

ELAMUTE VENTILATSIOONI REKONSTRUEERIMINE

Lektor: Peeter Parre
IB Aksaal
peeter@aksiaal.ee

ÕHK– PÕHILINE ELUKESKKOND

- ▶ Enamuse oma ajast veedab inimene siseruumides– meie kliimas kuni 90%
- ▶ 8–12 tundi päevas sellest kodus
- ▶ Siseruumides moodustab õhk keskkonna, mida nimetatakse sisekliimaks
- ▶ Selle keskkonna olukord ja omadused määravad suuresti mitte üksnes inimese töövõimet vaid ka tervislikku seisundit
- ▶ Eriti on elamute sisekliimast mõjustatud suhteliselt tundlikud ja vastuvõtlikud väikelapsed ja vanurid.

SISEKLIIMAT ISELOOMUSTAVAD:



- ▶ Õhu keemiline puhtus
- ▶ Lisaainete puudumine õhus
- ▶ Õhu soojuslik–niiskuslikud näitajad
- ▶ Müra
- ▶ Valgus
- ▶ Erinevad kiirgused ja ionisatsioon

ÕHU KEEMILINE KOOSTIS

- ▶ Lämmastikku 78%
- ▶ Hapnikku 21%
- ▶ Süsihappegaasi 0.03%
- ▶ Määrav süsihappegaasi sisaldus.

ÕHU PUHTUS



- ▶ Lisaks õhu keemilisele puhtusele ei tohi seal olla lisaaineid:
 - erinevaid gaase ja aurusid
 - tolmu
 - baktereid
 - halvasti (hästi) lõhnavaid aineid

Õhu soojuslik–niiskuslikud omadused



- ▶ Õhu temperatuur

- ▶ **Suhteline niiskus**

(oluline on vahet teha õhu absoluutse ja suhtelise niiskuse vahel)

- ▶ **Õhu liikumise kiirus**

- ▶ Operatiivne temperatuur

SISEKLIIMA PROBLEEMID ELAMUTES



- ▶ Küllalt kõrgeks võib minna süsihappegaasi kontsentratsioon.
- ▶ Õhk on liigselt niiske. See põhjustab hallitust, mis omakorda allergiat
- ▶ Õhk on tolmune

Kõige üldisemalt mõjutab inimesi nn haige hoone sündroom (ruumiõhu sündroom)

Ruumiõhu sündroom

Nimetatakse ka haige hoone sündroomiks.

Iseloomulik:

- üldised enesetunde häired
- naha ärritusnähud
- kurgu ja nina ärritusnähud
- silmade ärritusnähud.

Põhjused ebaselged, kuid seostatavad kindla ruumiga

- Soojustus ja viimistlusmaterjalid
- Lenduvad orgaanilised ained, olmekeemia, tolm.
- Mikrokliima, müra, valgustus, vibratsioon, elektromagnetväljad.
- Hallitus, mikroobid, tolmulestad, taimed jne.

Sisekliimat reguleerivad faktorid:



- ▶ Küte
- ▶ Ventilatsioon
- ▶ Õhu konditsioneerimine

Ventilatsioon on seadmete ja meetmete kogum selleks, et õhuvahetuse abil tagada ettenähtud sisekliima parameetrid.

- ▶ Ventilatsiooni ülesandeks on tagada ainult õhu puhtus.
- ▶ Kui reguleeritakse ka õhu temperatuuri ja niiskust, on vajalik õhu konditsioneerimine.
- ▶ Elamutes on tegemist ainult ventilatsiooniga

NB! Õhuvahetus ei ole ventilatsiooni eesmärk, vaid vahend.

Normid ja juhendid, mille alusel on elamuid ventileeritud



Enne 90-daid ehitatud majad on projekteeritud SNiP-i järgi

- Algselt oli nõue 1-kordne õhuvahetus tunnis ehk $\sim 0,7 \text{ l/sm}^2$
- Hiljem asendus see nõudega $3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ eluruum
- Õhk eemaldati WC-dest, vannitubadest, köökidest.
- Välisõhk pidi sisenema akende ebatiheduste kaudu.
- Nõutud oli loomulik väljatõmme

Peale 90-daid hakati esmalt kasutama Soome D2 norme:

- Nõue magamiatubade õhuvahetuseks 0,7 l/sm² ja elutubades 0,5 l/sm² . Köögi väljatõmme oli 20 l/s, vannitoast 15 ja WC-st 10 l/s. Värske õhu sisenemiseks pidi jätma vastavad avad.

- Eesti projekteerimismisnormide eelnõu EPN ja hilisem EVS 845 praktiliselt kopeerisid Soome norme.
 - Soomlaste viimane D2 on vähendanud tubade õhuvahetuse 0,5 l/sm² -le
 - Soovitused õhuvahetuse kohta olid antud ka standardis EVS 839 “Sisekliima” (vt tabel)
- Samas on olemas erinevates käsiraamatutes soovitused selle kohta, palju peab inimese jaoks olema värsket õhku.

Meil hetkel elamute kohta **normid** puuduvad

▶ Nõuded on antud:

- EVS-EN 15251:2007 “Nõuded sisekliimale, kaasa arvatud soojuslik mugavus, siseõhu puhtus, valgustus ja müra.”, kus õhuvahetus tubades on 0,6–1,4 l/sm² ja korteris 0,35–0,49 l/sm²

Inimese kohta on tubade õhuvahetus 4–10 l/s

Väljatõmbed on:

- Köögist 14–28 l/s
- Vannitoast 10–20 l/s
- WC-st 7–14 l/s

Väiksemad numbrid tähistavad rekonstrueeritavat hoonet

–Valitsuse määrus nr 258

“Energiatõhususe miinimumnõuded” annab tubadeõhuvahetuseks 1 l/sm^2 ja üldõhuvahetuseks $0,42 \text{ l/sm}^2$, köökides 20 l/s , pesuruumides 15 ja WC-des 10 l/s .

Neid arve ei kasutata projekteerimiseks!

– Sotsiaalministeeriumi määrus “Eluruumidele esitatavad nõuded ütleb, et peab olema ventilatsioon

Sõltumata sellest, mille alusel õhuvahetus määratakse, tuleb ühildada tubade ja abiruumide ventilatsiooni mahud

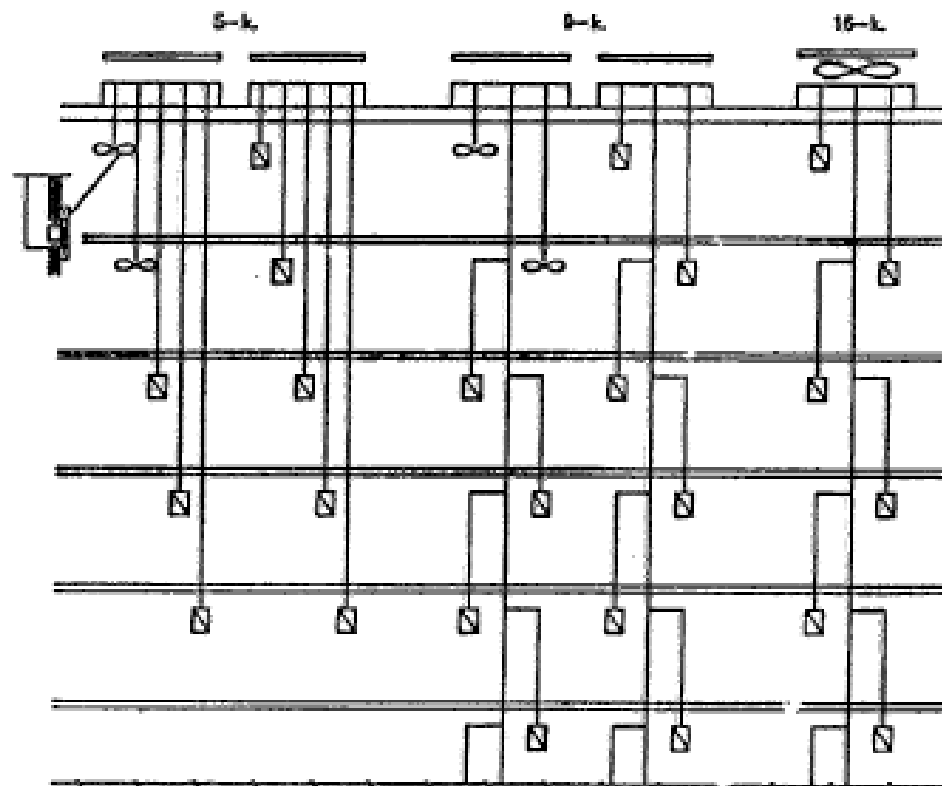
Erinevat tüüpi ehitiste (ruumide) sisekliimat mõjutavate tegurite normväärtused								
Ehitise (ruumi) tüüp	m ² inimese kohta	Soojusliku mugavuse klass	Ruumiõhu temperatuur °C		Õhu liikumiskiirus l/s		Vajalik õhuvahetus	
			Suvel	Talvel	Suvel	Talvel	l/s (inim.)	l/s (m ² pöörand)
Elamu	10,0	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	10	1,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	7	0,7
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	5	0,5
Büroo	10,0	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	20	2,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	14	1,4
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	8	0,8
Maaligalerii	14,0	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	24	1,7
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	17	1,2
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	10	0,7
Konverentsiruum	2,0	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	12	6,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	9	4,3
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	5	2,4
Auditoorium	0,7	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	11	16,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	7	11,0
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	4	6,4
Kohvik, restoran	1,4	A	23,5 ± 0,5	20,0 ± 1,0	0,16	0,13	11	8,0
		B	23,5 ± 1,5	20,0 ± 2,5	0,20	0,16	8	5,7
		C	23,5 ± 2,5	20,0 ± 3,5	0,24	0,19	5	3,2
Klassiruum	2,0	A	24,5 ± 0,5	22,0 ± 1,0	0,18	0,15	12	6,0
		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,22	0,18	9	4,3
		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	5	2,4
Lasteaed	2,0	A	23,5 ± 1,0	20,0 ± 1,0	0,16	0,13	14	7,0
		B	23,5 ± 2,0	20,0 ± 2,5	0,20	0,16	10	5,0
		C	23,5 ± 2,5	20,0 ± 3,5	0,24	0,19	6	2,8
Kauplused	6,7	A	23,0 ± 1,0	19,0 ± 1,5	0,16	0,13	24	3,5
		B	23,0 ± 2,0	19,0 ± 3,0	0,20	0,15	17	2,5
		C	23,0 ± 3,0	19,0 ± 4,0	0,23	0,18	9	1,4

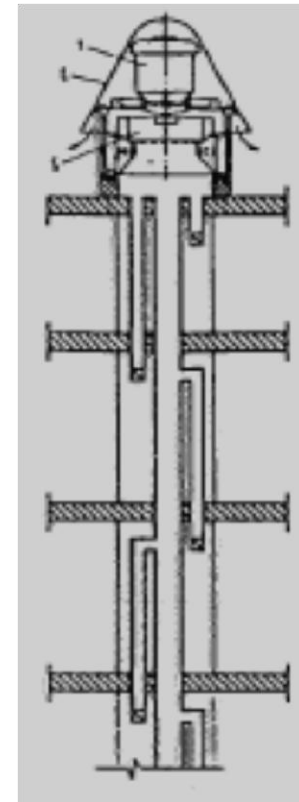
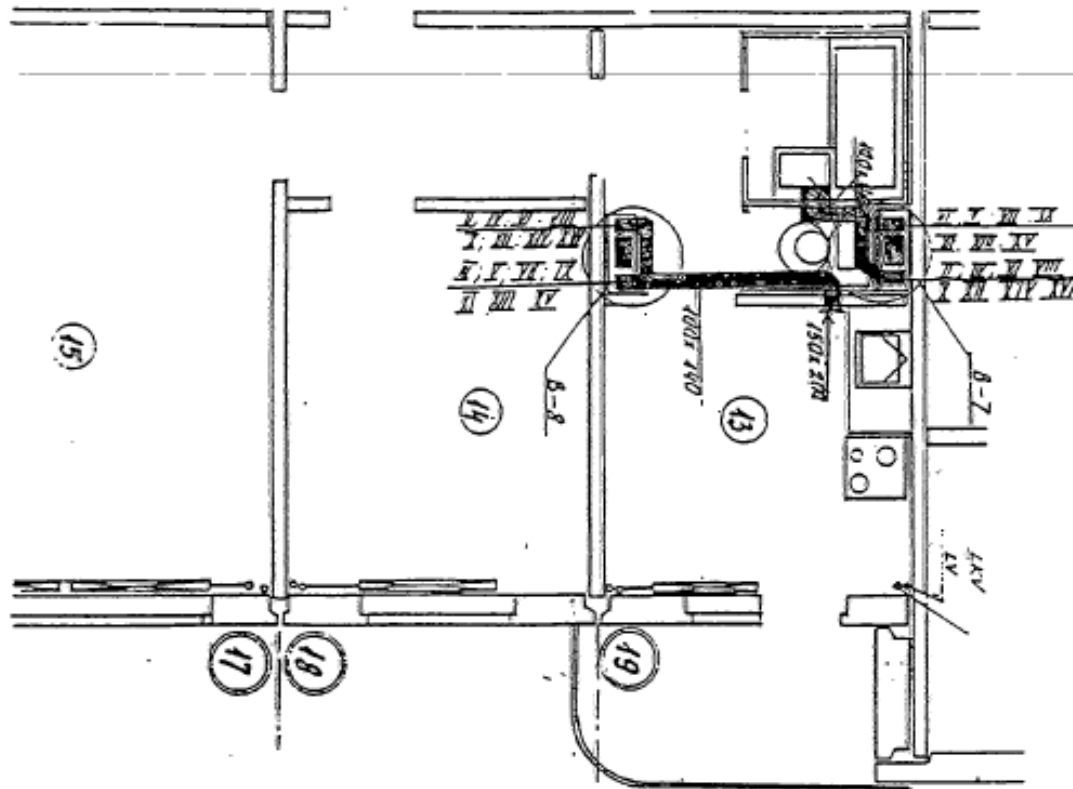
Olemasolevad ventilatsioonilahendused elamutes

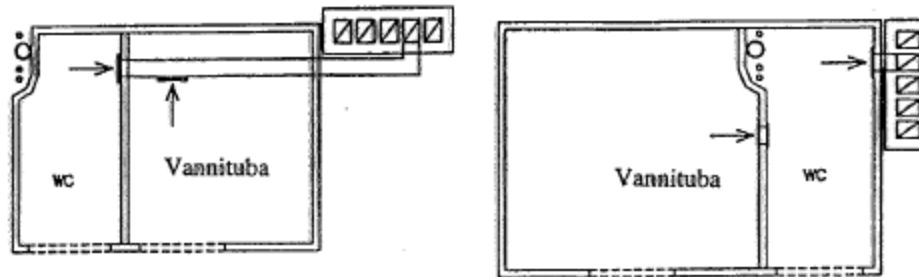


- ▶ Enne 90-daid ehitatud elamutes tuleb eristada:
 - 3–5 korruselised elamud
 - Kuni 9-korruselised elamud
 - 14–16-korruselised elamud
 - Eramud

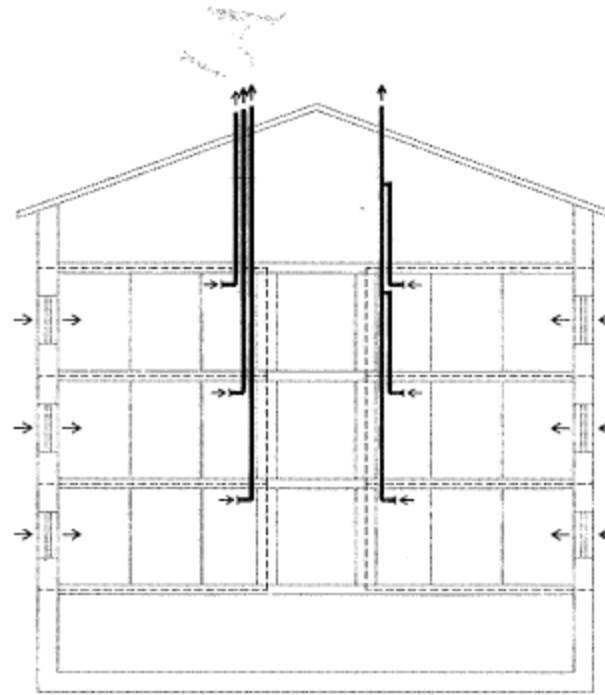
Silmas tuleb pidada ka erinevusi tellis- ja paneelehituste vahel







Joonis 12.4 Nõukogudeaegsete elamute loomuliku väljatõmbe süsteem

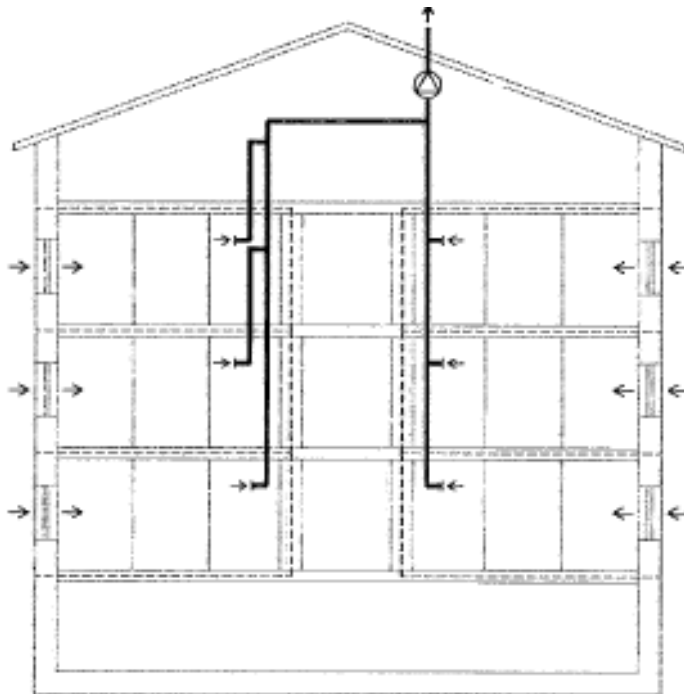


Joonis 12.5 Loomulik ventilatsioon

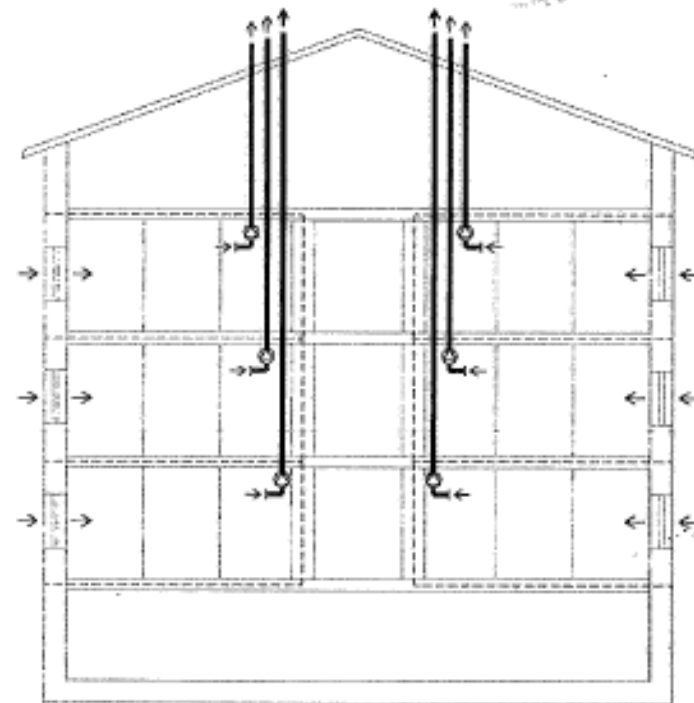
90-date aastate süsteemid



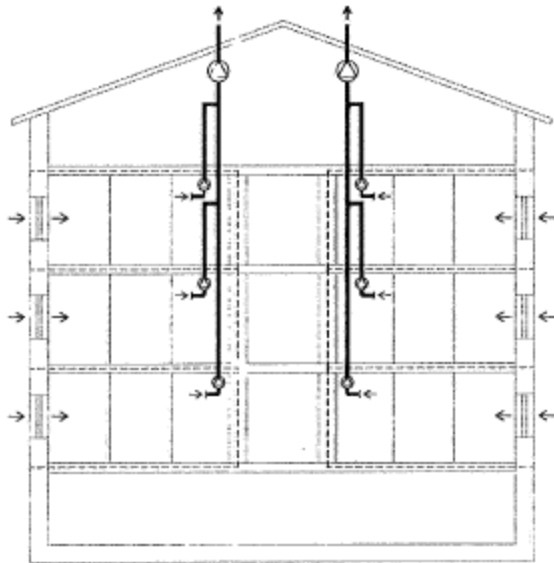
- ▶ Valdavad mehaanilise väljatõmbe süsteemid, kus õhk eemaldati köökidest, vannitubadest ja WC-dest
- ▶ Välisõhk sisenes nn FRESH- klappide kaudu
- ▶ Üksikud kortermajad ehitati ka mehaanilise sissepuhke-väljatõmbe süsteemidega, kus kasutati ka soojustagasteid
- ▶ Enamus eramuid kavandati mehaanilise sissepuhke-väljatõmbe süsteemidega ja paremad varustati ka jahutusega
- ▶ Köögid varustati pliidikubudega



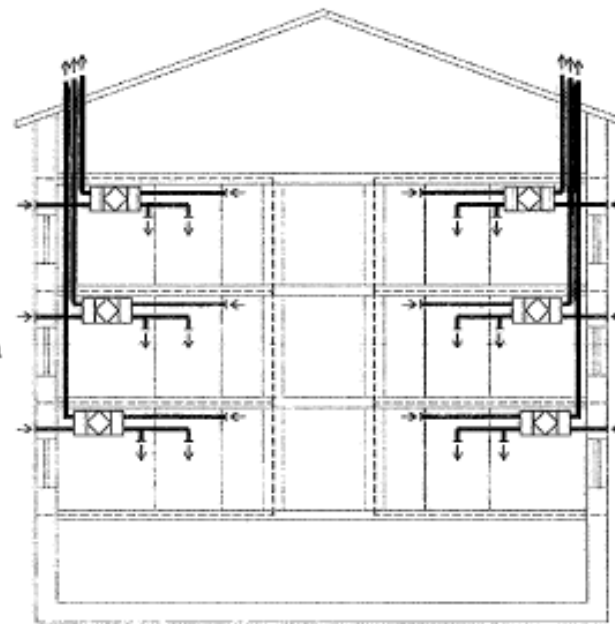
Joonis 12.7 Ühine väljatõmme ja loomulik sissepuh



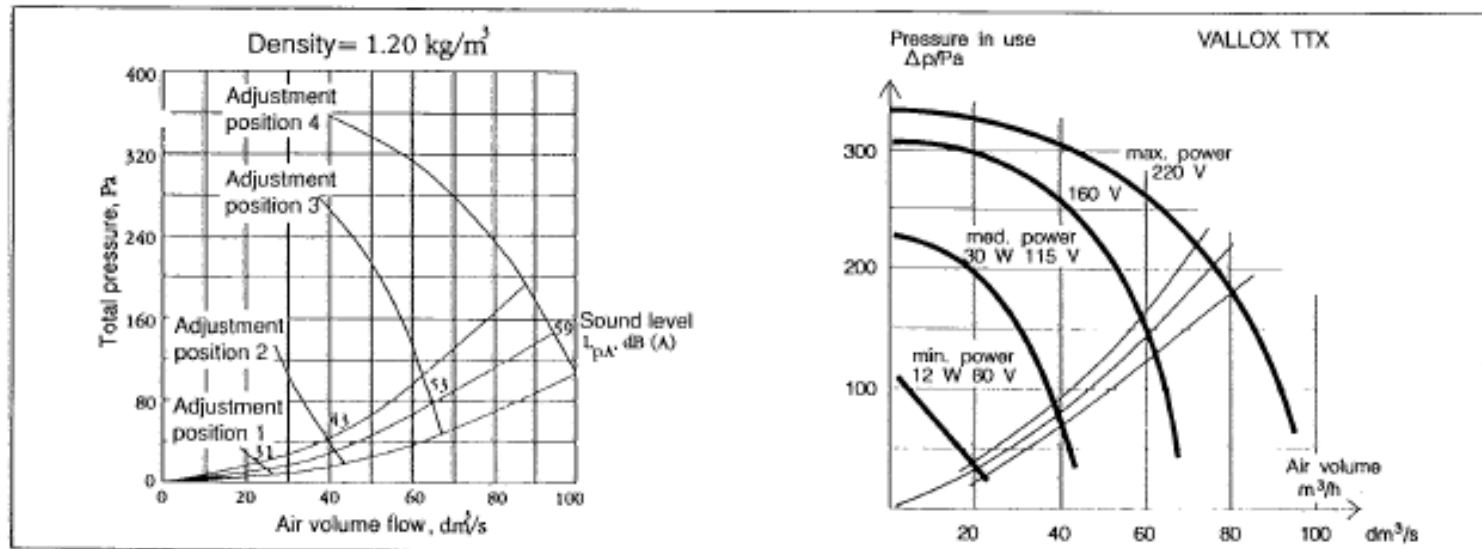
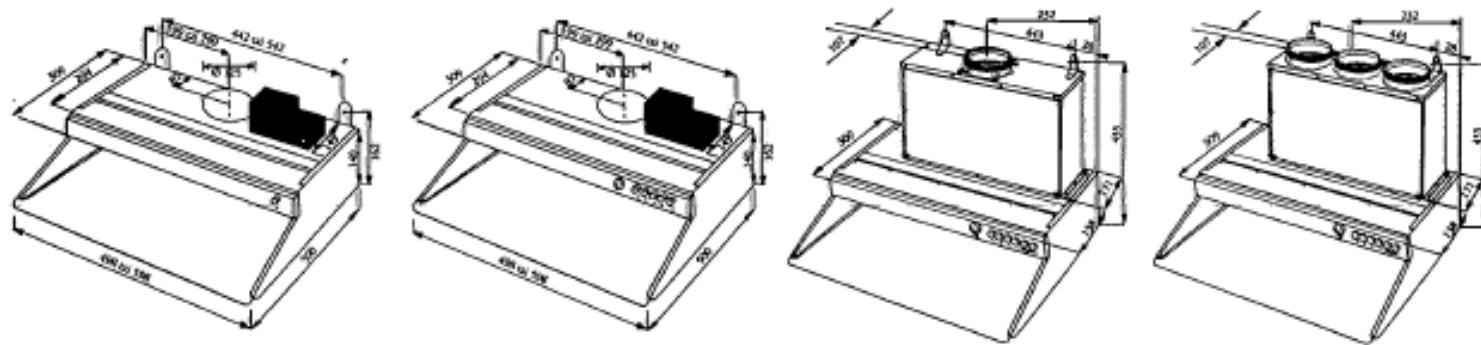
Joonis 12.8 Individuaalne väljatõmme ja loomulik sissepuh

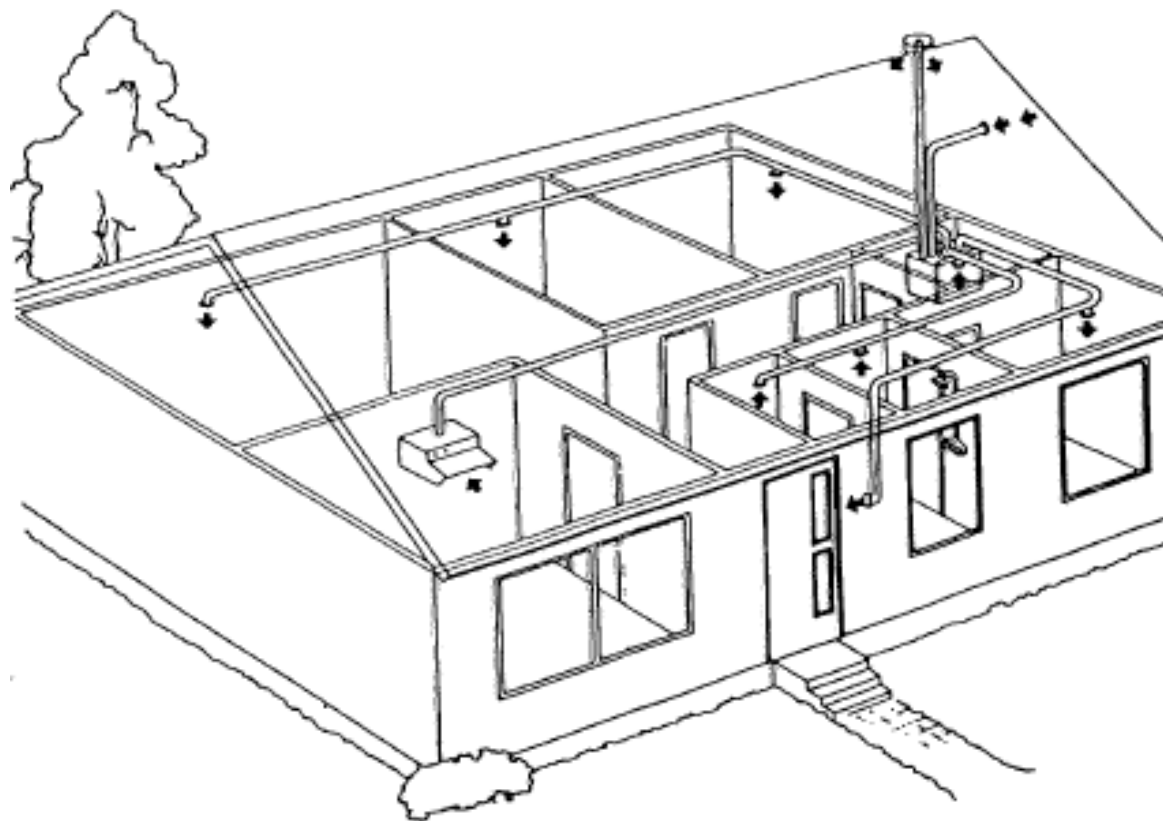


Joonis 12.9 Individuaalsed väljatõmbe ventilaatorid, ühine sagedusmuunduriga väljatõmbeventilaator ja loomulik sissepuhe



Joonis 12.10 Individuaalsete (lokaalsete) seadmetega sund sissepuhke-väljatõmbe süsteem





Tänased probleemid eilsete lahendustega



- ▶ Loomulik ventilatsioon töötab ebastabiilselt. Jõud, mis õhu liikuma paneb leitakse seosest

$$\Delta p = Hg(\rho_v - \rho_s)$$

Seega määravad korstna kõrgus ja välisõhu temperatuur õhuvahetuse intensiivsuse

- ▶ Tänapäeva aknad on ventilatsiooni mõistes hermeetilised, mistõttu puudub värske õhu juurdevool. Tegelik õhuvahetus on seetõttu ainult $0,1 \text{ l/sm}^2$

- ▶ Suur energiakulu välisõhu soojendamiseks. sõltumata sellest, kas tegemist loomuliku või mehaanilise väljatõmbe süsteemiga
- ▶ Inimesed:
 - ei oska ventilatsioonisüsteemiga midagi peale hakata
 - säästavad energiat
 - kardavad tõmbetuult

Miks me ventilatsooni renoveerime



- ▶ Eeskätt on vaja tagada tervislik sisekliima. Praegune olukord on pehmelt öeldes katastroofiline
- ▶ Vaja oleks säästa energiat.

NB! Reeglina ventilatsiooni renoveerimine suurendab energiakulu, kuna võrdluseks on olukord, kus ventilatsioon praktiliselt puudub

- ▶ Ka uuemate majade ventilatsioon võib olla valesti projekteeritud või välja ehitatud

- ▶ Võib olla ka muutunud olukord:
 - Korterid on kokku ehitatud
 - Eeskätt köökide–vannitubade–WC–de planeeringut on muudetud
 - Olemasolevad šahtid on välja lõhutud või suletud

Hea sisekliima saavutamine



Ei tohi unustada, et me ei küta ega ventileeri selleks, et säästa energiat, vaid ikka selleks, et tagada ettenähtud sisekliima.

Õhu puhtuse tagamiseks tuleb ruumidest välja viia liigne süsihappegaas, aga samuti kõik teised vähem või rohkem ohtlikud gaasid ja aaurud.

Eriti oluline on viia välja liigne veeaur.

Selleks, et saaks musta õhu ruumist välja viia, peab sinna värske õhk asemele tulema.

Renoveerimine, kui eesmärgiks vaid hea sisekliima



Enne 90-daid aastaid rajatud hoonetes tuleb:

1. Tagada värske õhu juurdevool tubadesse

- Paigaldada värskeõhu klapid seinale

NB! Värskeõhu klappide läbilaskevõime on piiratud. 1 tuba 1 klapp ei ole alati piisav.

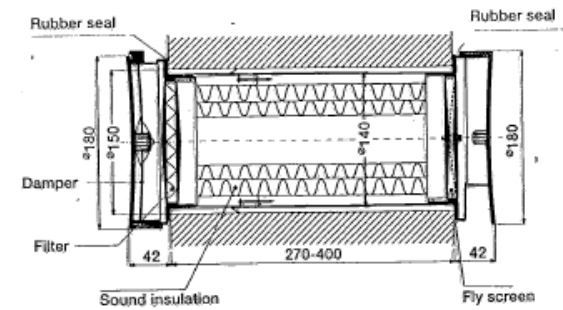
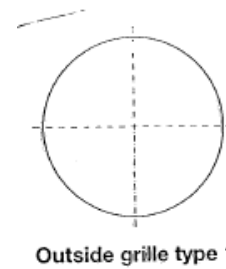
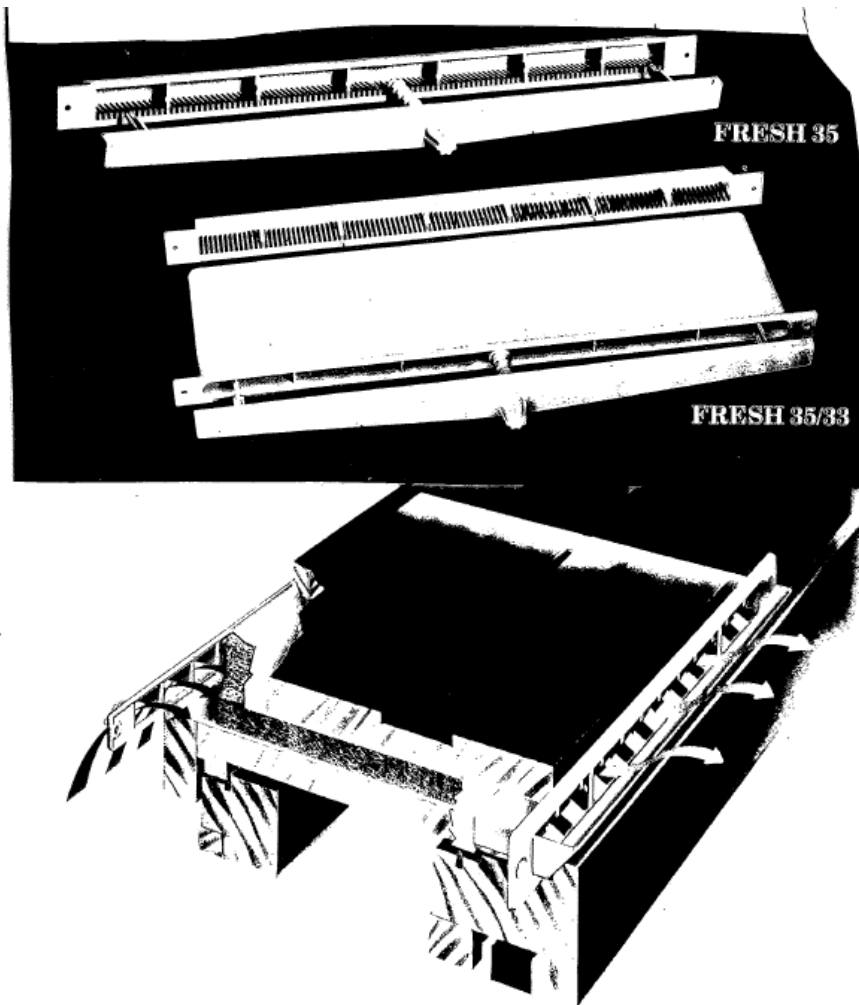
- Paigaldada värskeõhu klapid akendesse

- Varustada aknad mikrotuulutusega

2. Tagada õhu liikumine tubadest kööki ja vannitubadesse

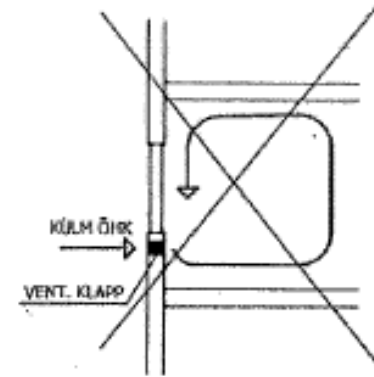
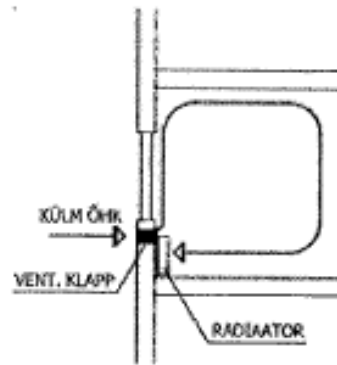
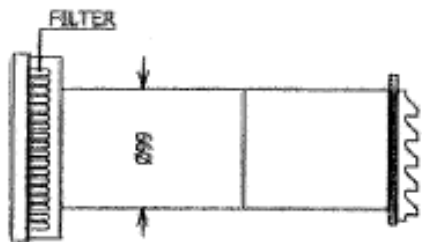
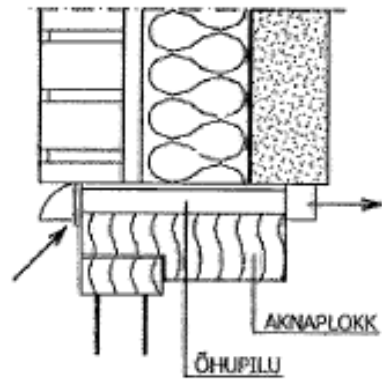
- pilud uste all

- õhu liikumist tagavad lävepakud

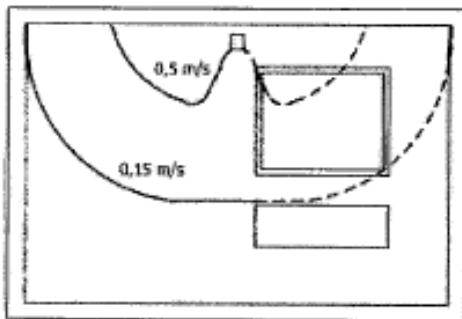


Fresh 80 ja 100 ventiilide tehnilised andmed võrdlusena

Ventiili tüüp	rõhu- vahe Δp	Välis- temp. °C	Tõmbeta õhuvool 1/s	Akna kohal	Akna kõrval	Tõmbe- graafik
Fresh 80	20	-20	8	X		2
Fresh 80 õhusuunaja	20	-20	7		X	3
Fresh 100	20	-20	6	X		3
Airi 80	20	-20	5,3	X		3
Airi 80 tuulutuskapp	20	-20	5,3	X		3
EH 100	20	-20	5	X		3
VM 100 A	20	-20	3	X		3
KIV 125	20	-20	3	X		3
KIV 125	20	-20	2		X	3
BIOBE 40	10	-20	3	X		3



Joonis 12.6 Ventilatsioonikapp ja selle paigalduskoht

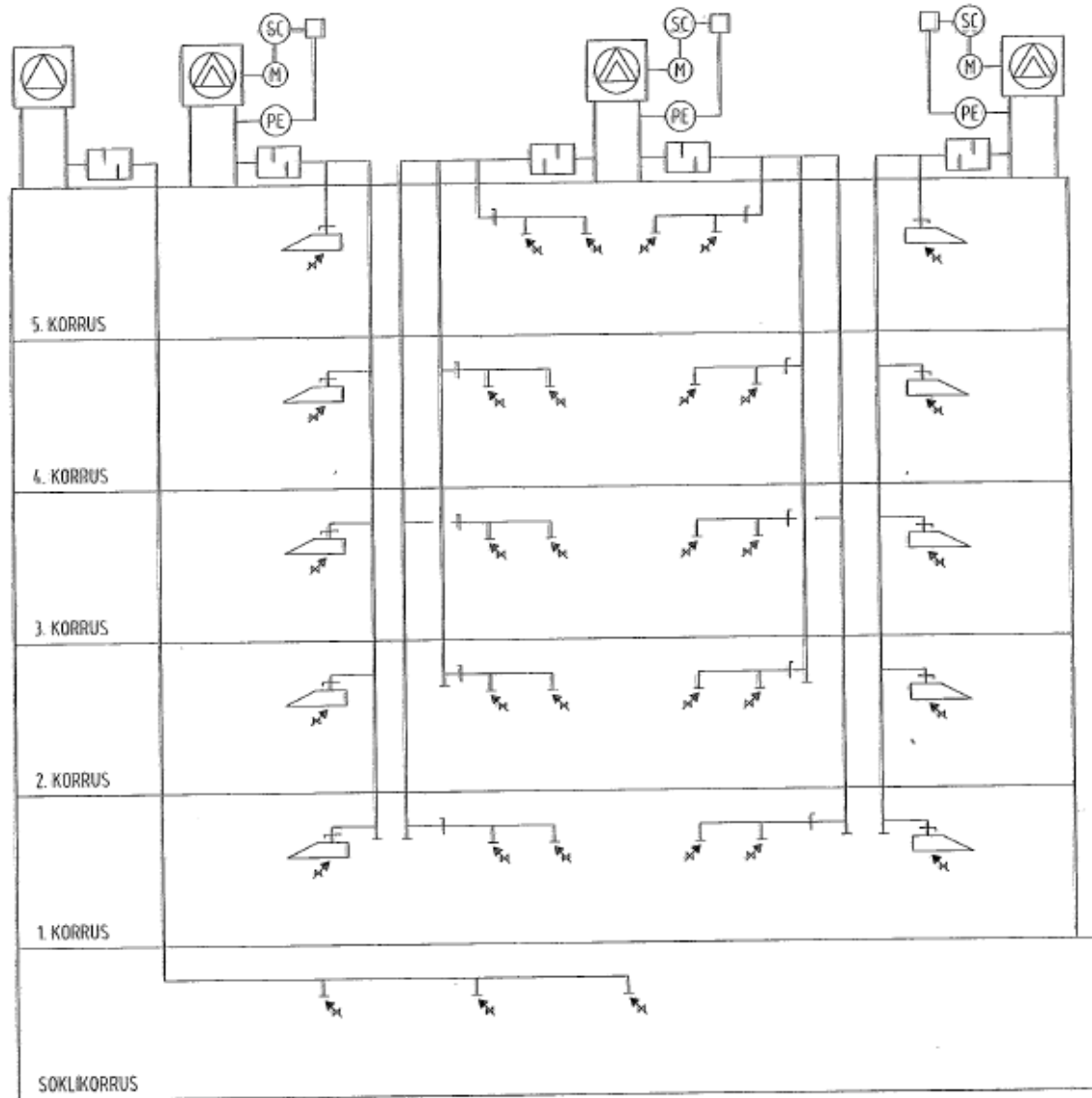


3. Asendada olemasolevad ventilatsioonirestid väljatõmbe plafoonidega
4. Kontrollida ja puhastada ventilatsiooni kanalid. Parim variant on eraldikanaliga hoonetes kanalid avada ja paigaldada tekkinud šahti plekist kanal.
5. Paigaldada väljatõmbe ventilaatorid
 - Igasse korterisse
 - Igale püstikule
 - Igasse korterisse+püstikule
 - Ühele sektsioonile

Peale 90-daid aastaid rajatud süsteemid on reeglina mehaanilise väljatõmbega

- ▶ Täiustamist võib vaja minna, kui:
 - Paigaldamata on jäetud värskeõhu klapid
 - Ei ole tagatud õhu liikumine eluruumidest kööki ja vannitubadesse
 - Ei ole arvestatud sellega, et ühe korteri elanike tegevus mõjutab kogu süsteemi
- ❖ vajalik paigaldada täiendav ühisventilaator
- ❖ vajalik paigaldada sagedusmuundur ja rõhuandurid

A-KORPUS



Renoveerimine kui eesmärgiks ka energiasääst



Siin tuleb lähtuda sellest, et tagatud saab ka nõutav sisekliima

Võimalikud on kaks erinevat varianti:

- ▶ Soojustagastiga sissepuhke-väljatõmbe süsteem
- ▶ Mehaaniline väljatõmbe süsteem, kus heitõhu soojus juhitakse vahesoojuskandja abil soojuspumpa ja sealt edasi kütte ja sooja tarbevee valmistamiseks

Tagastiga süsteemid



▶ Variandid:

1. Korterikohane süsteem, kus soojustagastiga agregaat paigaldatakse esiku lae alla või abiruumi. Sissepuhke õhk antakse elu- ja magamistubadesse, õhk eemaldatakse köökidest, WC-dest, vannitubadest.

Välisõhk võetakse läbi korteri välisseina ja juhatakse isoleeritud kanaliga (toa) lae alt agregaadini.

Heitõhk juhatakse olemasolevasse väljatõmbe kanalisse

2. Tsentraalne sissepuhke–väljatõmbe süsteem ühele hoone blokile või kogu elamule.

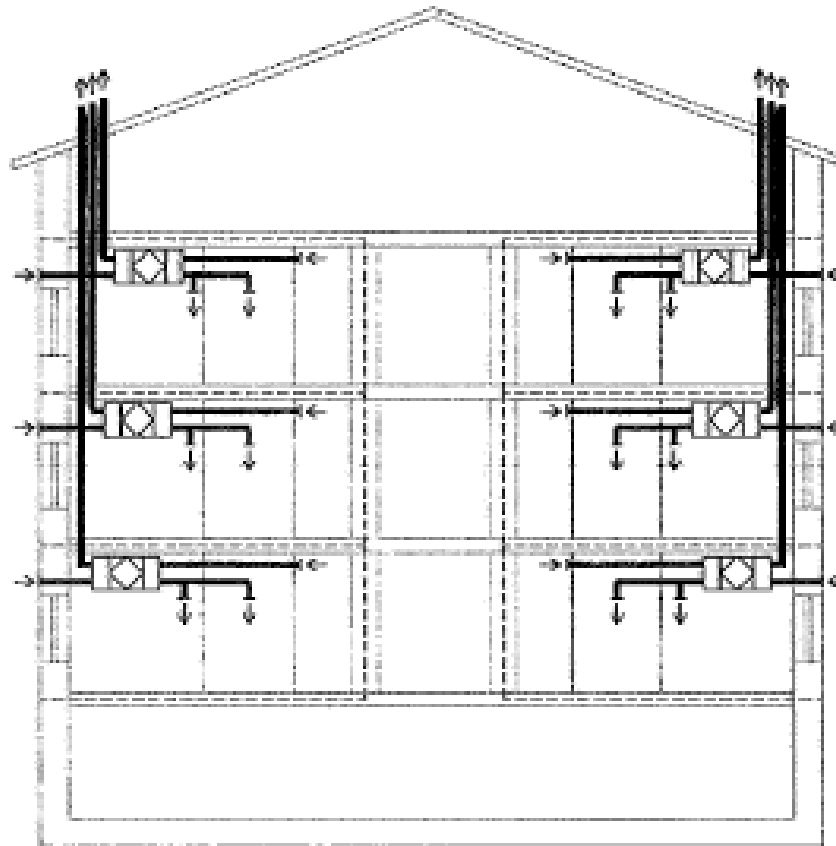
Ventilatsiooniseade paigaldatakse pööningule või katusele.

Heitõhk korteritest tuuakse pööningu või katuseni olemasolevate lõõride kaudu.

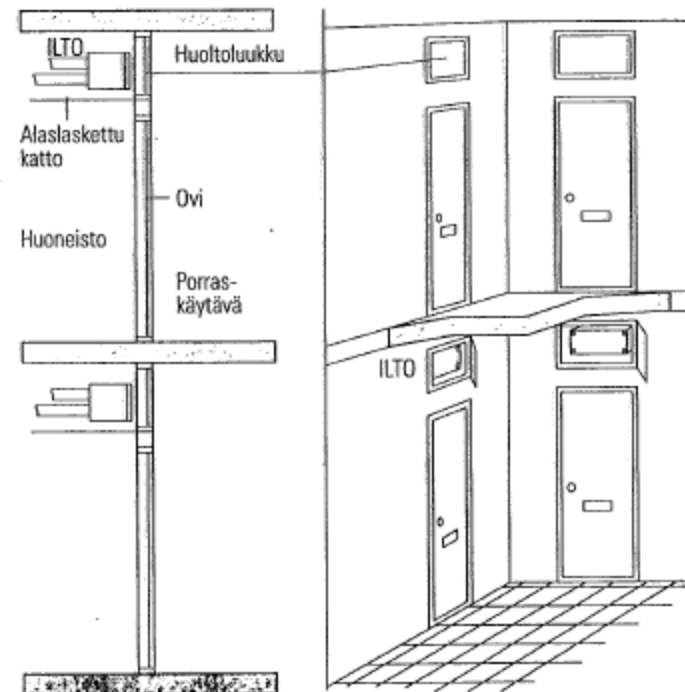
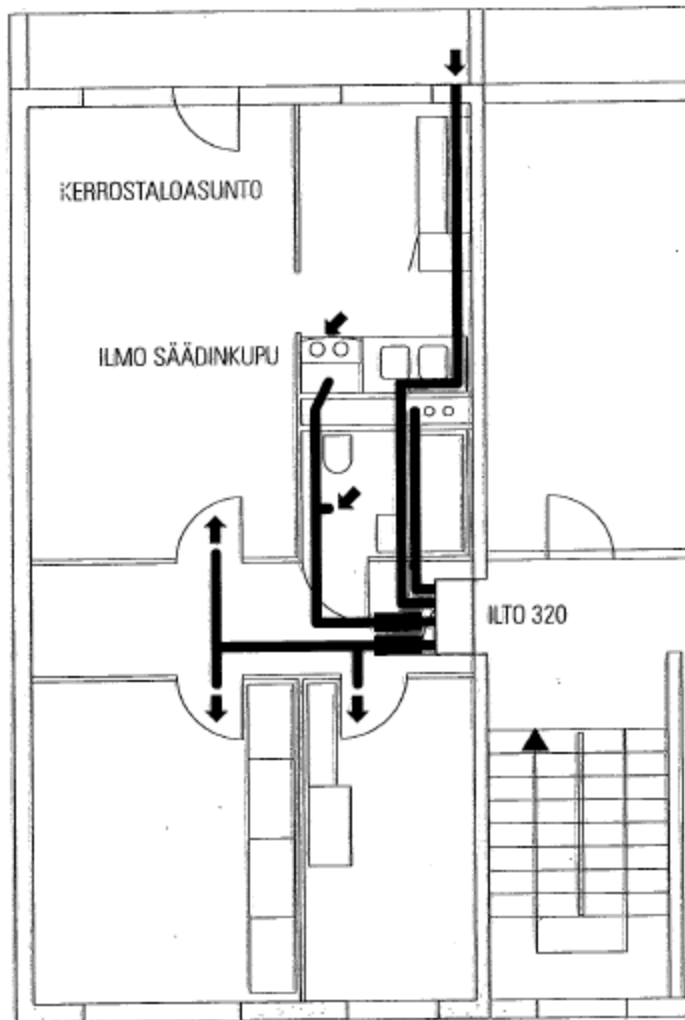
Sissepuhke õhk korrustele tuuakse spetsiaalse kanaliga, mis paigaldatakse näiteks prõgišahti ruumi või trepikoja nurka.

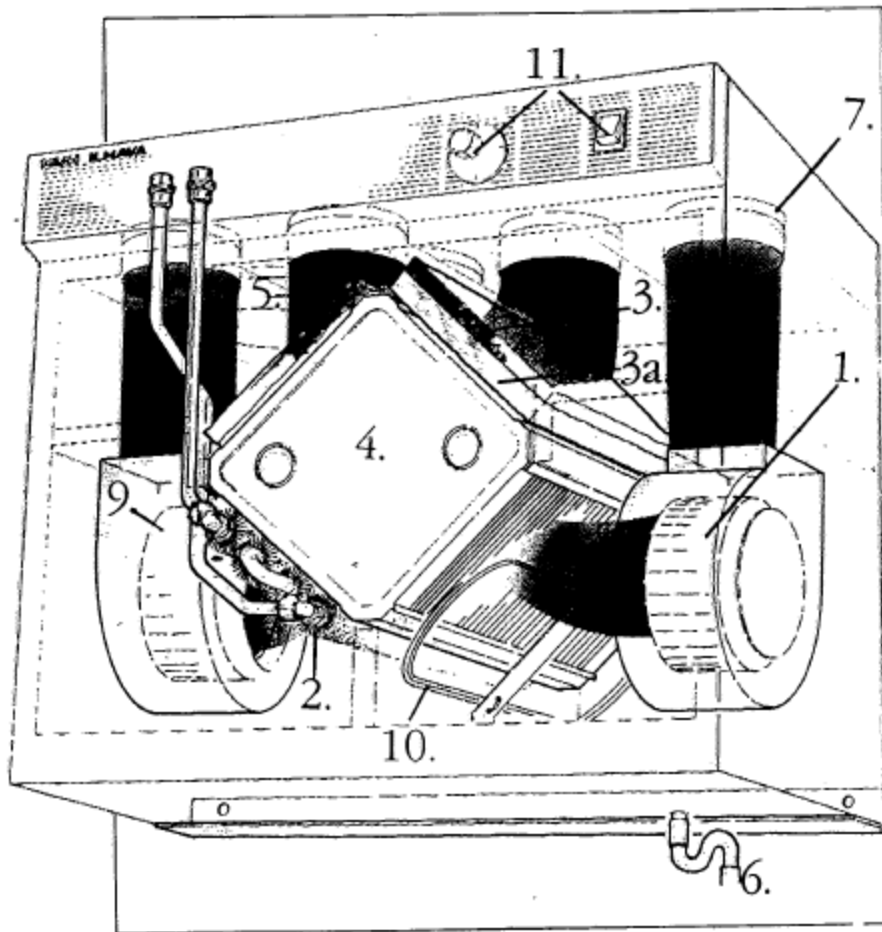
Sealt hargnemised korteritesse.

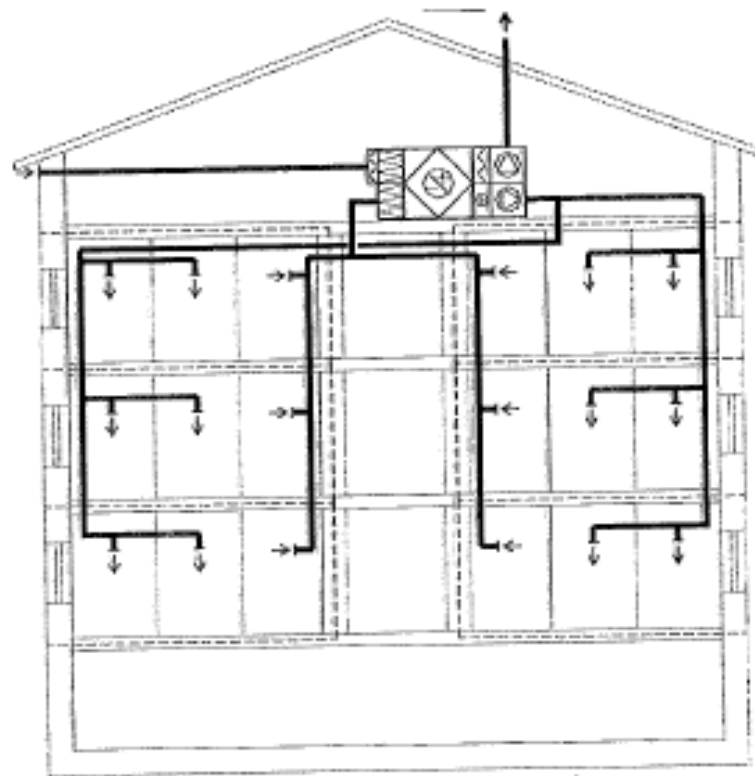
(Ei saa unustada tuletõrje nõudeid)



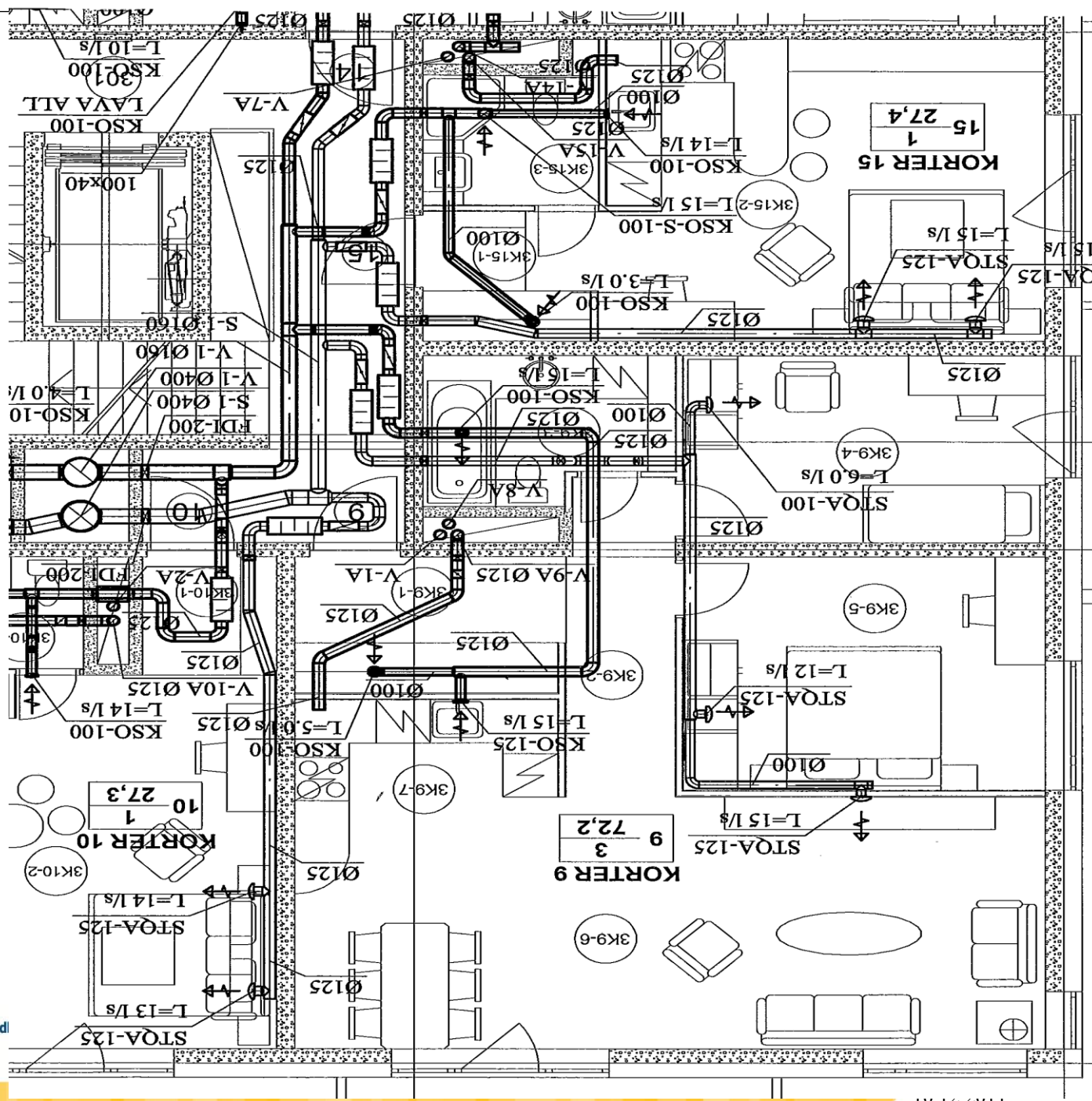
Joonis 12.10 Individuaalsete (lokaalsete) seadmetega sund sissepuhke-väljatõmbe süsteem



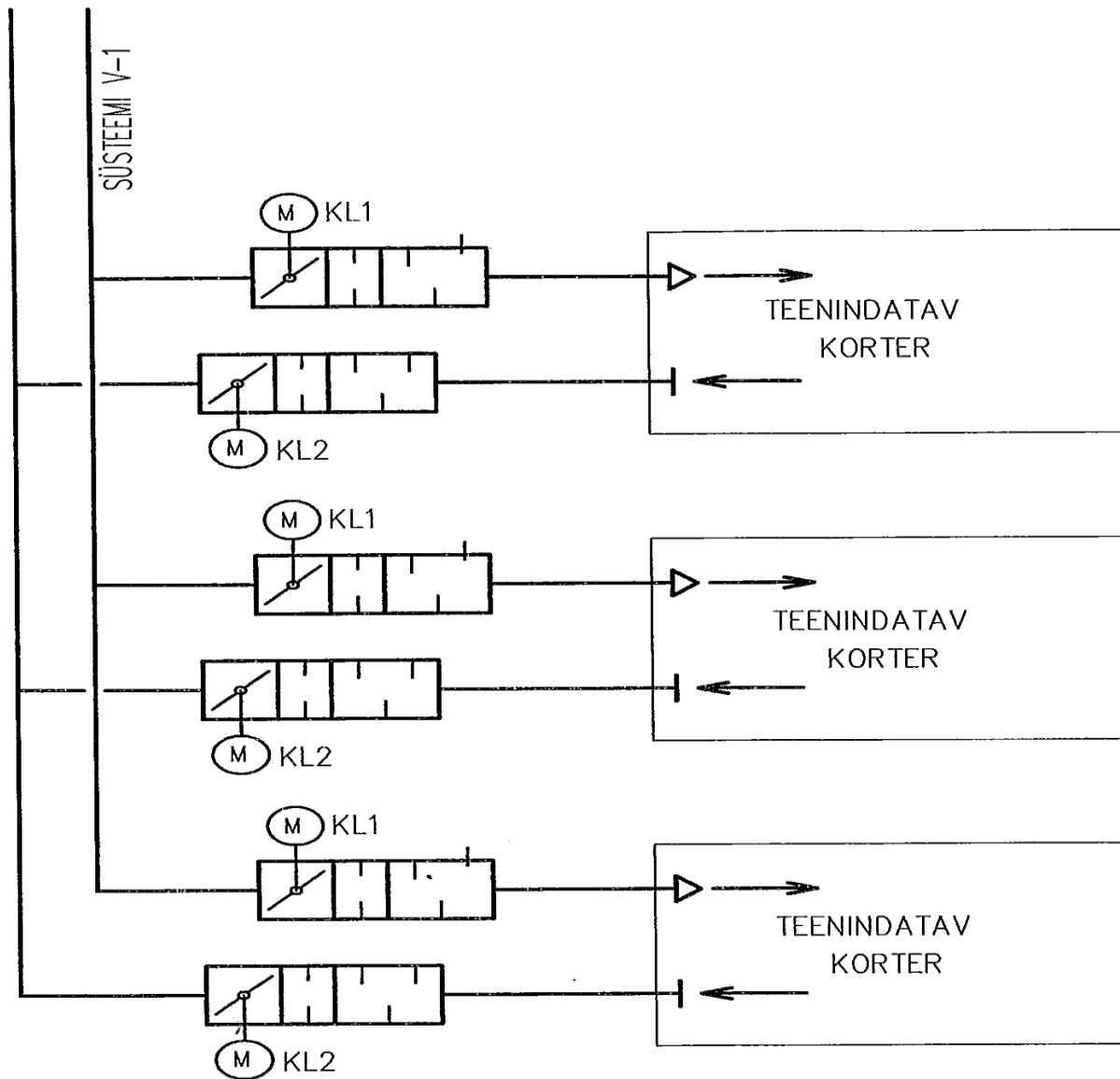




Joonis 12.11 Ühine sissepuhke-väljatõmbe süsteem



Sihtasutus Kredl



Soojuspumbaga süsteemid



Mehaanilise väljatõmbe süsteem säilib või see rajatakse rekonstrueerimise käigus.

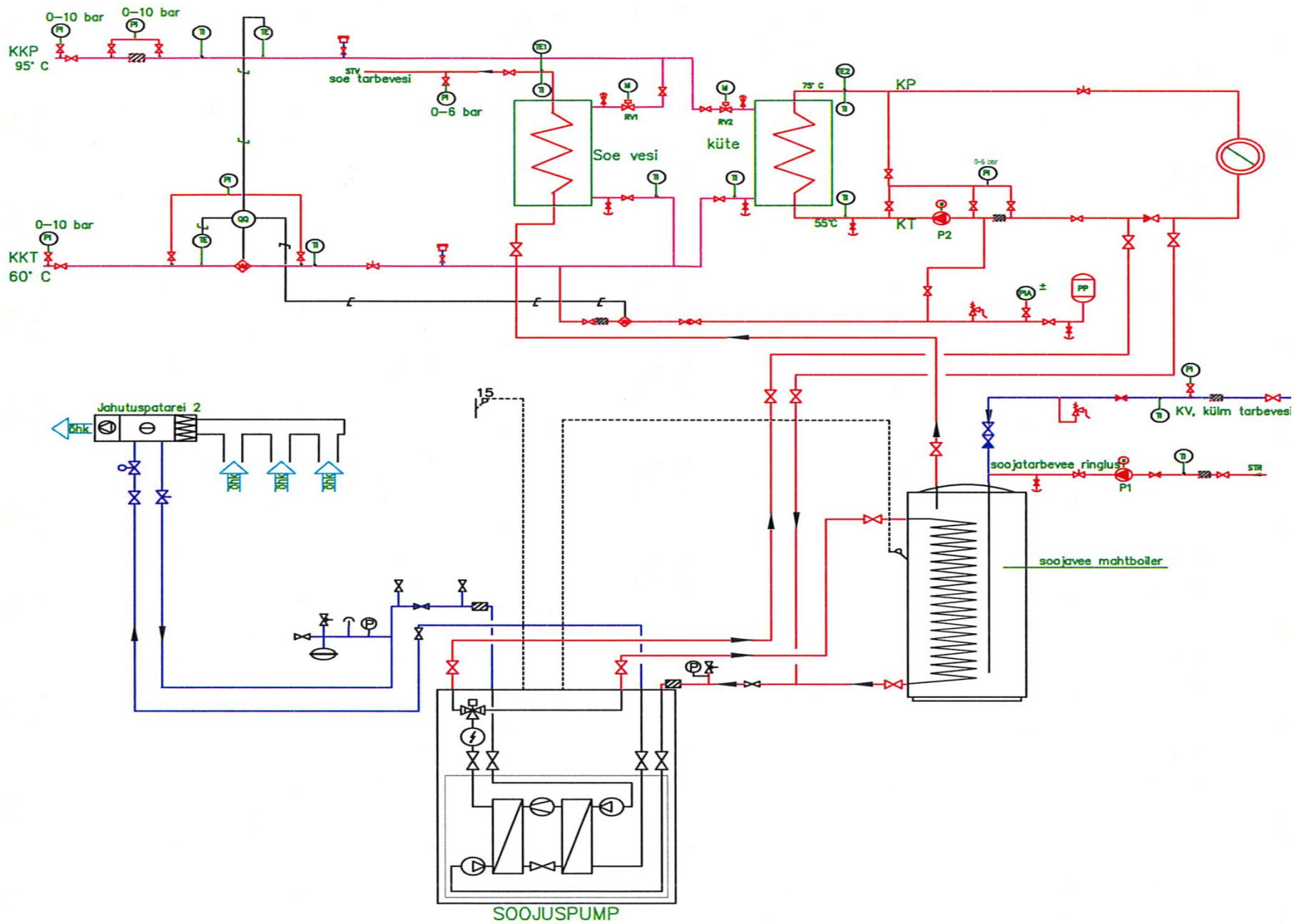
Heitõhk juhitakse katusele.

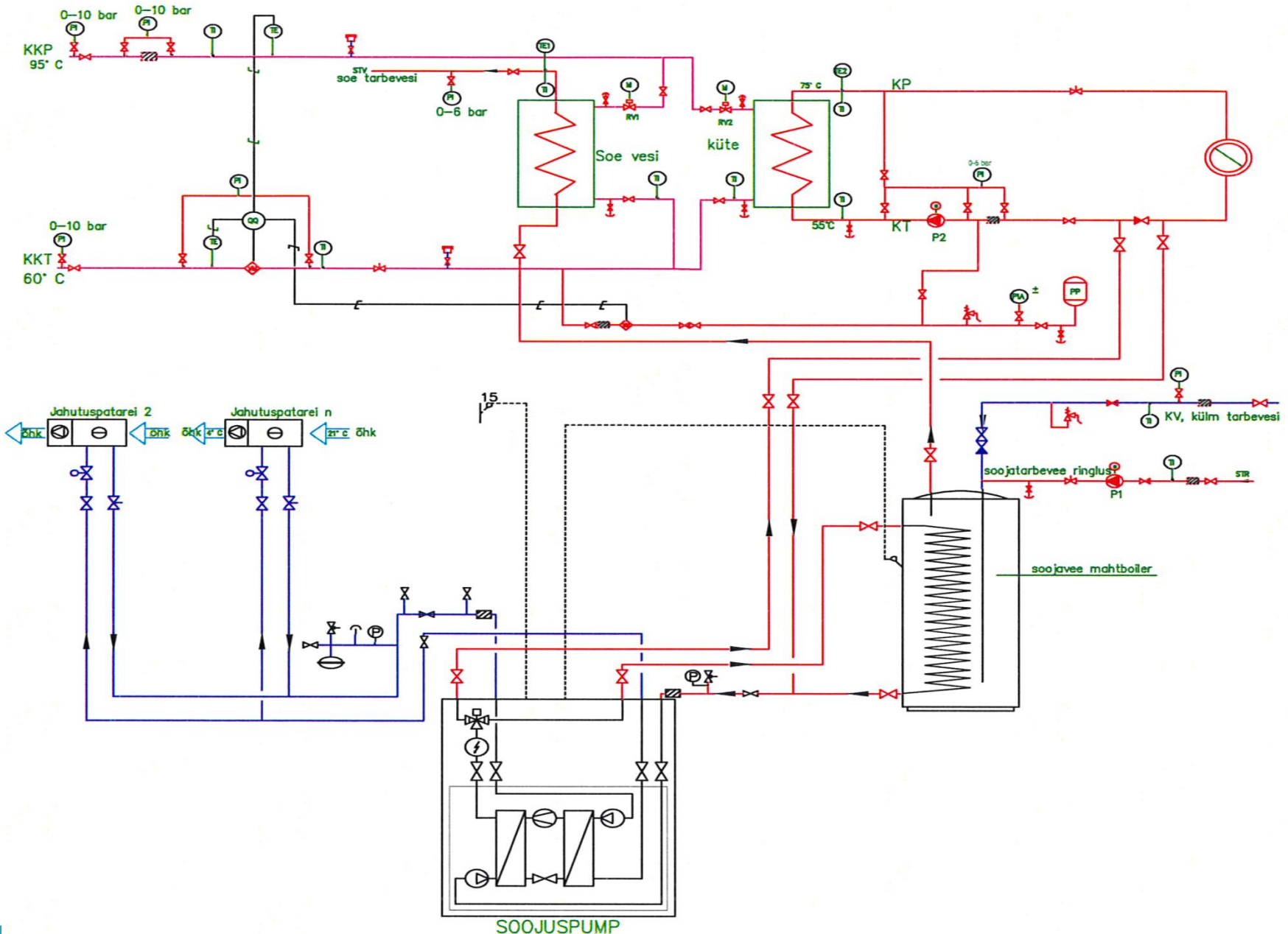
Variant 1: Heitõhk erinevatest püstikutest kogutakse ja juhitakse soojustagastuspatareiga varustatud väljatõmbe seadmesse.

Variant 2: Iga korstna otsa paigaldatakse soojustagastuspatarei koos väljatõmbe ventilaatoriga.

Mõlemal juhul antakse väljatõmbe õhu soojus vahesoojuskandjale

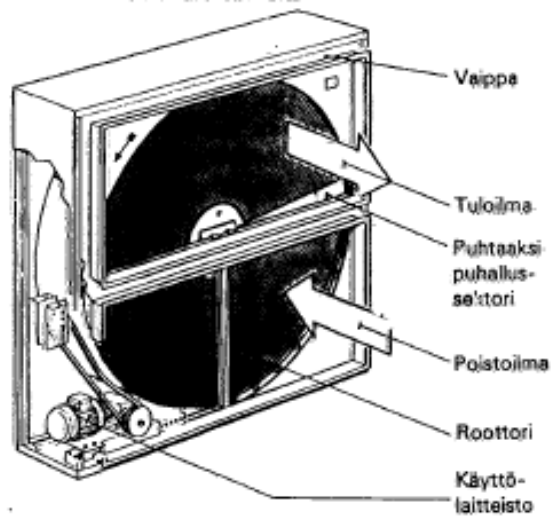
- ▶ Edasi juhitakse vahesoojuskandja soojuspumpa.
- ▶ Soojuspumbast saadud kõrgemate parameetritega soojuskandja abil soojendatakse talvisel perioodil ette küttesüsteemi soojuskandjat ja suvisel perioodil ning väga külmade ilmadega sooja tarbevett.



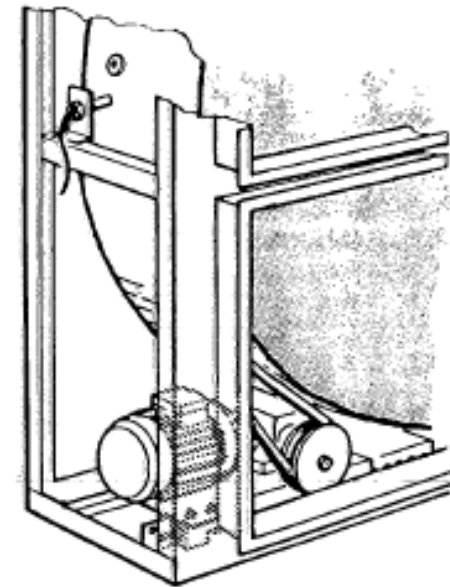
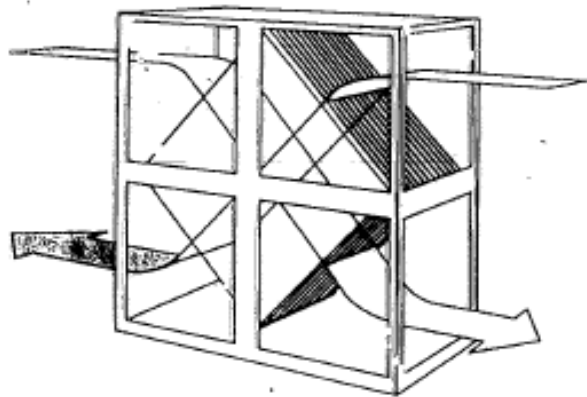
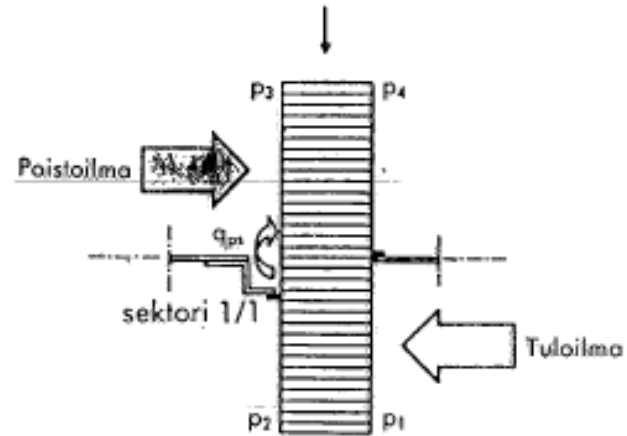


SOOJUSTAGASTID

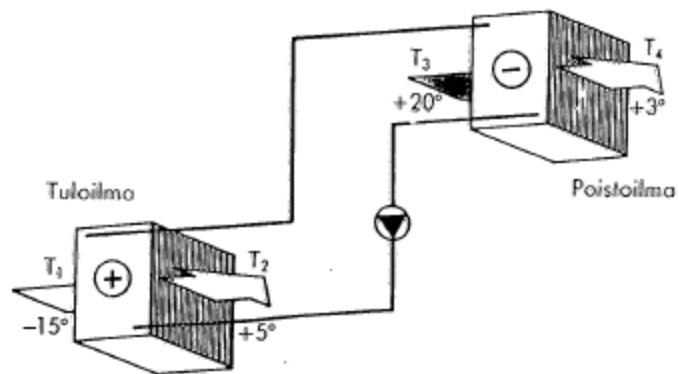
- ▶ Parim on rootortagasti– 70–80%
(ei saa kasutada elamutes)
- ▶ Plaattagasti– temperatuuritegur 60–70%
- ▶ Vahe-soojuskandjaga tagasti 50–60(40)%
(SP ja VT võivad olla eri kohtades, VT õhk ei segune sissepuhkega)
- ▶ Aastane kasutegur 85–95%



Kuva 1

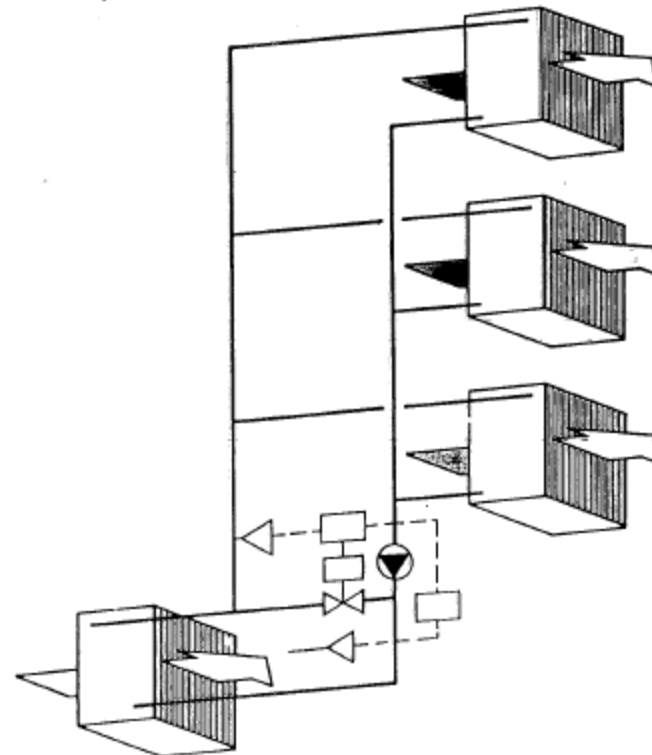


Kuva 3



$$\eta_T = \frac{5^\circ - (-15^\circ)}{20^\circ - (-15^\circ)} = 0,57$$

$$100 \cdot 0,57 = 57 \%$$



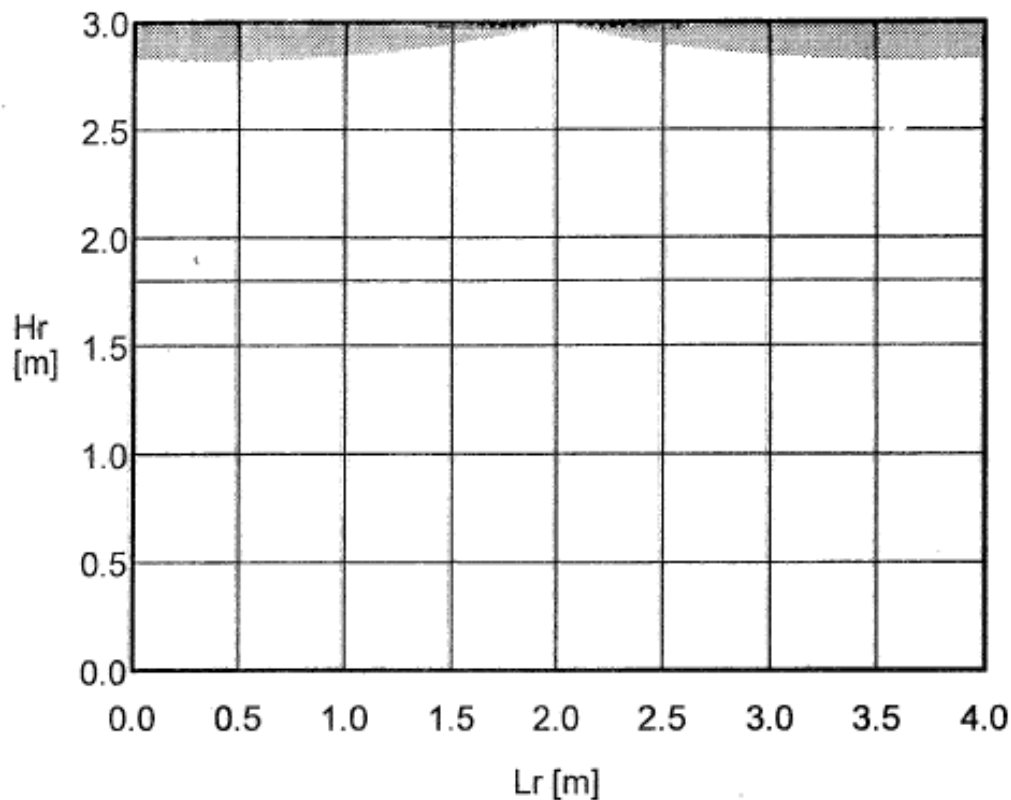
Vead ventilatsiooni rajamisel.

- ▶ Ventilatsiooni projekt puudub või on see läbi mõtlemata.
- ▶ Õhu juurdevoolu puudumine mehaanilise väljatõmbe või loomuliku ventilatsiooni süsteemides.
- ▶ Sissepuhutav õhk ei jõua inimeste viibimise tsooni.
- ▶ Esineb tuuletõmbust.
- ▶ Kasutatakse takistust suurendavaid ja müra tekitavaid ebaõnnestunud süsteemi elemente

- ▶ Kasutatakse “isetehtud” seadmeid.
- ▶ Suvalised asendused ventilatsiooniseadmete osas.
- ▶ “Isetegevus” süsteemide rekonstrueerimisel.
- ▶ Ebaõige soojustagasti valik või selle puudumine.
- ▶ Süsteemid automatiseerimata.
- ▶ Süsteemid seadistamata.
- ▶ Ventilatsioonilt oodatakse seda, milleks ta pole suuteline.

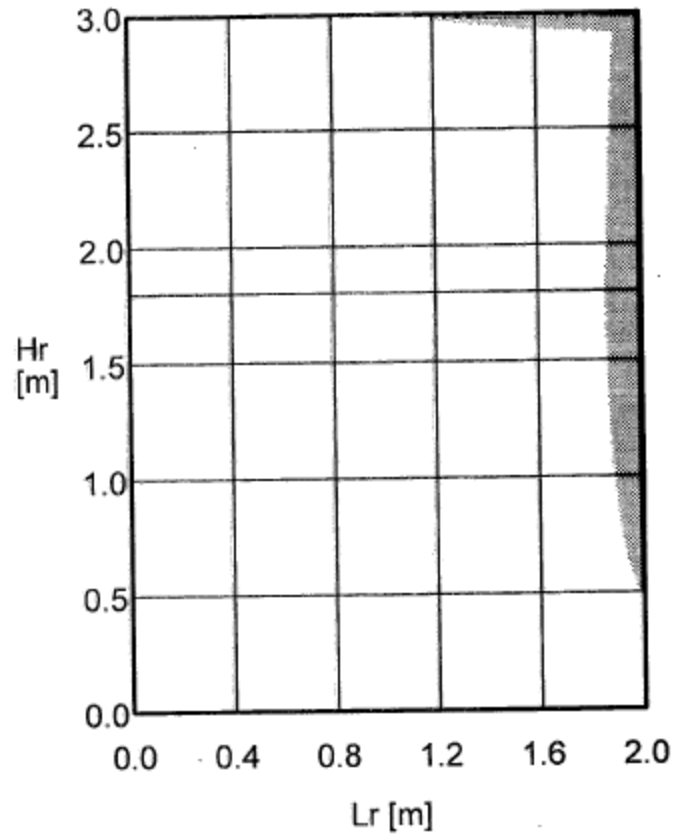


ULA-100(R)									
Hr	Lr/Wr	Hs	ΔT	qv	a	2002.01			
						[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
3.0	4.0	3.0	-2	15.0	8.0	0.00	0.10	0.40	0.60





ULA-100(R1)									
Hr [m]	Lr/Wr [m]	Hs [m]	ΔT [°C]	qv [dm ³ /s]	a	2002.01			
						[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
3.0	2.0	3.0	-2	15.0	8.0	0.15	0.10	0.40	0.60



Müra vältimine

- ▶ Õhujaotajad tuleb korrektselt arvutada
- ▶ Õhu liikumise kiirused kanalites tuleb valida vastavalt akustilistele nõuetele
- ▶ Seadmed tuleb valida optimaalses töörežiimis, sobivate akustiliste karakteristikutega, paigaldada sobivatesse kohtadesse
- ▶ Agregaadid tuleb valida keskmistele kiirustele
- ▶ Pea alati on vajalik kasutada mürasummuteid
- ▶ Vajadusel tuleb kasutada erinevaid müra isoleerivaid meetmeid
- ▶ Alati on vajalik teha akustiline arvutus.

Hea sisekliima jaoks on vaja korralikult töötavat kliimasüsteemi:

Uuring(lähteülesanne) >

Hinnang >

Ettepanek >

Tasuvusarvutus >

Korrektne projekt >

Korrektne teostus >

Seadistamine-häälestamine >

Instrueerimine >

Korrektne kasutamine >

Regulaarne hooldus.