

Tervikliku renoveerimise ventilatsioonilahendused

19.11.2011 EKVÜ ja Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi koolitus

Jarek Kurnitski

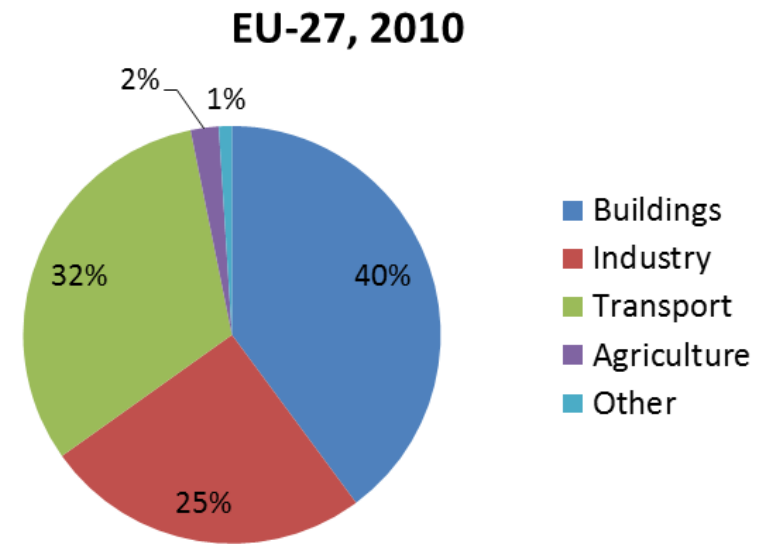
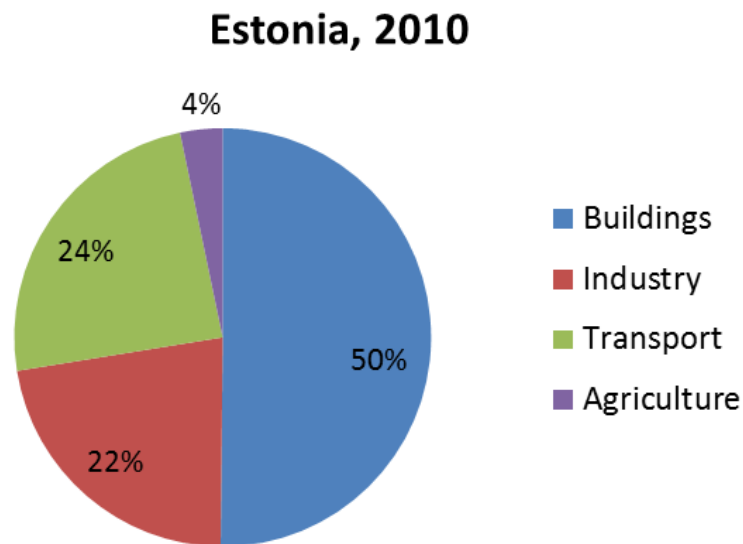
Professor, Tallinna Tehnikaülikool, Aalto Ülikool
Vice-president REHVA

www.nzeb.ee



Hoonete energiakasutus on ebaproportsionaalselt suur

- Energia lõpptarbimine Eestis 33-34 TWh/a
- Hoonete osakaal 50% (ilma tööstushooneteta)
- EL keskmine 40%



http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/c/c1/ENMAK-Hoonete-uuring-20.09.2013.pdf

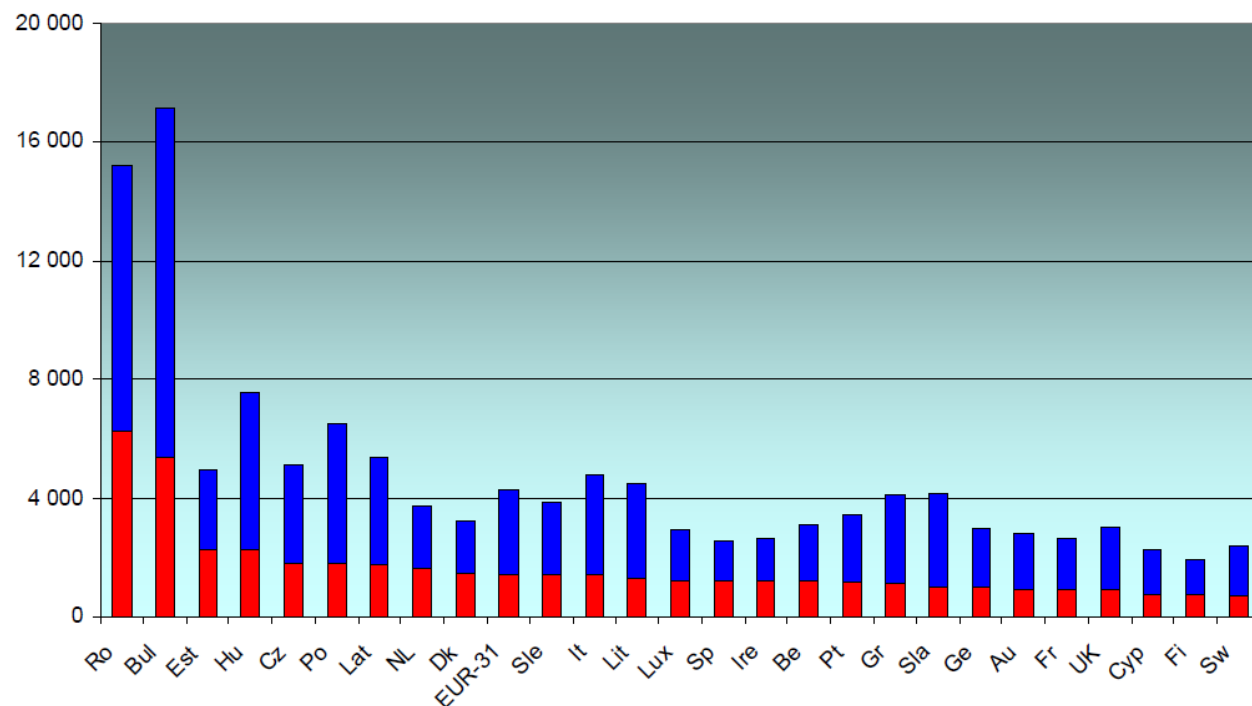
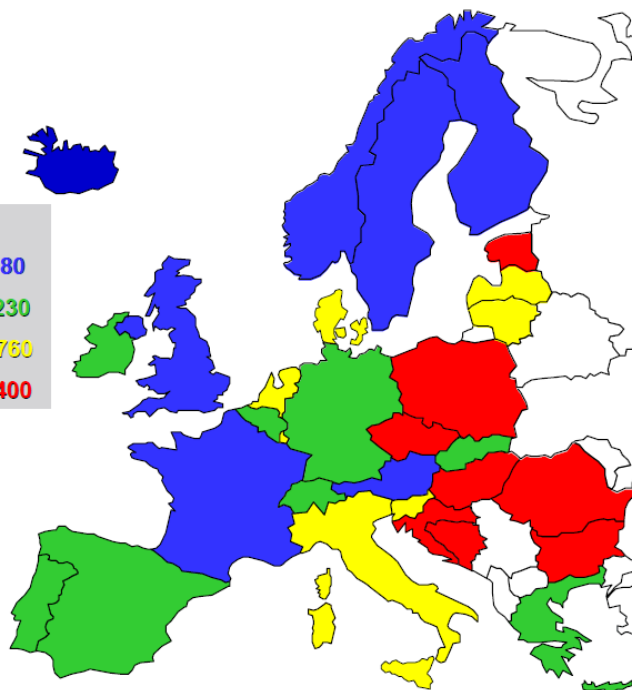


Terviklik rekonstrueerimine = mitte ainult energiasääst, vaid sisekliima, tööviljakus, kinnisvaraväärtus

- Puudulik sisekliima = 4900 DALY-t = **186 M€** riigile väljaminekut igal aastal
- ⇒ sisekliima arvelt ei tohi energiat säästa

DALY/year*million

- 1st Quartile, 690 – 980
- 2nd Quartile, 980 – 1230
- 3rd Quartile, 1230 – 1760
- 4th Quartile, 1760 – 8400



- DALY/aasta*miljon – disability adjusted lifeyear – tervelt elatud eluaastate kaotus. Sinine: välisõhu allikad, punane: siseõhu allikad. (IAIAQ, 2011)



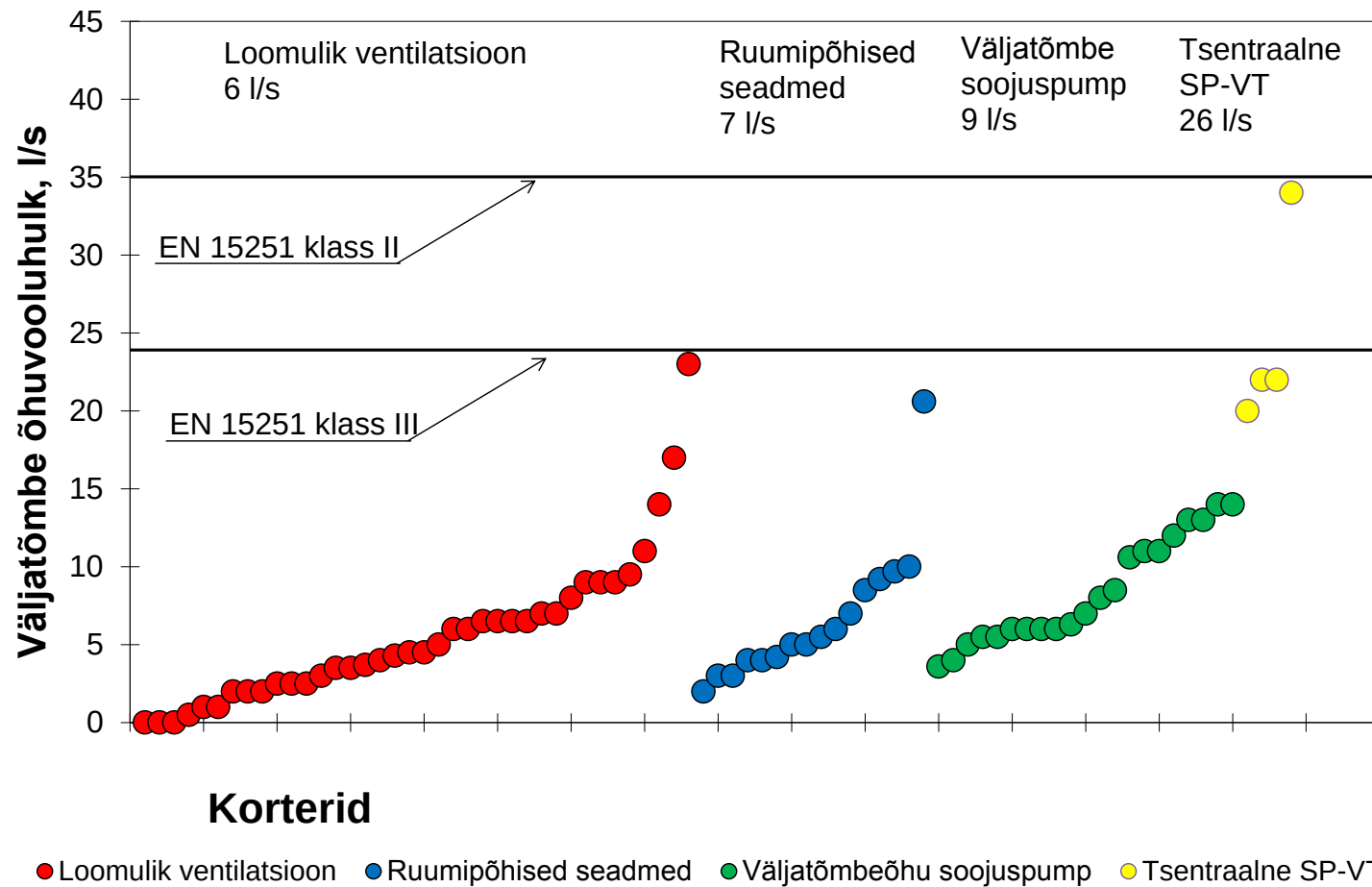
Korterelamute renoveerimine

- Viimastel aastatel on KredEx-i 25% ja 35% toetustega renoveeritud üle 600 korterelamu
 - Süsteem on hästi käivitunud, sisaldab uudseid elemente ka EL-i mastaabis ning selle eesmärk on olnud terviklik renoveerimine
 - Kõige suurem puudujääk on ventilatsioon, mida ei ole suudetud korralikult välja ehitada paljudel juhtudel
 - Silma hakkavad ka pealiskaudsed ja puudulikud projektid:
 - Projekteerimise maht kolm korda väiksem kui Soomes, tööprojektid tihti puudu
 - Objektil selle eest rohkem inimesi, kokkuhoidu ei ole, lõpptulemus kannatab
- ⇒ Tellimise, korraldamise, järelevalve ja tehniliste tingimuste õppetund järgmiseks struktuurivahendite perioodiks



20 renoveeritud korterelamu uuring

- Väljatõmbe õhuvooluhulk korteris erinevate ventilatsiooni renoveerimislahenduste korral



(Rekonstrueeritud korterelamute sisekliima ja energiatarbe seire ja analüüs ning nende vastavus standarditele ja energiaaudititele)



Ventilatsiooni vajadus elamutes

(uued ja oluliselt rekonstrueeritava hooned, sisekliima II klass)

- Pidev ventilatsioon (sissepuhe eluruumides ja väljatõmme niisketes ruumides, vahepeal siirdõhk)
- Sissepuhutav või- võetav õhk peab olema eelsoojendatud ja filtreeritud
- Sissepuhked vähemalt 12 l/s magamis- ja elutubades, (6 l/s inimese kohta)
- Väljatõmbed vähemalt 10 l/s WC, 15 l/s vannituba/pesuruum ja 8 l/s köök (1-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 10 l/s ja köögis 6 l/s)
- Köökides lisaks õhuvooluhulga suurendamise võimalus pliidikubust
- Nõudluspõhistes ventilatsioonisüsteemides õhuvooluhulkasid on võimalik vähendada CO₂ ja RH järgi juhtides



Ventilatsiooni vajadus renoveerimisel uue määruse eelnõu järgi

- Korterites pidev ventilatsioon õhuvahtuskordsusega vähemalt 0,5 1/h
- Eelsoojendatud sissepuhutav või -võetav õhk
- Sissepuhked vähemalt 10 l/s magamis- ja elutubades
- Sissepuhked müratasemel 25 dB(A) (rusikareegel 50% nominaalsest ventilatsiooniseadme õhuvooluhulgast)
- Väljatõmbed vähemalt 10 l/s WC, 15 l/s vannituba/pesuruum ja 8 l/s köök, erandina 1-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 10 l/s ja köögis 6 l/s

	Korteri pind, m ²	Väljatõmbe õhuvooluhulk, l/s				Sissepuhke õhuvooluhulk, l/s					Õhuvahtus	
		WC	Pesuruum	Köök	Kokku	Elutuba	MT1	MT2	MT3	Kokku	l/s m ²	1/h
I-toaline	35		10	6	16	10				10	0.46	0.63
II-toaline	55		15	8	23	10	10			20	0.42	0.58
III-toaline	70	10	15	8	33	10	10	10		30	0.47	0.65
IV-toaline	80	10	15	8	33	10	10	10	10	40	0.50	0.69
I, II ja III -toalistes tuleb suurendada sissepuhet, et ventilatsioon oleks tasakaalus												
IV-toalises tuleb suurendada väljatõmmet, et ventilatsioon oleks tasakaalus												



Tasakaalus, nõuetele vastav ventilatsioon

- Projekteerija suurendab punasega märgitud õhuvooluhulkasid vastavalt konkreetse korteri vajadustele (siirdõhk, 1 või 2 WC-d jne. aspektid)

	Korteri pind, m ²	Väljatõmbe õhuvooluhulk, l/s				Sissepuhke õhuvooluhulk, l/s					Õhuvahetus	
		WC	Pesuruum	Köök	Kokku	Elutuba	MT1	MT2	MT3	Kokku	l/s m ²	1/h
I-toaline	35		10	6	16	16				16	0.46	0.63
II-toaline	55		15	8	23	11	12			23	0.42	0.58
III-toaline	70	10	15	8	33	10	12	11		33	0.47	0.65
IV-toaline	80	12	16	12	40	10	10	10	10	40	0.50	0.69



25% toetuse tehnilised tingimused

- energiatõhususarvu D klass, $ETA \leq 180 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- piirajatega varustatud termostaatventiilid, mis võimaldaks reguleerida ruumi temperatuuri vahemikus 18-23 kraadi
- ventilatsioon vastavalt sisekliima standardi II klassi nõuetele või:
 - 1) korterites pidev ventilatsioon õhuvahetuskordsusega vähemalt 0,5 1/h;
 - 2) sissepuhke või -võetavad välisõhuvooluhulgad vähemalt 10 l/s magamis- ja elutubades müratasemel mitte üle 25 dB(A);
 - 3) väljatõmbe õhuvooluhulgad vähemalt 10 l/s WC, 15 l/s vannituba/pesuruum ja 8 l/s köök, erandina 1-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 10 l/s ja köögis 6 l/s;
 - 4) keskkütte puhul peab värske õhu klapi paiknemine tagama õhu eelsoojendamise (paiknema kas radiaatori taga või kohal või paigaldama värskeõhuradiaatori).

⇒ eelsoojendamist nõutakse, kuid soojustagastust ei pea olema eeldusel, et saavutatakse D klass



40% toetuse tehnilised tingimused

- energiatõhususarvu C klass, $ETA \leq 150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- radiaatoritele piirajatega varustatud termostaatventiilid, mis võimaldaks reguleerida ruumi temperatuuri vahemikus 18-23 kraadi
- paigaldama korterelamusse soojustagastusega sissepuhke ja väljatõmbe ventilatsioonisüsteemi, mis teenindab kõiki korterite ruume; või soojustpumbaga soojustagastusega väljatõmbe ventilatsioonisüsteemi mis tagab võrdväärse sisekliima ja on varustatud välisõhu eelsoojendamise ja filtreerimise seadmetega nagu värske õhu radiaatorid;
- ventilatsioon vastavalt sisekliima standardi II klassi nõuetele või:
 - 1) korterites pidev ventilatsioon õhuvahetuskordsusega vähemalt 0,5 1/h;
 - 2) ilma elektrilise eelküttekalorifeerita ventilatsiooniseadmed; sissepuhke välisõhuvooluhulgad vähemalt 10 l/s magamis- ja elutubades müratasemel mitte üle 25 dB(A);
 - 3) väljatõmbe õhuvooluhulgad vähemalt 10 l/s WC, 15 l/s vannituba/pesuruum ja 8 l/s köök, erandina 1-toaliste korterite pesuruumis vähemalt 10 l/s ja köögis 6 l/s.

⇒ sissepuhke ja väljatõmbeventilatsioon soojustagastusega või väljatõmbeõhu soojustpump värske õhu radiaatoritega + tagada C klass



Võimalikud ventilatsioonilahendused

- Mehaaniline väljatõmme värske õhu klapiga (25% toetus) – hädalahendus, mis hakkab reeglina peale puhuma alla 10°C välistemperatuuril – rahulolu garantii asemel elanikule villased sokid
- Mehaaniline väljatõmme värske õhu radiaatoriga – soovitatav lahendus koos väljatõmbeõhu soojuspumbaga (loetakse teatud reservatsioonidega sisekliima tagamisel võrdväärseks sissepuhke ja väljatõmbeventilatsiooniga)
- Sissepuhke ja väljatõmbeventilatsioon soojustagastusega (tsentraalne, korteripõhine või midagi vahepealset sõltuvalt hoonesse sobitamisest)
- 40% toetuse puhul tuleb saavutada energiamärgise C klass, energiatõhususarv $\leq 150 \text{ kWh/m}^2$ - eelduseks soojustagastus (soojuspump või sissepuhke ja väljatõmbeventilatsioon)



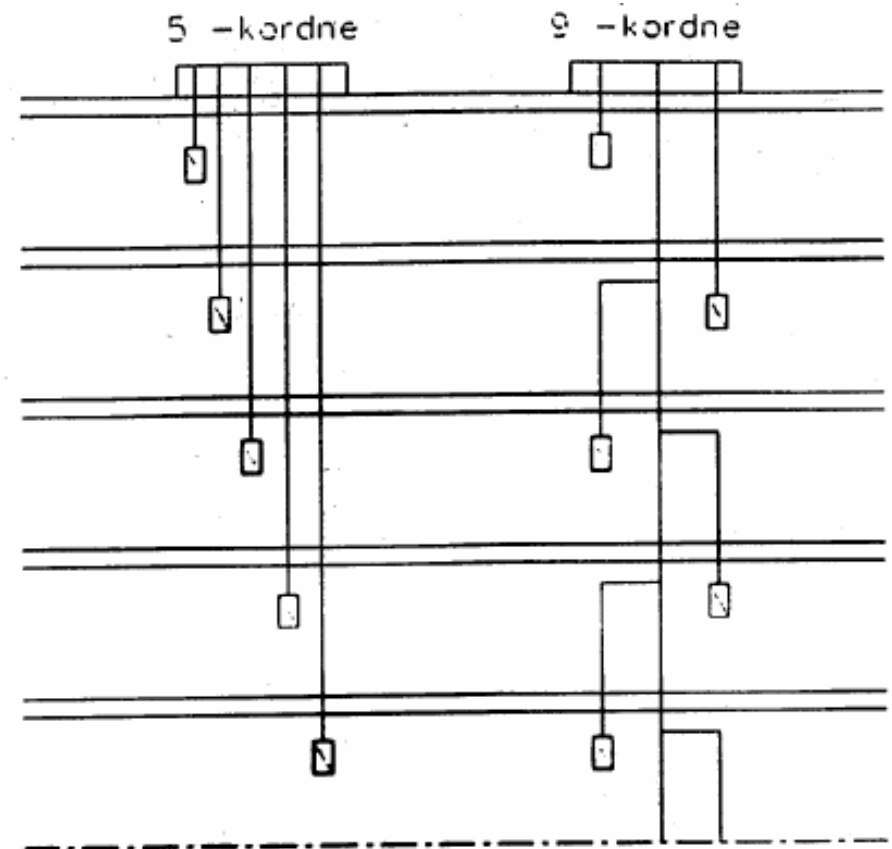
Lahendused, mis ei ole töötanud



Lahendused, mis ei ole töötanud

■ Loomulik ventilatsioon:

- Ebapiisav õhuvahetus (peale akende vahetust)
- Puudulik siseõhu kvaliteet
- Kontrollimatu toimivus
- Suur energiakulu
- Puhub peale (värske õhu klappidega)
- Liigniiskus

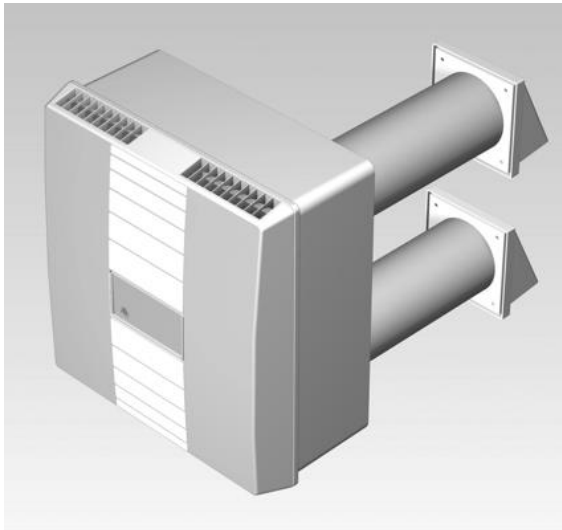




Lahendused, mis ei ole töötanud

■ Ruumipõhised ventilatsiooniseadmed

- Ventilatsiooniseade magamistoa ja elutoa seinas
- Hea soojustagastus, aga elamukasutuses problemaatiline
- Sissepuhe ja väljatõmme problemaatiliselt samas ruumis – osade seadmete puhul lahendatav väljatõmbeõhukanaliga
- Lisaväljatõmbed vajalikud köögist, WC-st ja pesuruumist – topeltõhuvooluhulgad hävitavad soojustagastuse

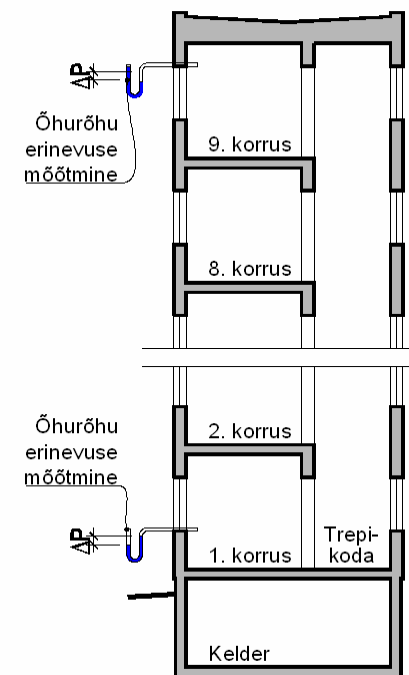
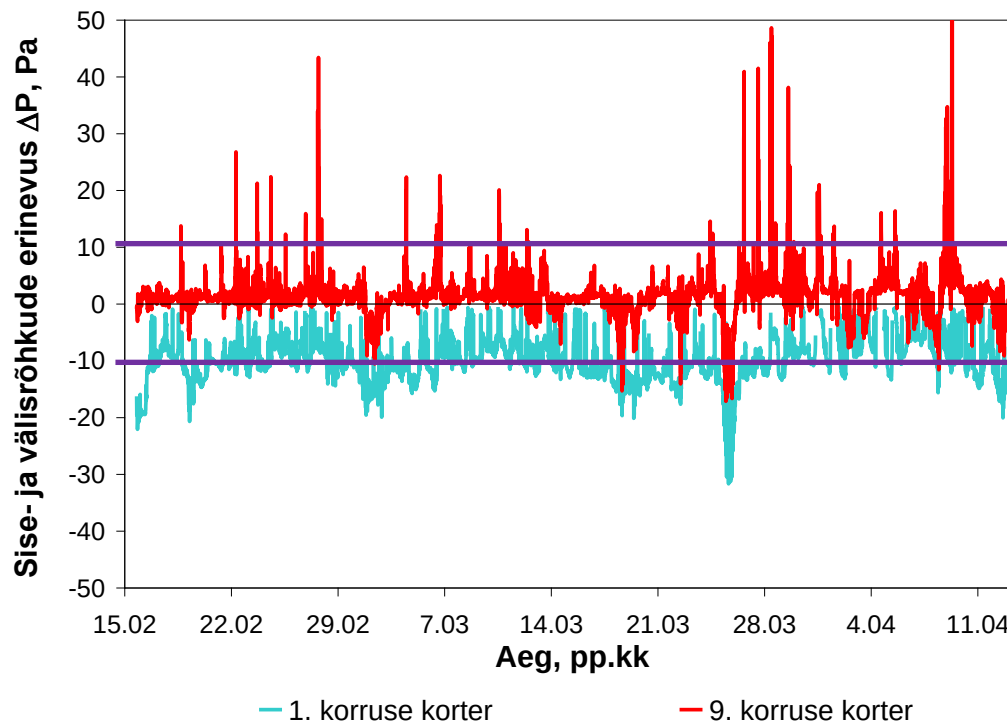
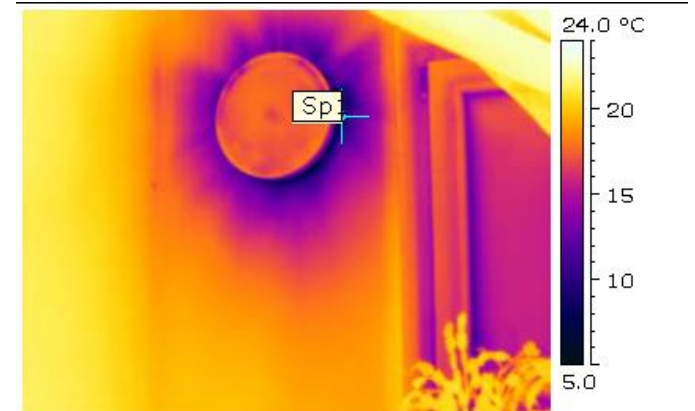




Lahendused, mis ei ole töötanud

■ Ruumipõhiste ventilatsiooniseadmete probleemid:

- Müra: ebapiisav õhuvooluhulk müra taotlustaseme juures
- Jäätumine talvel osadel seadmetel
- Väike rõhutõus – alumistel korrustel võivad töötada värskeõhuklapina
- Soojuslik mugavus kui soojustagastust ei ole



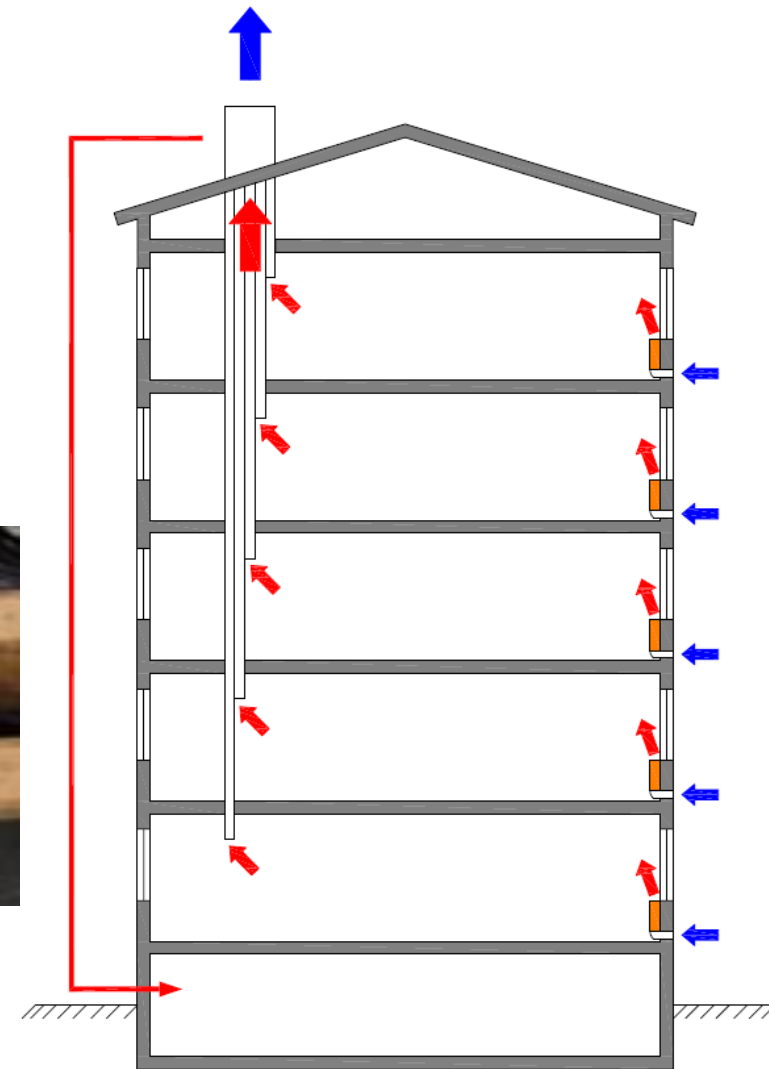


Soovitavad lahendused



Mehaaniline väljatõmme, väljatõmbeõhu-soojuspump ja värске õhu radiaatorid

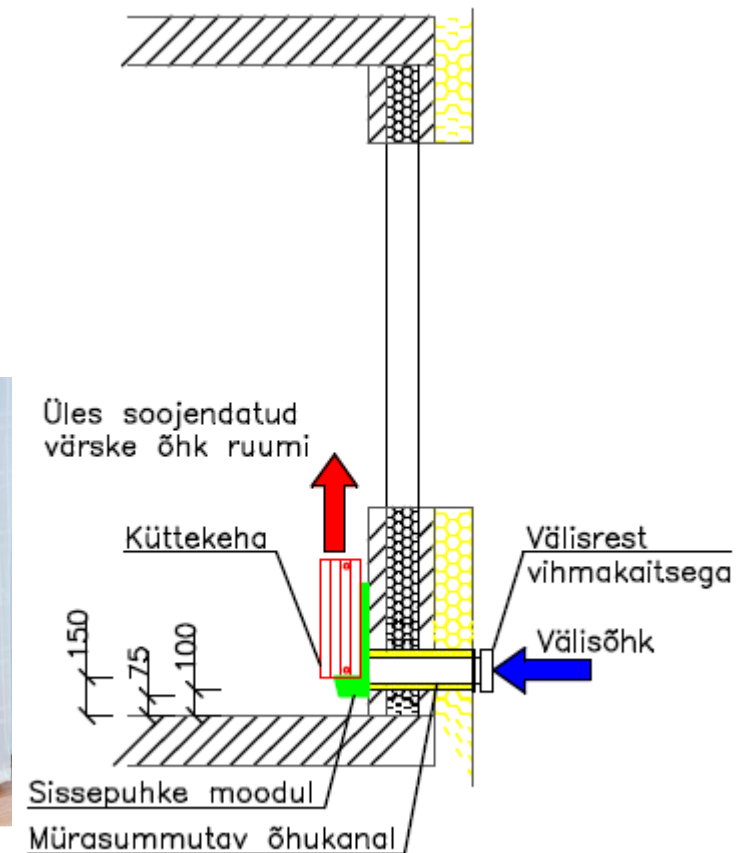
- soojustagastus: 60-70% (soe vesi ja kütte tagasivool)
- välisõhk: värскеõhuradiaatorid elu- ja magamistubades
- väljatõmme: köök, WC, pesuruum
- soojuspumbad: katusel või keldris
- väljatõmbetorustik: tihendatud lõõrid





Mehaaniline väljatõmme, väljatõmbeõhu-soojuspump ja värske õhu radiaatorid

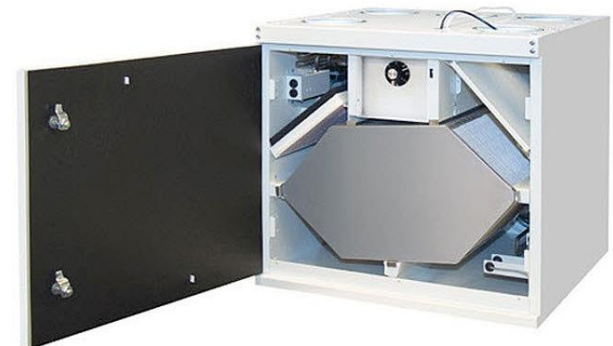
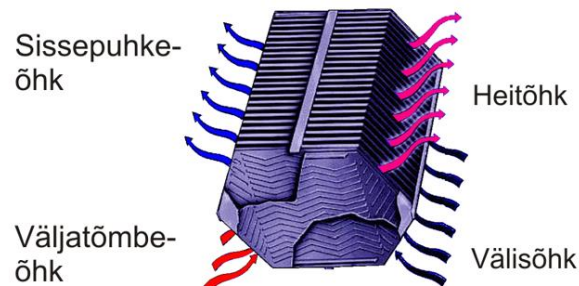
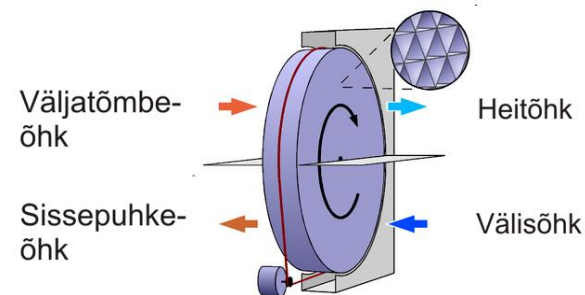
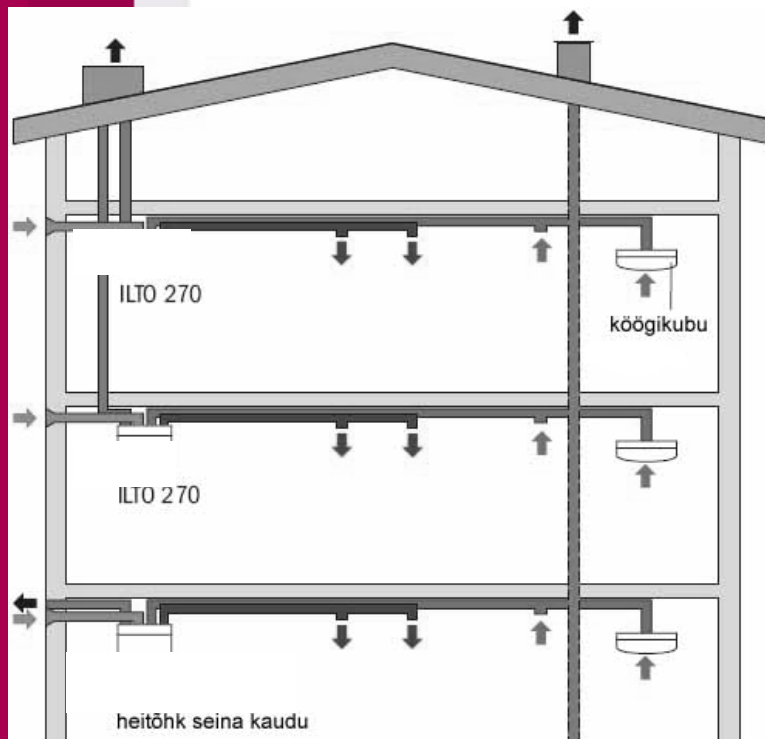
- C klassi saavutamine nõuab ka muid meetmeid (näiteks PV katusel, soojustagastus heitveest jne.)
- Lõõride tihendamine oluline – tulevikus nõutakse õhuvooluhulkade mõõtmis-protokolle





Korteripõhine ventilatsiooniregulaator

- soojustagastus 60-80%
- sissepuhe: magamistuba, elutuba
- väljatõmme: köök, WC, dušš, esik
- seade: esikusse, vannituppa + mürasummutid
- jaotustorustik: Ø70...125 mm lae all



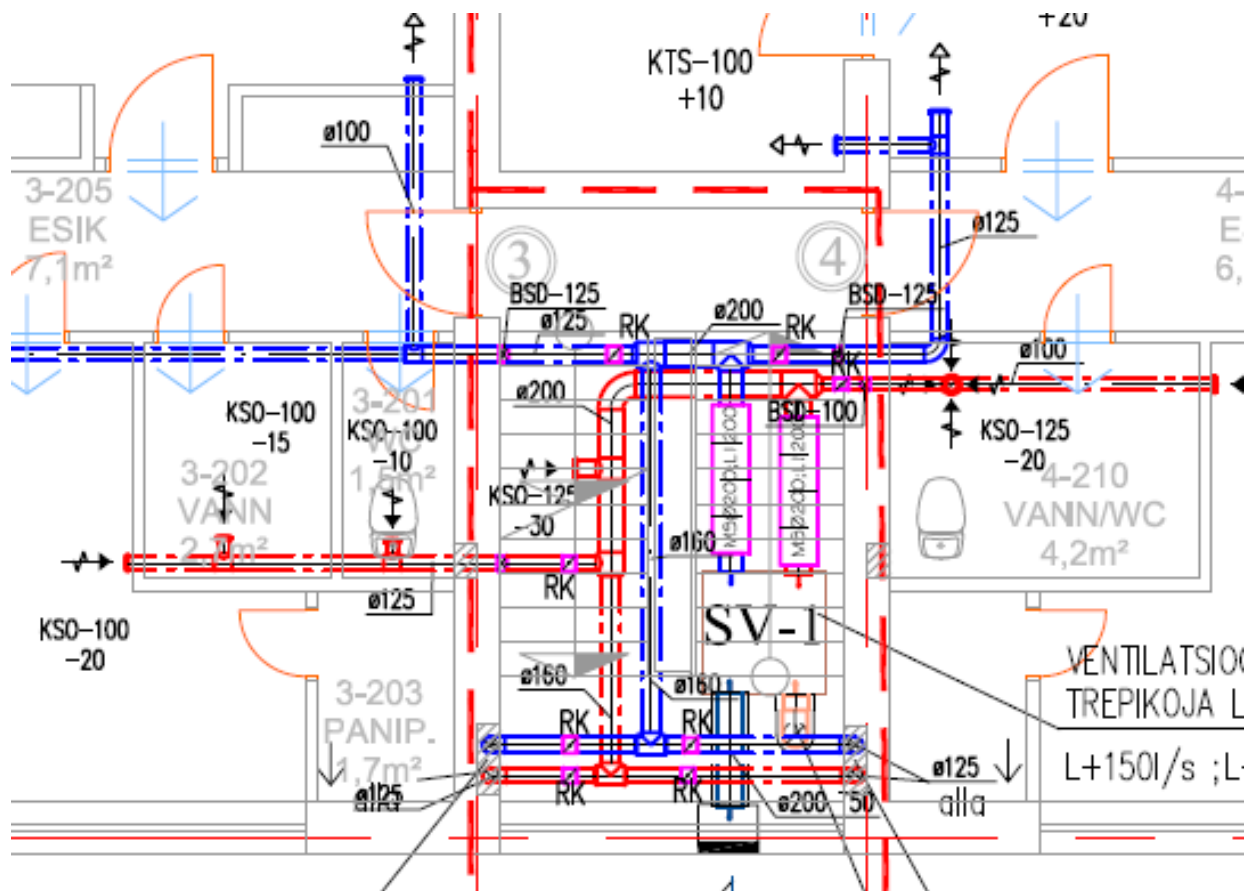


Korteripõhine ventilatsiooniagregaat



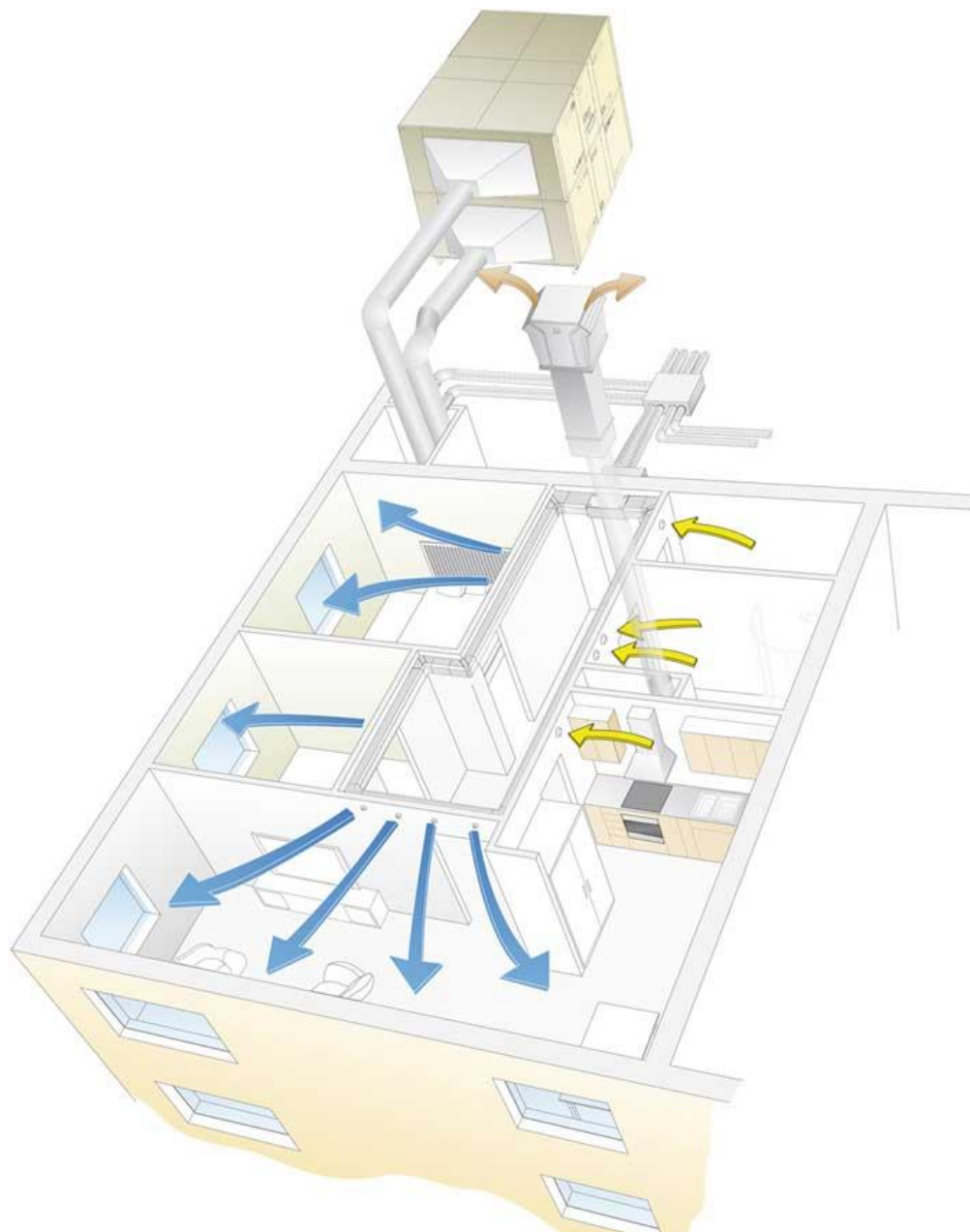


Tsentraalne ventilatsiooniagregaat





Tehases toodetud torustiku-, paigaldus- ja viimistluselemendid



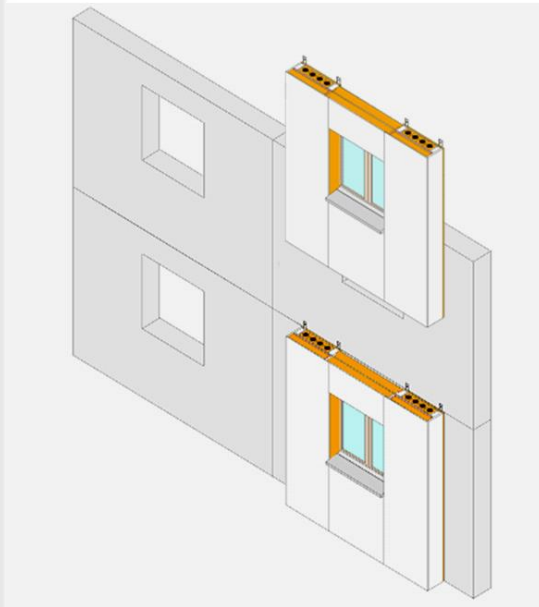


Paigaldus korteris ühe päevaga!





Tehases toodetud elementidega renoveerimine (sissepuhketorustik fassaadis)





Tehases toodetud elementidega renoveerimine



RIIHIMÄEN KOTIKULMA / TALO 10 Saturnuksenkatu 2, Riihimäki



Tehases toodetud elementidega renoveerimine



RIIHIMÄEN KOTIKULMA / TALO 10 Saturnuksenkatu 2, Riihimäki



Järeldused

- Praegune renoveerimise kogemus kutsub parandama ventilatsioonilahendusi ja projektide kvaliteeti

Ennast tõestanud lahendused:

- Väljatõmbeõhu soojuspump koos värske õhu radiaatoritega
- Esimesed sissepuhke ja väljatõmbeventilatsiooni korteripõhised ja tsentraalsed paigaldused

Edaspidi tuleb pöörata tähelepanu:

- Lõõride tihendamine, ventilatsiooni tasakaalustamine, mõõtmisprotokollid
- Soojuspumpade automaatika ja kaugjälgimine
- Ventilatsiooni müra
- 40% toetus peaks pakkuma hea taimelava uudsetele lahendustele