80-210-	100-260-	120-300-	140-340-

SELETUSKIRI

			120	140	170	190
325...714	60-170-100	80-210-120	100-260-140	120-300-170	140-340-190	160-380-210

s – isolatsiooni paksus

a – torustiku omavaheline kaugus

b – torustiku kaugus ehituskonstruktsioonist

Nähtvale jäävad torud tuleb katta plastikkattega: PVC plastikust plaadid ja toru läbimõõdule vastavalt vormitud põlved.

Toed ja kinnitused: Üldjuhul kinnitab Töövõtja magistraaltorustikud: torukanduritele korruste põranda/lae kohal seinale. Torustike kinnitamisel juhindutakse torude valmistajatehaste soovitustest, kuid kinnitite vahekaugus ei tohi olla suurem järgmises tabelis antust (cm):

Toru diam.	Horisontaalsed torud					Vertikaalsed torud				
	Fe	Cu	PEX	PP	Al-PEX	Fe	Cu	PEX	PP	Al-PEX
10 ÷ 16	250	60	30	65	120	250	60	30	110	120
20	250	125	30	65	130	250	125	30	110	130
25	250	250	40	75	130	250	250	40	130	130
32	250	250	40	85	140	250	250	40	145	140
40	250	250	50	95	140	250	250	50	160	140
50	300	250	50	105	150	300	250	50	180	150
63	-	250	60	120	150	-	250	60	200	150
75, 65	400	-	60	130	150	400	-	60	200	150
90, 80	400	300	70	150	240	400	300	70	230	240
110, 110	500	300	70	170	240	500	300	70	240	240

Märkused:

1. Tabelis esitatud pikkused kehtivad ka isoleeritud torustikele.
2. Vasktorud seinapealsel paigaldusel on kinnitite vahekaugus 0,6 m
3. Al-PEX torud seinapealsel paigaldusel on kinnitite vahekaugus: D 16 – 0,5 m; D 20 – 0,8 m

SELETUSKIRI

4. PEX-plasttorud paigaldatakse ehituskonstruktsioonides hülsstorus.

5. Al-PEX plasttorud paigaldatakse kivi ja betoonehituskonstruktsioonides

analoogiliselt PEX-torudega hülsstorus või suletud pooridega koorikisolatsioonis d 9 mm.

Toed ja konstruktsioonid ei tohi nõrgendada põhiehituskonstruktsioone. Kõik torude, kanalite ja seadmete toetused ning kinnitused tuleb arvestada vastavate torude, seadmete, jms. tööde hinna sisse.

Kaetud tööd peab enne kinnikattmist tellijale üle andma. Töövõtjad teatavad tellijale aja, millal on võimalik kontrollida kasutatud materjalide ja erinevate tööstaadiumite kvaliteeti. Torude läbiviigud seintes ei tohi nõrgendada konstruktsioonide tulepüsivust. Veekindlates põrandates peavad läbiminekuete hülsid olema äärikutega. Läbiminekutes ei tohi olla ühendusi. Torud tuleb monteerida nii, et nende soojuspikenemine ei ole takistatud.

Töövõtja hangib ja monteering töövoitu kuuluvate torustike ja seadmete tarilapid ja kinnitused.

Seadmetele paigaldada tunnussildid. Tunnussiltidega varustada kõik seadmete loetelus esinevad seadmed, reguleerimiseadmed, andurid jne.

Tunnussildid valmistada lamineeritud plastmassist, millele kirjutatav tekst on must. Sildid kinnitada ühel viisil seadme külge või kõrvale, vajadusel eraldi alusele.

Torujuhtmed markeerida voolusuuna kleebistega, millede värv ja tekst näitavad võrgu kasutamise otstarvet või tegevusala, näiteks: pealevoolu torustik, tagastuv torustik.

Kleebised paigaldatakse torustikule nii, et need oleks võimalik suurema vaevata leida. Need peavad olema vahemaaga umbes 6m ja hargnemistel, seintest läbiminekuetel jne, et oleks võimalik torude liikumisi jälgida.

Liiniseadeventiilide markeerimiseks kasutada läbipaistvast plastikust karpe. Nende sisse paigaldada andmed markeeringu kohta. Karbid kinnitada ventiili külge ketiga või plastiklindiga.

Survekatsetused: Survekatsetuse teostamine ning selle teostamisel vajalikud abivahendid sisalduvad töövötus.

Survekatsetused teostatakse tellija kontrollimisel ning need peavad olema tellija poolt kinnitatud.

Survekatsetuste teostamisel pidada kinni TKK ja teistest Eesti Vabariigis kehtestatud normdokumentidest.

Varjatud torustike ja kanalite survekatsetused teostatakse enne nende kinnikattmist. Töövõtja koostab tellijale survekatsetuste kohta protokollid.

Torustike survekatsetuse protokollis näidatakse: töövõtja; mõõdetava võrgu osa; suurim projekteeritud rõhk; proovirõhk; prooviaegsed ilmingud; proovi sooritusviis ja –aeg; proovi tegija; proovi järelevaataja

Survekatsetused teostatakse veega. Vajadusel lisatakse vette vajalik kogus jäätumist takistavat ainet.

SELETUSKIRI

Enne surveproovi täidetakse torustik vedelikuga ja õhutatakse. Vee temperatuuril lastakse ühtlustuda. Väiksema survetaluvusega süsteemi osad nagu automaatsed õhueleemaldajad, paisupaagid, ja kaitseventiilid eraldatakse survestatavast süsteemist. Enne kasutuselevõttu tuleb reguleerida paisupaagi eelrõhk ja katsetada kaitseventiili avanemisrõhku. Proovirõhku mõõdetakse kalibreeritud manomeetriga, mis vastab standardiseeria EN-837 nõuetele ja mille skaala jaotus on 0,5 bar. Survekatsetuse aeg on 3 (kolm) tundi, mille jooksul kontrollitakse pidevalt rõhu püsimist. Kasutatavad surve küttesüsteemi osas on: küttesüsteem 0,8 MPa (8 bar).

Survekatsetuse käik plastiktorude surveproovil: 30 minuti jooksul hoida süsteemis rõhku 8 bar.

Kontrollida kaks korda 10-minutiliste vahedega, et rõhk ei langeks. Järgneva 30 minuti jooksul ei tohi rõhk langeda rohkem kui 0,6 bar. Järgneva kahe tunni jooksul ei tohi rõhk langeda rohkem kui 0,2 bar.

Liitekohti tuleb kontrollida visuaalselt kogu surveproovi vältel.

Katsetuste surve tuleb valida siiski nii, et see ei ületaks süsteemis olevate seadmete projekteeritud survet.

SELETUSKIRI

5. VENTILATSIOON

5.1 VENTILATSIOONI SÜSTEEMIDEKS JAOTAMINE

Üksikelamu ruumide ventileerimiseks projekteeritakse mehaaniline üldvahetuslik sissepuhke-väljatõmbeventilatsioon. Käesolevas projektis käsitletava hoone ventileerimiseks kasutatakse 1 sissepuhke-väljatõmbe ventilatsiooniseade **SV1**.

Pliidikubule projekteeritakse eraldi väljatõmbesüsteem – **V3**.

Garaazile on projekteeritud väljatõmbeventilatsioonisüsteem **V2**, mille koosseisu kuulub seinaventilaator viie astmelise kiiruseregulaatoriga. Ventilaatori kiiruse reguleerimine toimub käsitsi kiiruseregulaatori abil. Kompensatsiooniõhk tuleb väljast garaazi välisõhusiidderesti kaudu.

Tehnoruumisse kompensatsiooniõhk tuleb väljast välisseina projekteeritud Fresh klapi kaudu.

Ventilatsioonisüsteemid peavad tagama ruumide õhuvahetuse vastavalt Eestis kehtivatele ventilatsiooni normidele ja Soome normile D2.

5.2 ÜLDISED NÕUDED VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE KVALITEEDILE

Ventilatsioonisüsteemide elueaks on arvestatud 15-30 aastat. Süsteemide elementide tööea määrab tootja.

Ventilatsioonisüsteemides kasutatakse kõrge kasuteguriga soojustagastusseadmeid.

Ristivoolu plaatsoojustagasti $\geq 60\%^*$

Vastuvoolu plaatsoojustagasti $\geq 80\%^*$

Rootorsoojustagasti $\geq 80\%^*$

Vahesoojuskandjaga $\geq 45\%^*$

* - välisõhk -21°C; RH = 90% / siseõhk 21°C; RH = 20%

Soojustagastusega varustatud mehaaniliste sissepuhke/väljatõmbe ventilatsiooni-süsteemide SFP (ventilaatorite elektriline erivõimsus) peab olema $\leq 2,0 \text{ kW/m}^3$.

Mehaaniliste sissepuhke ventilatsioonisüsteemide SFP peab olema $\leq 1,2 \text{ kW/m}^3$.

Mehaaniliste väljatõmbe ventilatsioonisüsteemide SFP peab olema $\leq 0,8 \text{ kW/m}^3$.

Käsitletud hoone ventilatsioonisüsteemi sissepuhkeõhu puhtusklass tuleb tagada vähemalt F7 klassi filtriga.

Ventilatsioonitorustike tihedusklass peab olema vähemalt B. Ventilatsiooniseadmete kesta tihedus peab vastama vähemalt klassile A, soojajuhtivus klassile T3 ja külmasildade näitaja klassile TB3.

5.3 ARVUTUSLIKUD ÕHUVOOLUHULGAD JA RUUMIDE ÕHUVAHETUS

Hoone õhuvahetuse tagamiseks on projekteeritud mehaaniline sissepuhke/väljatõmbe-ventilatsioonisüsteem.

SELETUSKIRI

Õhuvahetuse hulgad on valitud vastavalt projekti üldosas mainitud standarditele, arhitektuursetele joonistele ja tellija lähteülesandele.

Andmed ruumide õhuvahetuse kohta on toodud tabelis "Andmed õhuvahetuse kohta".

5.4 VENTILATSIOONIAGREGAADID

Ventilatsiooniseadme parameetrid on toodud Kütte ja ventilatsiooni põhiseadmete tabelis.

Kõik projektis kasutatud seaded on toodud näidisenä, saab kasutada sama või parema kvaliteediga tooded.

Üksikelamu ruume teenindav ventagregaat tellitakse reguleerimisplokiga. Reguleerimisplakk võimaldab muuta ventileerimise intensiivsust. SV1 ventilatsioonagregaat on varustatud rootorsoojustagastiga, ventilaatoritega, EU7 õhufiltritega sissepuhke poolel ning EU3 õhufiltriga väljatõmbe poolel, elektriliste kalorifeeridega.

Ventilatsiooniseadmena tuleb üldjuhul kasutada komplektset ventilatsiooniseadet, mis on valmistatud vastavalt kehtivatele standarditele. Seadmete, komponendite ja sektiioonide ning nende omaduste tehniline dokumentatsioon peab olema piisav.

Ventilatsiooniseade koosneb reeglina isoleeritud kestast, sissepuhke- ja väljatõmbeventilaatoritest, soojenduskalorifeerist, soojustagatist, sissepuhke- ja väljatõmbeõhu filtritest, soojustatud ajamiga klappidest ja juhtimisautomaatikast. Ventilaatoritena peab kasutama tsentrifugaal-, radiaal-, või aksiaal-tsentrifugaalventilaatoreid. Ventilaatorid ühendatakse seadme korpusega vibratsioonitõkestuspukside ja lödvikute kaudu.

Ventilatsiooniseadmed (tsentraalseadmed, ventilaatorid, kalorifeerid jt) tuleb valida vastavalt arvutuslikule õhuvooluhulkale, teisaldatavale õhukeskkonnale, akustilistele nõutele hoones, kehtivatele tuleohutusnõuetele jm tingimustele. Seadmete ees peab olema normaalseks teenisndamiseks vajalik vaba ruum elemendi paigalduse ja remondi tarbeks.

5.5 TORUSTIKUD

Ventilatsioonitorustikud on ette nähtud paigaldada esimesel korrusel tehnilises ruumis lahtiselt lae alla ja esimesel korrusel vannitoa ning teisel korrusel varjatult ripplagede taha.

Lae alla paigaldatava ventilatsioonitorustiku pealt tehakse hargnemised ruume teenindavate õhujaoturite juurde.

Ventilatsioonisüsteemides kasutatakse tsiingitud plekist õhukanaleid.

Õhukanalid toestatakse kuni 3m sammuga. Ventilatsioonitorustik peab vastama tihedusklassile B. Nähtavale jäävad torustikud tuleb monteeri esteetiliselt. Enne tööde alustamist teostab Töövõtja näidis montaaži. Näidis montaaži peavad aktsepteerima Tellija, Järelvalve ja Peatöövõtja esindajad.

SELETUSKIRI

Ventilatsiooni survekatsetused: ventilatsiooni survekatsetused viiakse läbi vastavalt standardile ja ehitusjärelvalve organite juhenditele nii õhutöötlemisseadmetele kui kanalitele. Ventilatsiooniseadmestiku üle- või alasurvega osade lekkeõhuvool kumbki eraldi ei tohi ekspluatatsiooniseisundis ületada 6% seadmestiku kogu õhuvoolust.

Töövõtja arvutab survekatsetuste jaoks masinate ja kanalite pindalad ning lubatud lekkeõhuvoolud.

Ventilatsioonikanalite puhastamine: Ventilatsiooni töövõtja peab puhastama õhu töötlemisseadmed ja ventilatsioonikanalid seestpoolt ehitustolmust ja muust mustusest, kas tolmuimejaga või muul tellija poolt lubatud viisil. Puhastusmeetod tuleb kinnitada tellija juures. Töö teostatakse tellija kontrolli all jsee tuleb kinnitada tellija juures. Ventilatsioonikanalid tuleb varustada kontroll-luukidega. Puhastusluugid tuleb paigutada sulguva tuletõkesti kohale, kanalite üle 45° nurgakohtade lähedale ja horisontaalkanalitesse, üldjuhul vahemaaga 8 m ning kanalite hargnemiskohtadesse, kui neid või nendest lähtuvaid hargnevaid kanaleid ei saa teisiti puhastada. Puhastusluukide vahekaugus võib olla ka suurem kui 8 m juhul, kui kanalid on nende kaudu puhastatavad kogu luukidevahelises osas. Puhastusluugi tulepüsivusklass peab vastama kanali tulepüsivusklassile.

Luugid kujundatakse nii, et nende käsitamisel ei oleks vigastamisohtu. Luukide ja aukude juures ei tohi olla teravaid nurki ega servi. Puhastusaukude servad varustatakse tihedate lengidega. Puhastusluugid suletakse nii, et neid ei saa avada ilma töövahendita.

Akustilised nõuded: Seadmete valik ning montaaž, mürasummutus ning isolatsioon tuleb teha nii, et seadmete tööst tekkiv müratase ruumides ei ületaks normides lubatud. Töövõtja peab paigaldama kõik masinad ja seadmed, milles on pöörlevaid või teisi müra tekitavaid osi, vibratsiooni summutavatele alustele. Vibratsiooni alus peab töötama temperatuurivahemikus -10 kuni +70 °C ja olema vastupidav hapetele ja vananemisele. Seadmete montaažil ei tohi ühegi elektril töötava seadme ning ehitusliku konstruktsiooni vahel olla mingi jäiga kinnituse tõttu otsest kontakti. Loetus mittesisalduvate ruumide osas kasutatakse vastavate ruumide näitusid.

Töövõtja vastutab, et lubatud müratasemeid ei ületata, kui seadmed töötavad maksimaalse võimsusega.

Töövõtja peab enne paigaldustöid kontrollima projektides esitatud müra summutamise lahenduste vastavust seadmete tegelikele helitehnilistele omadustele ja vastutama võimalike muutuste poolt tekitatud kulude eest. Projektidesse tehtavad muudatused tuleb kinnitada tellija juures.

Vibratsiooni ja korpuse omamüra isoleerimine: Kõik seadmed, milledes on pöörlevaid, periooditi töötavaid või muul viisil korpuse omamüra tekitavaid osasid, tuleb paigaldada õigesti mõõdistatud vibratsiooniisolaatoritele

SELETUSKIRI

nii, et seadmete ja ehituse karkassi vahel ei oleks mingit jäika ühendust. Vibratsiooni summutamise võib ära jätta seadmetel, millede pöörlemiskiirus on väike ja seadmetest tekkiv omamüra on tähtsusetu. Ka sellisel juhul vastutab Töövõtja nõutava mürataseme saavutamise eest. Ehitustöövõtja ehitab projektis toodud seadmete raudbetoonvundamendid Töövõtja juhenditele vastavalt. Töövõtja hangib ja paigaldab kõik vibratsiooniisolaatorid ja nende metallosad. Vibratsiooniisolaatorid on kummist, plastmassist või terasvedrust. Need mõõdistatakse nii, et saavutatakse küllaldane kere omamüra ja vibratsiooniisolatsioon.

Mõõdistamise tulemust hinnatakse valemiga:

$$f / f_0 > 2.5 \quad f_0 < 8 \text{ Hz}$$

f = seadme madalaim helisagedus (Hz)

f_0 = kogu vibreeriva massi omasagedus (Hz)

Kui vibratsiooniisolaatoritele paigaldatavate seadmete all on teraskonstruksioon või elastne betoonkonstruktsioon, tuleb summutuslahendus kinnitada tellijaga ja tellija nõudmisel ka akustika projekteerijaga (mõõdistamisel võetakse sellisel juhul arvesse ka vundamendi konstruktsiooni resonantssagedus. Betoonvundament jäetakse üldjuhul ära).

Summutitele paigutatud seadmete toruühendused ja elektrisisestused teostatakse elastsete vaheelementide abil. Peenemate torude ühendamist võib teostada nii, et ühendustoru moodustab vabalt rippuva silmuse. Suurtes torudes kasutatakse elastseid ühendusmuhve.

Elastsed torude ühendused paigaldatakse nii, et ühendustes ei tekiks tõmbepingeid. Töövõtja peab kinnitama Tellija juures ühendustele langevate aksiaal jõudude kompenseerimise lahendused.

Erijuhtudel võib Tellija nõusolekul kasutada ka muid eespool esitatud lahendusi summutamise alal. Töövõtja vastutab Tellija nõudmisel nende kinnitamise eest akustilise projekteerija juures.

Õhukanalite soojusisolatsioon: Ventilatsioonitorustiku isoleerimine peab tagama, et soojuskaod ei ole optimaalsetest suuremad. Vältima peab niiskuse kondenseerumist ventilatsiooni kanali pinnal ning tagada tuleb tuleohutus. Nähtavates kohtades tuleb isolatsiooniks kasutada fooliumkattega mineraalvilltooteid. Torud ja seadmed tuleb monteerida nii, et kahe isoleeritud toru või isolatsiooni ja konstruktsiooni vahele jääb vähemalt 40 mm.

Isoleerimine peab vastama Hoone tehnosüsteemide RYL 2002 "Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Osa 1" peatükk „G9 Isolatsioon“ nõuetele. Isolatsiooni tuleb kaitsta välistingimuste või mehaaniliste vigastuste eest plekiga. Välisõhu käes (katusel, fassaadidel jne) paiknevad õhukanalid tuleb katta veetihedalt (valtsimise /sikete teel) tsinkplekiga. Kütmata kuivades ruumides olevad kanalid ei pruugi vajada ilmastikukindlat katet, kuid nad võivad vajada mehaanilist kaitset – nt kütmata pööningud. Tehnilistes ruumides kuni 2m kõrguseni olevatel

SELETUSKIRI

õhukanalitel on vajalik mehaaniline kaitse. Kui kattepleki läbimõõt on $D < 500\text{mm}$ on kattepleki paksus $0,5\text{mm}$ ja kui katte läbimõõt $D \geq 500\text{mm}$, peab kattepleki paksus olema $0,7\text{mm}$. Tsingi paksus katteplekil peab olema vähemalt 275g/m^2 . Katteplekkide ühendused peavad olema needitud vähemalt 7tk/jm . Arhitektuursetest nõuetest tulenevalt võivad katteplekid olla värvilised, sellisel juhul tuleb eelistada PVC-ga kaetud tsingitud terasplekke.

Soojusisolatsiooni paksus õhukanalitele on:

Kanali läbi- mõõt	Soojustuse paksus $\text{mm}/\Delta T$					
	$\Delta T 5^\circ\text{C}$	$\Delta T 10^\circ\text{C}$	$\Delta T 20^\circ\text{C}$	$\Delta T 30^\circ\text{C}$	$\Delta T 40^\circ\text{C}$	$\Delta T 50^\circ\text{C}$
100	30	30	50	60	80	100
125	30	40	50	60	80	100
160	30	40	50	60	80	100
200	40	50	60	80	100	120
250	40	50	60	80	100	120
315	40	50	60	80	100	120
400	50	50	80	100	100	160
500	50	60	80	100	120	160
630	50	60	80	100	120	160
800	50	60	100	120	120	160
1000	50	80	100	120	160	180
1250	50	80	100	120	160	180

Heliisolatsiooni paksus õhukanalitel määratakse akustiliste arvutustega.

5.6 LÕPPSEADMED JA REGULEERINGUD

Lõppseadmed: Õhu jaotuseks ja väljatõmbeks kasutatakse vastavalt tehnilisele ja arhitektuursele sobivusele plafoone, nt Halton, FlaktWoods, Swegon. Kõik lõppseadmed on toodud näidisena, kasutada võib üldjuhul sama või parema kvaliteediga tooteid. Lõppseadmed valitakse kooskõlas arhitekti ja sisekujundajaga.

Õhuhulkade reguleerimine: Õhuhulkade reguleerimistöö alustamine eeldab, et tolmuks tööd on hoones lõpetatud ja et ruumid on tolmust puhastatud. Reguleerimise teostamise ajal peavad hoone ukSED ja aknad olema suletud. Ventilatsiooniseadmed, välisõhu kambrid ja kanalid peavad olema seestpoolt tolmust puhastatud.

Reguleerimistöö teostatakse järgnevalt: Mõõtmiste teostamiseks ventilatsiooniseadmete filtrite otsapinnast kaetakse osa nii, et filtrite rõhukaod vastavad KVV-seadmete loetus 50% saastatusega filtritele ettenähtud rõhukadudele. Rõhukadu mõõdetakse seadme oma mõõteriista või spetsiaalse manomeetri abil.

SELETUSKIRI

Ventilatsiooniõhu töötlemisseadmed asetatakse täiele õhuvoolule ja sissepuhketemperatuur reguleeritakse normaalseks. Kanalite ja ruumide seadmete ühekordse reguleerimisega seadmed asetatakse esialgsetele näitudele nii, et nende ahendus väheneks kanalite lõpuosa suunas. Kõige kaugemad ühekordse reguleerimisega seadmed peavad olema esialgse reguleerimise ajal avatud.

Pideva voolu regulaatorid asetatakse KV-projektis esitatud näitudele. Mõõdetakse kanalitesüsteemi kõikide ühekordse reguleerimisega seadmete, mõõtmiskohtade ja ruumide seadmete õhuvoolud ja märgitakse need mõõtmisprotokollis (esialgsed näidud alternatiivselt joonistele). Esimese ringi ajal ei muudeta veel reguleerimisnäitusid.

Mõõtmistulemuste alusel reguleeritakse põhikanalite ühekordse reguleerimisega seadmeid, üritades viia need omavahel tasakaalu. Reguleerimisel välditakse ülemääraseid ahendusi. Vajaduse korral reguleeritakse ventilaatorite kogu õhuvoolu, muutes pöörlemiskiirusi, aksiaalventilaatorites tiiviku nurka või muul energaetika suhtes majanduslikul viisil. Kogu õhuvoolu ei tohi reguleerida kanalite ühekordsete reguleerimiseseadmete ahendamise teel.

Reguleeritakse harukanalite õhuvoolud.

Reguleeritakse ruumide seadmete õhuvoolud. Sissepuhkeseadmete poolt tekitatav õhu liikumiskiirus töö-/viibimistsoonis ei tohi ületada seletuskirja ning normdokumentides toodud arvnäitajaid. Mõõdetakse kõikide ventilatsiooniseadmete, peakanalite, ühekordse reguleerimisega seadmete ja ruumide seadmete õhuvoolud. Lõplikud mõõtmisnäidud kirjeldatakse mõõtmis-protokollis ja fikseeritakse ühekordse reguleerimisega seadmed.

Siseõhu mõõtmised: Erinevates ruumides nõutavad siseõhu parameetrid esitatakse tabelis "Anmded õhuvahetuse kohta".

Kõikide ruumide müratasemed mõõdetakse. Vajaduse korral mõõdetakse eraldi foonimüra. Kui see on päeva ajal häiriv, tuleb mõõtmised teostada väljaspool tööaega. Müra leviku tõkestamiseks mürasummutid paigaldatakse peakanalitele, kohe peale ventilatsiooniseadmest väljumisest ning vajadusel ka harudele.

5.7 ÕHUHAARETE JA VÄLJAVISETE TEOSTUS

Üksikelamu ruume teenindava ventilatsioonisüsteemi õhuvõtt ja väljavise teostatakse välisseina kaudu. Selleks on projekteeritud välisrestid.

Isoleeritakse ventilatsioonisüsteemide õhuvõtu- ning väljaviskekanalid ruumis (joonistel tähistatud SI).

Hoone välisfassaadile jäävad ventilatsioonisüsteemide elemendid (restid jne.) peavad olema värvitud arhitekti poolt ette antud toonides.

Pliidikubu äratõmme teostatakse katusele viidud ventilatsioonitoru ja selle otsa paigaldatud katuseventilaatori abil.

SELETUSKIRI

Ventilatsiooniseadmete õjuvõtutorule ja heitõhutorule tuleb paigaldada ajamiga klapid, et seadmete mittetöötamisel oleks vältitud külma välisõhu tungimine seadmetesse. Klapi soojajuhtivustegur ei tohi olla halvem kui $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja tiheduse klass mitte halvem kui 3 (vastavalt EN 1751).

5.8 TULEKAITSE

Ventilatsioonisüsteemid ei tohi ehitises põhjustada tuleohtu ega võimaldada tule ja suitsu levikut. Seepärast rajatakse kõik ventilatsioonisüsteemide elemendid mittepõlevatest või raskestisüttivatest materjalidest.

Ventilatsioonikanalite puhastamiseks torustikule tuleb paigaldada puhastusluugid. Puhastusluugid peavad oma mõõtmetelt vastama standardile EVS 812-2:2014. Puhastusluugid peavad olema avatavad ainult tööriistade (kruvikeeraja või mutrivõti) abil.

Puhastusluugid peavad olema paigaldatud:

- püstikute ülemistesse ja alumistesse otstesse, horisontaalsete harude otstesse, 90° põlvede ja tulekaitseklappide juurde
- kohtadesse, kust puhastust võimaldavate elementideni (puhastusluugid, õhujagajad, ventilatsiooniplafoonid ja -restid) on üle 8 m (seda kaugust võib suurendada kuni 20 m-ni, kui kanal on puhastatav kogu luukidevahelises osas ja töövõtja näitab ära meetodi puhastamiseks)
- reguleerklappide juurde, kui neid ei ole võimalik muul moel puhastada (nt. maha võtta)

Hoonesse rajatavate tuletõkketsoonide piirid on näidatud projekti arhitektuurses osas ning näidatakse ka ventilatsiooniosa joonistel. Tuletõkkeseksiooni piiridest läbiminekul ventilatsioonitorustikule paigaldatakse tuletõkestid või tuletõkkeisolatsioon.

Tuletõkestitena kasutatakse üldjuhul EI tüübikinnitusega tuletõkkeklappe. Juhul, kui tuletõkesti isoleerimisvõimet ei oma (E tüübikinnitus), tuleb ventilatsioonitorustik mõlemal pool tuletõkkepiiret isoleerida vastavalt EVS 812-2:2014 nõuetele. Tuletõkestitele ei esitata isoleerimisvõime nõuet juhul, kui kanali pindala on maksimaalselt 200 cm^2 . Tuletõkestites tuleb kasutada 70°C sulavkaitsmeid.

Tulepüsimust tagava tuletõkkeisolatsiooni paksus tuleb valida vastavalt õhukanali mõõtudele (vastavalt LVI RYL-2002), kusjuures tuleb tagada isolatsiooni nõuetekohane paksus ka peale isolatsiooni kinnitamist ja pingutamist. Juhul, kui tuletõkestusklappi ei õnnestu paigaldada otse tuletarindi piirile, tuleb klapi ja tarindi vahele jääv osa isoleerida tarindile vastava tulepüsimusega isolatsiooniga.

Isolatsiooni- ja kattematerjalid peavad vastama kehtivatele normidele ja eeskirjadele, peavad täitma tulekindluse nõudeid, isolatsioonimaterjal peab olema mittepõlev.

Tulekahju tekkimisel lülitatakse automaatselt kõik ventilatsiooniseadmed välja.

Koostas: V.Zahharova

SELETUSKIRI

Lisa 1. Õhuvahetuse tabel

Nr.	Ruumi nimetus	Ruumi pindala, m ²	Siseõhu-temperatuur, °C	Normatiivne õhuhulk	Sissepuhke süsteemid		Väljatõmbe süsteemid		Müratase, dB(A)	Märkused
					Süst. nr.	L l/s	Süst. nr.	L l/s		
	1.korrus									
101	Elutuba	26,5	21	1 l/(s m2)	S-1	19	-	-	30	
102	Kabinet	13,4	21	1 l/(s m2)	S-1	9	-	-	30	
103	Duiširuum	7,3	22	15 l/s	-	(s)	V-1	15	40	
104	WC	2,2	21	10 l/s	-	(s)	V-1	10	40	
105	Esik-koridor	12,3	21	0,5 l/h	-	(s)	V-1	4	35	
106	Koda	1,5	18	0,5 l/h	-	(s)	V-1	1	30	
107	Trepp	4,9	21							
108	Köök	11,5	21	20 l/s	S-1		V-1 V-3	20 50	35	Pliidikubu
109	Saun	3,1	21	2 l/(s m2)	S-1	6	V-1	6		
110	Garaaž	21	5	0,9 l/(s m2)	-	-	V-2	19	45	CO-andur, niiskuseandur
111	Teh.ruum	4,9	15	10 l/s			V-4			
	2.korrus									
201	Tuba1	24	21	1 l/(s m2)	S-1	17	-	-	30	
202	Tuba2	13,8	21	1 l/(s m2)	S-1	10	-	-	30	
203	Magamistuba	21,6	21	1 l/(s m2)	S-1	15	-	-	30	
204	Garderob	4,2	18	3 l/s	-	(s)	V-1	3	30	
205	Vannituba	7,2	22	15 l/s	-	(s)	V-1	15	35	
206	Trepihall	5	21	0,5 l/h	-	(s)	V-1	2	35	