



Rīgas Tehniskās universitātes
Būvniecības fakultāte

Apkure, ventilācija un gaisa kondicionēšana

Kursa darbs
Dzīvojamās ēkas apkure un ventilācija

Izpildīja: Kristaps Kuzņecovs
Stud. apl. Nr. 081RBC049
3. kurss, dienas nodaļa
Specialitāte: RBCB03

Rīga 2010. g.

Saturs

Saturs	2
1. Izejas dati apkures un ventilācijas projektēšanai	4
1. Projektējamās ēkas īss raksturojums	4
1. Vispārīgā daļa	4
2. Apbūves vietas raksturojums	4
3. Ēkas situācijas plāns un labiekārtošana	4
4. Ēkas telpiskais plānojums	5
5. Konstruktīvie risinājumi	5
2. Apvidus klimatiskie dati	6
3. Telpu iekšējā gaisa parametri un gaisa apmaiņa	7
2. Ārējo norobežojošo konstrukciju siltumtehnikais aprēķins	7
1. Siltumizolācijas slāņa biezuma noteikšana ārsienai	7
2. Siltuma inerces raksturojuma noteikšana ārsienai	8
3. Ārsienas iekšējās virsmas temperatūras pārbaude	9
4. Siltuma transmisijas koeficientu noteikšana	10
pārējām norobežojošajām konstrukcijām	10
1. Bēniņu un garāžas pārsegums	10
2. Starpstāvu pārsegums	10
3. PAGRABA PĀRSEGUMS	10
4. PAGRABA GRĪDA	11
5. GARĀŽAS GRĪDA	11
6. PAGRABA SIENAS	11
7. Citi konstruktīvie elementi	12
3. Siltuma zudumu aprēķins	12
4. Ēkas īpatnējā siltuma raksturojuma noteikšana	16
5. Sildķermeņa aprēķins	17
1. Sildķermeņu uzstādīšanas, pievienošanas cauruļvadiem un	17
siltuma atdeves regulēšanas paņēmiena aparaksts	17
2. Sildķermeņa tehniskais raksturojums	17
3. Sildķermeņa sildvirsmas aprēķins	18
6. Siltuma avota izvēle un iekārtas aprēķins	19

1. Apkures katlu katla izvēle	19
2. Dūmvadu un dūmeņa aprēķins.....	19
1. Dūmeņa šķērsriezuma laukums.....	19
2. Horizontālo dūmvadu nepieciešamais šķērsriezuma laukums	19
3. Kurināmā patēriņš.....	20
1. Kurināmā patēriņš stundā	20
2. Kurināmā patēriņš sezonā.....	20
3. Šķidrā kurināmā uzglabāšanas rezervuāri	20
4. Nepieciešamais gaisa daudzums kurināmā sadedzināšanai.....	20
5. Gaisa pievadkanālu šķērsriezuma laukums	21
7. Apkures sistēmas izvietojums	21
8. Izplešanās tvertnes aprēķins un konstrukcijas izvēle.....	21
9. Apkures sistēmas cauruļvadu hidrauliskais aprēķins.....	22
10. Ventilācijas sistēmas aprēķins.....	25
1. Nepieciešamās gaisa apmaiņas tabula un noplūdes restīšu izvēle.....	25
2. Ventilācijas kanālu aprēķins.....	25
11. Bibliogrāfija	26
Pielikums	29

Paskaidrojuma raksts

1. Izejas dati apkures un ventilācijas projektēšanai

Jāieprojektē dabiskās cirkulācijas, strupceļa, divcauruļu, vertikālā ūdens apkures sistēma un dabiskā ventilācija divstāvu viengimenes dzīvojamā ēkā. Sildķermeņi – čuguna sekciju radiatori, izplešanās tvertne – vaļējā. Silta ūdens apgāde tiek paredzēta no individuāliem dīzeļdegvielas sildītājiem.

Kursa darba norādījumi:

Ēkas tipveida projekts – Diuna

Ēkas atrašanās vieta – Liepāja

Ēkas stiklojums – 20%

Ārsienu konstrukcija – ķieģelis

Kurināmais - šķidrums

Siltuma sadale - augšējā

Siltumizolācija - stiklvate

1. Projektējamās ēkas īss raksturojums

1. Vispārīgā daļa

Dzīvojamās mājas ar auto garāžu tehniskais projekts iegūts no tipveida projektu kataloga. Šajā projektā tika veiktas izmaiņas, kas saskaņotas ar darba pasūtītāju. Būvobjekta adrese: Liepāja, Vītolu iela 5.

2. Apbūves vietas raksturojums

Būvlaukuma teritorija ir līdzena bez izteiktām reljefa maiņām. Teritorijā ir vidēja blīvuma rupja smilts. Grunts caursalšanas dziļums 1,35m. Gruntsūdens līmenis – 4,5m.

3. Ēkas situācijas plāns un labiekārtošana

Apbūves gabala kopējā platība ir 780 m². Ēkas celtniecība paredzēta īpašumā, kas atrodas mazstāvu dzīvojamās apbūves rajonā. Jaunceļamās ēkas novietojumu plānā nosaka būvvaldes noteiktie noteikumi (sarkanā līnija) un paredzētā iebrauktuve no Vītolu ielas. Projektētā ēka ir orientēta ZD virzienā. Apbūves gabalu norobežo 1,5 m augsts koka žogs ar dekoratīvo ķieģeļu stabiem. Aptuvenā caurredzamība 35%. Ieeja teritorijā paredzēta caur gājēju vārtiņiem (platums 1,2 m) un automātiskajiem autotransporta vārtiem (platums 3,0 m). Iebraucamais ceļš, kā arī gājēju celiņi gruntsgabalā veidoti no betona bruģakmens (Raunas bruģakmens „Prizma” 200×100×70). Ieejas kāpnes un lievenis veidots no betona B12, kas pārklāts ar āra flīzēm. Pēc celtniecības darbu beigšanas paredzēts labiekārtot teritoriju ar zālāja ierīkošanu, kā arī augļu koku stādījumiem atbilstoši situācijas plānam.

4. Ēkas telpiskais plānojums

Dzīvojamās ēkas projekts ņemt no tipveida projektu kataloga, kuram veiktas izmaiņas. Ēkas kopējā platība ir 311,79 m² un tai ir 18 telpas.

Pagraba stāva platība ir 81,98 m². Tajā atrodas telpa apkures katlam un noliktava, kuras pielietojumu izvēlas pasūtītājs. Pārējā platībā iespējams izveidot individuālu plānojumu pēc klienta vēlmēm.

Pirmā stāva platība ir 133,45 m². Tajā paredzēts vējtveris, kas ved uz halli. No centrālās halles ir iespējams nokļūt līdz jebkurai pirmā stāva telpai – dzīvojamai istabai, kas apvienota ar ēdamistabu un virtuvi, guļamistabai, sanitārajai telpai un garāžai, kas paredzēta 2 automašīnām, kā arī tikt līdz kāpnēm, kas ved uz ēkas pagrabu un otro stāvu. No dzīvojamās istabas ir paredzēta izeja uz verandu.

Otrā stāva platība ir 96,36 m², tajā ir 6 telpas- 4 guļamistabas, atpūtas telpa un halle, kas savieno visas pārējās telpas. No vecāku guļamistabas ved durvis uz balkonu.

5. Konstruktīvie risinājumi

5.1. Konstruktīvā shēma

Pamati – lentveida. Nesošās sienas pa ēkas kontūru un iekšsiena, kas atdala garāžu no dzīvojamās platības. Pagrabstāva un pirmā stāva dobjie dzelzsbetona paneļu pārsegumi balstīti uz iekšējām un ārējām nesošajām sienām. Jumta konstrukcija – divslīpņu jumts, kur spāres balstās uz ārējām nesošajām sienām.

5.2. Pamati

Lentveida monolītie dzelzsbetona pamati – biezums 300 mm, betona klase B15. Pamatu pēda 500 mm, stiegrojums – Ø10 klase AIII. Pamatu iebūves dziļums gruntī – 3,310 m, pagraba daļa 2,9 m. No ārpusē lentveida pamatus siltina ar 100 mm ekstrudētā putu polistirola. Ap ēkas perimetru veidota betona B7,5 apmale 500 mm platumā. Ierīkojot pamatus paredzēt kanalizācijas, ūdensvada, vājstrāvas un elektrības ievades vietas.

5.3. Nesošās sienas

Nesošās sienas veidotas no atvieglotas konstrukcijas ķieģeļu mūra, stikla vates un apmetuma abās pusēs. Sienas nesošo daļu veido 250 mm „Lodes” caurumtie celtniecības ķieģeļi ar stiprību 20 MPa, siltinājumam izmanto 200 mm Isover stikla vati KL33, bet apmetumam lieto Knauf Grundputz H, kuru klāj 15 mm biežumā ārpusē un 10 mm biežumā iekšpusē. Mūrēšanai izmanto „Vetonit” mūrjavu.

4.4. Pārsegumi

Pagrabstāva un pirmā stāva pārsegums veidots no dobjajiem dzelzsbetona paneļiem EPS6/220, kas balstīti 125 mm attālumā no nesošo sienu iekšējās malas. Pagrabstāva pārsegumam izmantots Paroc GRS20 siltinājums 100 mm, virs kura uzklāta tvaika izolācijas plēve, stiegrots izlīdzinošais slānis 50 mm, amortizējošais slānis 10 mm un parketa dēļi. Starpstāvu pārsegumu paneļi izolēti ar PAROC SSB1 35 mm izolāciju, ko nosedz stiegrota betona izlīdzinošā kārtā un parketa dēļi.

Jumta pārsegums veidots no 70×120 mm koka sijām ar soli 600 mm, kas balstās 120 mm uz nesošās sienas. Pārseguma sijas apstrādātas ar antiseptiķi un antipirēnu. Kokmateriālu un mūra pieturvietās ierīko hidroizolāciju. Sijas izgatavojamas no 2. šķiras zāģmateriāliem ar mitruma daudzumu 18%.

4.5. Jumta konstrukcija

Divslīpņu jumts, kura stāvums ir 20°. Jumta nesošā konstrukcija veidota no koka spārēm ar šķērsriezumu 75×180 mm, kas balstās uz mūrlatas, statiem un atgāžņiem ar šķērsriezumu 150×150 mm. Jumta segums veidots no bitumena šindeļiem, kas uzklāti virs OSB plātnēm (15 mm), zem kurām ir 30×50 mm latojums un antikondensāta plēve (0,2 mm).

4.5. Logi un durvis

Projektētai ēkai izmantoti pakešu „REHAU” logi ar trīskāršo stiklojumu un 6 kameru rāmi. Iekšējās un ārējās durvis ir no masīva koka. Garāžas vārti ir izgatavoti no tērauda sekcijām ar putu poliuretāna siltinājumu.

Logu apraksts.

Nr.	Nosaukums	Apraksts	Pozīcija	Izmēri		Skaitis
				h, mm	b, mm	
1.	Logs	Verams, atgāžams. Stikla pakete, PVC profils.	1. stāvs	1650	1025	3
2.	Logs	Divvērtņu verams, atgāžams. Stikla pakete, koka profils.	1. stāvs	1650	1600	5
3.	Logs	Divvērtņu verams, atgāžams. Stikla pakete, PVC profils.	2. stāvs	1650	1600	4
4.	Logs	Trīs vērtņu daļēji verams, atgāžams. Stikla pakete, PVC profils.	2. stāvs	1650	2200	2

Durvju un vārtu apraksts.

Nr.	Nosaukums	Apraksts	Pozīcija	Izmēri		Skaitis
				h, mm	b, mm	
1.	Ārdurvis	Divvērtņu masīva koka.	1. stāvs	2200	1500	1
2.	Ārdurvis	Masīva koka.	1. stāvs	2090	1100	2
3.	Iekšdurvis	Masīva koka.	1. stāvs	2090	880	6
4.	Ārdurvis	Masīva koka. Labais vērums.	2. stāvs	2090	1100	1
5.	Ārdurvis	Masīva koka. Labais vērums.	2. stāvs	2090	880	1
4.	Iekšdurvis	Masīva koka.	2. stāvs	2090	880	5
5.	Garāžas vārti	Metāla. Automātiski verami uz augšu.	1. stāvs	2100	5000	1

2. Apsīdus klimatiskie dati

Ēkas būvniecības darbi notiek Liepājā. Ēka atradīsies mazstāvu dzīvojamās apbūves teritorijā. Ēkas galvenā fasāde un aizsargpagalms ir orientēts uz austrumiem, savukārt iekšējais saimniecības pagalms – rietumiem. Reljefs ir līdzens, ģeodēziskā tīkla punkta lielākā augstumstarpība nepārsniedz 0,1 m.

Ēkas celtniecības pilsētas klimatiskie dati	
t_{\min} – gaisa temperatūras absolūtais minimums	-32,9°C
t_a – visaugstāko piecu diennakšu vidējā gaisa temperatūra	-18,3°C
n_a – apkures perioda ilgums diennaktīs	193
t_{vid} - apkures perioda vidējā gaisa temperatūra	-0,6°C
Vidējais vēja ātrums janvārī	5,9 m/s
Maksimālās vēja brāzmas janvārī	34 m/s

3. Telpu iekšējā gaisa parametri un gaisa apmaiņa

Telpa	Iekštelpu gaisa temperatūra gada aukstajā laikā (°C*)	Gaisa apmaiņas biežums stundā
Dzīvojamā istaba un guļamistaba	18	$\geq 3 \text{ m}^3/\text{m}^2$
Virtuve, apgādāta ar elektrisko plīti	18	$\geq 60 \text{ m}^3$
Vannas istaba	25	$\geq 25 \text{ m}^3$
Savienotais sanitārais mezgls	25	$\geq 50 \text{ m}^3$
Koridors	16	$\geq 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$

2. Ārējo norobežojošo konstrukciju siltumtehnikais aprēķins

1. Siltumizolācijas slāņa biezuma noteikšana ārsienai

Ārsienas konstrukcija:

1. Ārējais apmetums – „Knauf Grundputz H”, $d=15\text{mm}$ $\lambda = 0,8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
2. Stikla vate "Isover KL37", $d = x$ $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
3. Lode caurumoto celtniecības ķieģeļu mūris $d=250\text{mm}$ $\lambda = 0,64 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
4. Iekšējā apdare – „Knauf Grundputz H” $d=10\text{mm}$ $\lambda = 0,8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

$R_{ie} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ – siltuma transmisijas pretestības siltuma pārejai no telpas gaisa uz norobežojošo konstrukciju

$R_a = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ – ārējās virsmas siltumpretestība

$\Theta_e = -0,6^\circ\text{C}$ – apkures perioda vidējā gaisa temperatūra

$\Theta_{ie} = 20^\circ\text{C}$ – iekštelpu aprēķina temperatūra

Temperatūras faktors k :

$$k = 19 / (\Theta_{ie} - \Theta_e); k = 19 / (20 + 0,6) = 0,922$$

Pēc LBN 002-01 siltuma caurlaidības koeficients sienām ar masu 100 kg/m^2 un vairāk dzīvojamām ēkām U_{RN} normatīvā vērtība ir $0,3 \cdot k$ un maksimālā U_{RM} vērtība ir $0,4 \cdot k$, kur k ir temperatūras faktors.

$U_{RN} = 0,3 \cdot 0,922 = 0,277$ – siltumcaurlaidības normatīvā vērtība

$U_{RM} = 0,4 \cdot 0,922 = 0,369$ – siltumcaurlaidības maksimālā vērtība

Atsevišķa materiāla slāņa siltumpretestību R nosaka pēc formulas:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_{nd}} \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}, \quad \text{kur} \quad d - \text{slāņa biezums, m}$$

λ – slāņa materiāla siltuma vadītspēja; $\text{W/m}\cdot\text{K}$

Siltumizolācijas slāņa biezums:

$$R_s = \frac{1}{U_{RN}} - (R_{ie} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{\bar{a}}); R_s = 3,61 - \left(0,13 + \frac{0,010}{0,8} + \frac{0,25}{0,64} + \frac{0,015}{0,8} + 0,04\right) = 3,25 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$d = 3,25 * 0,038 = 123,5 \text{ mm}$$

Tātad, lai ārsiena atbilstu normatīvajām prasībām nepieciešams izmantot vismaz 123,5 mm Isover KL37 stikla vates, bet lai iegūtu augstākus siltumtehnikos rādītājus un samazinātu sienu siltumatdevi, aprēķinos lietošu siltumizolācijas slāni 200 mm biezumā.

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Ārējā apdare	Knauf Grundputz H	0,015	0,8	0,019
Siltinājums	Isover KL37	0,200	0,037	5,41
Mūris	Lode caurumotie celtniecības ķieģeļi	0,250	0,64	0,391
Iekšējā apdare	Knauf Grundputz H	0,010	0,8	0,0125

Sienas siltumcaurlaidības koeficients:

$$R_0 = R_{ie} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{\bar{a}} = 6,0 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$U_0 = \frac{1}{R_0} = 0,167 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

No tā izriet, ka $U_{RN} > U_T < U_{RM}$, jo $0,277 > 0,167 < 0,369$.

Kā redzams, aprēķinātais ārsienas siltuma caurlaidības koeficients ir mazāks par normatīvo U_{RN} un maksimālo U_{RM} vērtībām, tādējādi nosacījums izpildās un ārsiena atbilst standartam LBN 002-01.

2. Siltuma inerces raksturojuma noteikšana ārsienai

Būvelementa siltuma inerces D aprēķins: $D = \sum S_i / U = \sum R_i S_i$,

S_i - būvelementa siltumapgaves koeficients $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$;

R_i - būvelementa aprēķina siltumpretestība $(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$, ko nosaka, izmantojot formulu:

$$R_i = 1/U_i (\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$$

Būvelementa siltumapgaves koeficientu S_i aprēķina, izmantojot formulu:

$$S_i = 0,27 \sqrt{\lambda \rho (0,001c + 0,04\omega)} \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K}), \text{ kur}$$

λ - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla siltumvadītspēja $\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$;

ρ - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla blīvums (kg/m^3) ;

c - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla īpatnējā siltumietilpība $\text{J}/(\text{kg} \times \text{K})$;

ω - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla svara mitrums procentos $(\text{kg}/\text{kg}) \times 100$

Konstrukcija	Svara mitrums ω , %	Īpatnējā siltumietilpība c , J/(kg x K)	Blīvums ρ , (kg/m ³)	Siltumvadītspēja λ , W/(m x K)
Ķieģeļu mūris	4	1000	1500	0,64
Siltinājums	0	1030	15	0,038

$$S_k = 9,010; S_s = 0,065; D_k = 9,010 \cdot 0,391 = 3,52; D_s = 0,065 \cdot 5,41 = 0,35; D = 3,87;$$

Šīs konstrukcijas siltumnerce ir maza, jo $D < 4$.

3. Ārsienas iekšējās virsmas temperatūras pārbaude

Norobežojošās konstrukcijas iekšējās virsmas temperatūra:

$$T_{ie} = t_{ie} - \frac{t_{ie} - t_{\bar{a}}}{R_0 \cdot \alpha_{ie}} = 20 - \frac{20 - (-18,3)}{6,0 \cdot 7,69} = 19,17^\circ\text{C}$$

T_{ie} – norobežojošās konstrukcijas iekšējās virsmas temperatūra, $^\circ\text{C}$;

t_{ie} – telpas gaisa temperatūra, $^\circ\text{C}$;

$t_{\bar{a}}$ – piecu visaukstāko dienu vidējā gaisa temperatūra, $^\circ\text{C}$;

R_0 – daudzslāņu norobežojošās konstrukcijas faktiskā siltuma transmisijas pretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

α_{ie} – sienas iekšējās virsmas siltuma atdeves koeficients, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

Rasas punkta temperatūra:

Maksimālais parciālais spiediens $E_{\max} = 17,2 \text{ Pa}$ (no grāmatas „Ventilācija”, J. Ķigurs; 195. lpp)

Faktiskais parciālais spiediens e_{ie} pie 55 % relatīvā gaisa mitruma:

$$e_{ie} = \frac{\rho \cdot E_{\max}}{100} = \frac{55 \cdot 17,2}{100} = 9,625 \text{ mmHg}$$

Faktiskajam parciālajam spiedienam atbilst $10,64^\circ\text{C}$. Tātad kondensāts uz ārsienas iekšējās virsmas neveidosies, jo $T_{ie} = 19,17^\circ\text{C}$, kas ir par $8,53^\circ\text{C}$ lielāka.

4. Siltuma transmisijas koeficientu noteikšana pārējām norobežojošajām konstrukcijām

1. Bēniņu un garāžas pārsegums

$$U_{RN} = 0,2k = 0,184 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Apdare	Riģipsis	0,020	0,250	0,08
Latojums	Koks	0,050	0,130	0,39
Sijas	Koks un Paroc UNS 37	0,120	0,038	3,16
Siltinājums	Paroc UNS 37	0,50	0,038	1,32
Siltinājums	Paroc WAS 35	0,030	0,036	0,83

Bēniņu pārseguma siltumpretestības koeficients:

$$R_{BP} = R_{ie} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{\bar{a}} = 0,13 + 0,08 + 0,39 + 3,16 + 1,32 + 0,83 + 0,04 = 5,95 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad bēniņu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{BP} = 0,168 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

2. Starpstāvu pārsegums

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Parketa dēļi	Koks	0,025	0,130	0,192
Izlīdzinošais slānis	Betons	0,040	0,900	0,044
Siltinājums	Paroc SSB 1	0,035	0,039	0,897
Izlīdzinošā pamatne	Betons	0,020	0,900	0,022
Dzelzsbetona panelis	Dzelzsbetons	0,220	2,000	0,110
Dekoratīvā apdare	Kaļu-smilšu	0,015	0,900	0,017

Starpstāvu pārseguma siltumpretestības koeficients:

$$R_{SP} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,192 + 0,044 + 0,897 + 0,022 + 0,110 + 0,017 = 1,480 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{SP} = 0,676 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3. Pagraba pārsegums

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Parketa dēļi	Koks	0,020	0,130	0,154
Izlīdzinošais slānis	Betons	0,050	0,900	0,056
Siltinājums	Paroc SSB 1	0,100	0,039	2,560
Dzelzsbetona panelis	Dzelzsbetons	0,220	2,000	0,110

Pagraba pārseguma siltumpretestības koeficients:

$$R_{PP} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,154 + 0,056 + 2,560 + 0,110 = 2,88 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{PP} = 0,347 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

4. Pagraba grīda

$$U_{RN} = 0,25k = 0,231 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Parketa dēliši	Koks	0,020	0,130	0,154
Izlīdzinošais slānis	Betons	0,050	0,900	0,056
Siltinājums	Paroc GRS 20	0,100	0,035	2,860

Pagraba grīdas siltumpretestības koeficients:

$$R_{PG} = R_1 + R_2 + R_3 = 0,154 + 0,056 + 2,860 = 3,07 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{PG} = 0,326 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

5. Garāžas grīda

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Flīzes	Keramika	0,020	0,900	0,022
Izlīdzinošais slānis	Betons	0,050	0,900	0,056
Siltinājums	Paroc GRS 20	0,100	0,035	2,860
Šķembas	Dolomīts	0,220	2,2	0,1

Pagraba grīdas siltumpretestības koeficients:

$$R_{PG} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,154 + 0,056 + 2,860 + 0,1 = 3,17 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{PG} = 0,315 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

6. Pagraba sienas

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Betona siena	Betons	0,300	0,900	0,333
Siltinājums	Paroc GRS 20	0,100	0,035	2,860

Pagraba grīdas siltumpretestības koeficients:

$$R_{PG} = R_1 + R_2 = 0,333 + 2,860 = 3,19 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{PG} = 0,313 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

6. Garāžas iekšsiena

Slāņa nosaukums	Slāņa materiāls	Slāņa materiāla biezums, m	Slāņa materiāla siltumvadītspējas koeficients λ , W/m·K	Siltumpretestība, $m^2 \cdot K/W$
Apdare	Knauf Grundputz H	0,010	0,8	0,0125
Siltinājums	Isover KL37	0,100	0,037	2,710
Mūris	Lode caurumotie celtniecības ķieģeļi	0,250	0,64	0,391
Apdare	Knauf Grundputz H	0,010	0,8	0,0125

Sienas siltumpretestības koeficients:

$$R_{PG} = R_1 + R_2 + R_3 + 4 = 0,0125 + 2,71 + 0,391 + 0,0125 = 3,126 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Tātad starpstāvu pārseguma siltumcaurlaidība $U_{PG} = 0,32 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$.

7. Citi konstruktīvie elementi

Nesošajām iekšsienām $U = 2,123 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

Nenesošajām iekšsienām $U = 0,359 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

Parādes durvīm $U = 1,18 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

Citām ārdurvīm $U = 1,70 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

Iekšdurvīm $U = 3,25 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

Logiem $U = 0,8 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

3. Siltuma zudumu aprēķins

Ēkas siltuma zudumi sastāv no atsevišķu telpu pamata un papildu siltuma zudumiem. Pamata un papildu siltuma zudumus telpai aprēķina vispirms katrai norobežojošai konstrukcijai atsevišķi un pēc tam summē.

Pamata siltuma zudumus visām norobežojošām konstrukcijām aprēķina pēc formulas:

$$Q = F \cdot U_0 \cdot (t_{ie} - t_a) \cdot n,$$

kur Q – siltuma zudumi, W ;

F – norobežojošās konstrukcijas virsmas laukums, m^2 ;

U_0 – norobežojošās konstrukcijas siltuma transmisijas koeficients, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

t_{ie} – telpas iekšējā gaisa temperatūra, $^\circ C$;

t_a – ārējā gaisa aprēķina temperatūra, $^\circ C$, kas atbilst visaukstāko piecu diennakšu vidējai temperatūrai;

n – labojuma koeficients, kas atkarīgs no norobežojošās konstrukcijas stāvokļa attiecībā pret āra gaisu.

Apzīmējumi tabulā

AS – ārējā siena,

IS – iekšējā siena,

TL – logs ar trīskāršu stiklu,

VD – vienkāršās durvis,

BD – balkona durvis,

V – garāžas vārti,

GRD – grīda,

DD – dubultās durvis,

GR – griesti.

Telpas numurs	Telpas Nosaukums un t°, °C	Norobežošo konstrukciju virsmas					Siltuma transmisijas koeficients U _o , W/(m ² °C)	Aprēķinu temperatūru starpība (t _e - t _a), °C	Pamata siltuma zudumi, W	Papildu siltuma zudumi, %			Papildu siltuma zudumu koeficients	Papildu siltuma zudumi, W	Kopējie siltuma zudumi, W
		Apzīmējums	Orientācija pret debess pusēm	Izmēri, m		Laukums F, m ²				Atkarībā no debess pusēm	Atkarībā no vēja virziena	Pārējie			
				Augstums	Platums										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
101	Vējtveris 16	AS	R	3,00	3,51	10,53	0,167	34,3	60,32	5	10	-	0,15	9,05	225,67
		DD	R	2,20	1,50	3,30	1,013	34,3	114,66	5	10	-	0,15	17,20	
		GRD	-	-	-	-	5,42	0,347	13	24,45	-	-	-	-	
102	Halle 18	AS	A	3,00	2,54	7,62	0,167	36,3	46,19	10	10	-	0,2	9,24	109,97
		GRD	-	-	-	-	12,09	0,347	13	54,54	-	-	-	-	
103 un 104	Virtuves zona un viesistaba 18	AS	Z	3,00	3,48	10,44	0,167	36,3	63,29	10	10	-	0,2	12,66	1125,40
		AS	A	3,00	6,37	19,11	0,167	36,3	115,85	10	10	-	0,2	23,17	
		AS	D	3,00	11,51	34,53	0,167	36,3	209,32	0	10	-	0,1	20,93	
		AS	R	3,00	6,37	19,11	0,167	36,3	115,85	5	10	-	0,15	17,38	
		VD	Z	2,09	1,10	2,30	1,533	36,3	127,93	10	10	-	0,2	25,59	
		TL	A	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	10	10	-	0,2	12,13	
		TL	D	1,65	3,20	5,28	0,633	36,3	121,32	0	10	-	0,1	12,13	
		TL	R	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	5	10	-	0,15	9,10	
105	Guļamistaba 18	AS	Z	3,00	1,25	3,75	0,167	36,3	22,73	10	10	-	0,2	4,55	255,89
		AS	D	3,00	1,24	3,72	0,167	36,3	22,55	0	10	-	0,1	2,26	
		AS	R	3,00	4,03	12,09	0,167	36,3	73,29	5	10	-	0,15	10,99	
		TL	R	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	5	10	-	0,15	9,10	
		GRD	-	-	-	-	11,03	0,347	13	49,76	-	-	-	-	

106	WC 25	IS	-	3,00	2,10	6,30	0,320	7	14,11	-	-	-	-	-	129,31
		IS	-	3,00	6,04	18,12	0,359	7	45,54	-	-	-	-	-	
		VD	D	2,09	0,88	1,84	2,891	7	37,22	-	-	-	-	-	
		GR	-	-	-	3,51	0,676	7	16,61	-	-	-	-	-	
		GRD	-	-	-	3,51	0,347	13	15,83	-	-	-	-	-	
107	Gaitenis 18	AS	Z	3,00	1,34	4,02	0,167	36,3	24,37	10	10	-	0,2	4,87	152,23
		AS	A	3,00	3,62	10,86	0,167	36,3	65,83	10	10	-	0,2	13,17	
		GRD	-	-	-	9,75	0,347	13	43,98	-	-	-	-	-	
108	Garāža 16	AS	Z	3,00	6,93	20,79	0,167	36,3	126,03	10	10	-	0,2	25,21	1646,79
		AS	A	3,00	6,24	18,72	0,167	36,3	113,48	10	10	-	0,2	22,70	
		AS	R	3,00	6,24	18,72	0,167	36,3	113,48	5	10	-	0,15	17,02	
		VD	A	2,09	1,10	2,30	1,533	36,3	127,93	10	10	-	0,2	25,59	
		V	R	2,10	5,00	10,50	1	36,3	381,15	5	10	-	0,15	57,17	
		TL	Z	1,65	2,05	3,38	0,633	36,3	77,72	10	10	-	0,2	15,54	
		GRD	-	-	-	34,30	0,168	26,3	151,55	-	-	-	-	-	
201	Halle 18	AS	A	3,00	2,55	7,65	0,167	36,3	46,38	10	10	-	0,2	9,28	187,78
		TL	A	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	10	10	-	0,2	12,13	
		GR	-	-	-	13,43	0,168	26,3	59,34	-	-	-	-	-	
202	Atpūtas istaba 18	AS	R	3,00	3,33	9,99	0,167	36,3	60,56	5	10	-	0,15	9,08	233,47
		BD	R	2,09	0,88	1,84	1,533	36,3	102,35	5	10	-	0,15	15,35	
		GR	-	-	-	10,44	0,168	26,3	46,13	-	-	-	-	-	
203	Guļamistaba 18	AS	Z	3,00	5,02	15,06	0,167	36,3	91,30	10	10	-	0,2	18,26	550
		AS	R	3,00	3,69	11,07	0,167	36,3	67,11	5	10	-	0,15	10,07	
		TL	R	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	5	10	-	0,15	9,10	
		GR	-	-	-	13,80	0,168	26,3	60,97	-	-	-	-	-	

204	Guļamistaba 18	AS	Z	3,00	4,15	12,45	0,167	36,3	75,47	10	10	-	0,2	15,09	291,26
		AS	A	3,00	3,69	11,07	0,167	36,3	67,11	10	10	-	0,2	13,42	
		TL	A	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	10	10	-	0,2	12,13	
		GR	-	-	-	-	10,72	0,168	26,3	47,37	-	-	-	-	
205	Guļamistaba 18	AS	D	3,00	5,84	17,52	0,167	36,3	106,21	0	10	-	0,1	10,62	342,41
		AS	R	3,00	3,92	11,76	0,167	36,3	71,29	5	10	-	0,15	10,69	
		TL	R	1,65	1,60	2,64	0,633	36,3	60,66	5	10	-	0,15	9,10	
		GR	-	-	-	-	16,71	0,168	26,3	73,83	-	-	-	-	
206	Vecāku guļamistaba 18	AS	Z	3,00	2,24	6,72	0,167	36,3	40,74	10	10	-	0,2	8,15	687,87
		AS	A	3,00	4,93	14,79	0,167	36,3	89,66	10	10	-	0,2	17,93	
		AS	D	3,00	5,20	15,60	0,167	36,3	94,57	0	10	-	0,1	9,46	
		BD	Z	2,09	1,10	2,30	1,533	36,3	127,93	10	10	-	0,2	25,59	
		TL	A	1,65	2,20	3,63	0,633	36,3	83,41	10	10	-	0,2	16,68	
		TL	D	1,65	2,20	3,63	0,633	36,3	83,41	0	10	-	0,1	8,34	
		GR	-	-	-	-	18,56	0,168	26,3	82,01	-	-	-	-	-
													KOPĀ	5938,04	

Pēc aprēķiniem var redzēt, ka kopējie mājas siltuma zudumi ir 5940 W.

4. Ēkas īpatnējā siltuma raksturojuma noteikšana

$$q_0 = \frac{Q}{V(t_{ie} - t_a) \cdot \alpha},$$

kur q_0 – īpatnējais siltuma raksturojums, $W/(m^3 \cdot ^\circ C)$;

Q – ēkas siltuma zudumi, W ;

V – ēkas apkurināmās daļas tilpums, m^3 ;

t_{ie} – ēkas telpu dominējošā iekšējā temperatūra, $^\circ C$;

t_a – ārējā gaisa aprēķina temperatūra, $^\circ C$;

α – koeficients, kas atkarīgs no t_a vērtības.

$$q_0 = \frac{5940}{606,33 \cdot (20 - (-18,3)) \cdot 1,21} = 0,211 \text{ W}/(m^3 \cdot ^\circ C)$$

Siltuma zuduma koeficients:

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i = 312,75 \cdot 0,167 + 124,52 \cdot 0,168 + 124,52 \cdot 0,326 + 21,86 \cdot 0,633 + 12,04 \cdot 1,533 + 10,5 \cdot 1 = 156,54 \text{ (W/K)}$$

U_i – būvelementa i aprēķina siltuma caurlaidības koeficients $W/(m^2 \times K)$;

A_i – būvelementa i projektējamais laukums (m^2);

$$H_{TR} = \sum U_{RN} \cdot A_i = 312,75 \cdot 0,277 + 124,52 \cdot 0,184 + 124,52 \cdot 0,231 + 21,86 \cdot 1,66 + 12,04 \cdot 1,66 + 10,5 \cdot 1,66 = 180,47 \text{ (W/K)}$$

U_{RNi} – būvelementa i normatīvais siltuma caurlaidības koeficients $W/(m^2 \times K)$

Tātad ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients H_T ir mazāks nekā normatīvā vērtība H_{TR} .

Kopējais enerģijas zudums $E_{\Sigma G}$ kilovatstundās un īpatnējais siltuma zudumu koeficients e_G kilovatstundās uz kvadrātmetru normatīvā gada laikā:

$$E_{\Sigma G} = H_T \cdot T_{gd} \cdot 24 \cdot 10^{-3}$$

H_T – ēkas aprēķina siltuma zudumu koeficients vatos uz grādu (W/K);

T_{gd} – normatīvais grādudienu skaits būvvieta viena gada apkures periodā, ko nosaka saskaņā ar formulu:

$$T_{gd} = \Sigma D \cdot (\Theta_{ie} - \Theta_e)$$

ΣD – 193 – apkures dienu skaits būvvieta

$\Theta_e = -0,6^\circ C$ – apkures perioda vidējā gaisa temperatūra

$\Theta_{ie} = 20^\circ C$ – iekštelpu aprēķina temperatūra

$$T_{gd} = 3976; E_{\Sigma G} = 156,54 \cdot 3976 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 14937 \text{ kW} \cdot h$$

Ēkas īpatnējo siltuma zudumu koeficientu e_G kilovatstundās uz kvadrātmetru kWh/m^2 nosaka, izmantojot šādu vienādojumu:

$$e_G = \frac{E_{\Sigma G}}{L}$$

L – ēkas kopējā apkurināmā platība, m^2 .

$$e_G = 10853/249,04 = 59,98 \text{ kWh}/m^2$$

5. Sildķermeņa aprēķins

1. Sildķermeņu uzstādīšanas, pievienošanas cauruļvadiem un siltuma atdeves regulēšanas paņēmiena apraksts

- Apkures sistēmas sildķermeņi – čuguna radiatori, kuru kalpošanas laiks ir līdz 30 gadiem.
- Īpašas sanitār-higiēniskās prasības dzīvojamai mājai netiek izvirzītas.
- Siltumnesējs – ūdens.
- Sildķermeņus plānots izvietot zem logiem, jo caur tiem notiek vislielākie siltuma zudumi vai arī vietās, kas samazina siltuma sistēmas apjomu.
- Sildķermeņa siltuma atdeves regulēšana notiek, izmantojot ventili ar termostatu. Radiatora siltuma atdeves veids: 25% - siltumstarojums, 75% - konvekcijas ceļā.
- Apkurei izmanto divcauruļu apkures sistēmu ar ūdens turpgaitas temperatūru 80 °C un atpakaļgaitas temperatūru 60 °C. Izņemot stāvvadus, visiem horizontālajiem cauruļvadiem ir jāizveido kritums $i > 0,005$ ūdens plūšanas virzienā, lai sistēma spētu nomāli atgaisoties un funkcionēt.

2. Sildķermeņa tehniskais raksturojums

Nosaukums	Darba spiediens, MPa	Maksimāla ūdens temperatūra, °C	Sekcijas sildvirsmas, ekv	Sekcijas sildvirsmas, m ²	Sekcijas platums, mm	Sekcijas masa, kg	Sekcijas ūdens tilpums, l	Sekcijas augstums, mm	Attālums starp turpgaitas un atpakaļgaitas pieslēgšanas vietu, mm
MC-140-500	0,9	130	0,31	0,254	160	7,12	1,45	588	500

Sildķermeņa izvietojums plāknē ir apskatāms ēku plānos, telpiskais skats – aksonometriskajā shēmā. Sildķermeņa siltuma atdeves regulēšana notiek ar termostata palīdzību, kas izvietots turpgaitas caurulēs pie sildķermeņiem.

3. Sildķermeņa sildvirsmas aprēķins

Telpas Nr.	Telpas t, °C	Siltuma zudumi, W	t _{iepl} - t _{izpl} , °C	G, kg/h	t _{starp} , °C	Viena ekm siltuma atdeve, W/ekm	β ₁	F _s , ekm	β ₂	Apkures radiatoru sekciju skaits, n
101	16	226	20	9,72	54	453,57	1,4	0,70	1,06	2
102	18	110	20	4,73	52	436,13	1,4	0,35	1,06	1
103 un 104	18	1126	20	48,42	52	436,13	1,4	3,61	1,06	12
105	18	256	20	11,01	52	436,13	1,4	0,82	1,06	2
106	25	130	20	5,59	45	366,35	1,4	0,50	1,06	1
107	18	153	20	6,58	52	436,13	1,4	0,49	1,06	1
108	18	1647	20	70,82	52	436,13	1,4	5,29	1,06	18
201	18	188	20	8,08	52	436,13	1,4	0,60	1,06	2
202	18	234	20	10,06	52	436,13	1,4	0,75	1,06	2
203	18	550	20	23,65	52	436,13	1,4	1,77	1,06	6
204	18	292	20	12,56	52	436,13	1,4	0,94	1,06	3
205	18	343	20	14,75	52	436,13	1,4	1,10	1,06	3
206	18	688	20	29,58	52	436,13	1,4	2,21	1,06	7
									Kopā	60

5.aile. Nepieciešamais ieplūstošā ūdens daudzums:

$$G = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ kur}$$

G – nepieciešamais ieplūstošā ūdens daudzums, kg/h;
 Q – telpas siltuma zudumi, W (3.aile);
 c – ūdens siltumietilpības koef., J/(kg °C), c = 4186;
 t₁, t₂ – ieplūstošā un izplūstošā ūdens temperatūra.

6.aile. Temperatūras starpība starp vidējo ūdens temperatūru sildķermenī un telpas gaisa temperatūru:

$$t_3 = t_4 - t_{ie}; t_4 = \frac{t_1 - t_2}{2}$$

7.aile. Sildķermeņa viena ekm siltuma atdeve:

$$q_{ekm} = 1,163 q_3, \text{ kur}$$

q_{ekm} – siltuma atdeve, W/ekm;
 q₃ – literatūrā dotā vērtība, kcal/(h·ekm)

8.aile. Labojuma koeficients, kurš ievērtē ūdens atdzišanu cauruļvados.

Dabiskās cirkulācijas sistēmās šī koeficienta lielumu jānosaka aprēķinu ceļā. Kursā darbā pieņem β₁ = 1,4.

9.aile. Nepieciešamo sildķermeņa sildvirsmu nosaka formulas:

$$F_s = \frac{Q}{q_{ekm}} \cdot \beta_1, \text{ kur}$$

F_s – nepieciešamā sildvirsmas, ekm;
 Q – telpas siltuma zudumi, W;
 q_{ekm} – viena ekm siltuma atdeve, W/ekm;
 β₁ – labojuma koeficients.

Nosakot nepieciešamo sildķermeņa sildvirsmu, jāņem vērā siltuma pieplūdums no telpā esošajiem cauruļvadiem. Kurša darbā pieņem, ka siltuma pieplūdums telpā no cauruļvadiem ir mazāks par 5% no telpas siltuma zudumiem. Tāpēc minētais siltuma pieplūdums, nosakot F_s , netiek ņemts vērā.

10.aile. Labojuma koeficients, kurš ievērtē sildķermeņa uzstādīšanas veida ietekmi uz tā siltuma atdevi. Apkures radiatoriem β_2 lielumu var atrast tehniskajā literatūrā.

11.aile. Ieraksta aprēķināto sildķermeņa lielumu. Apkures radiatoriem sekciju skaitu aprēķina pēc formulas:

$$n = \frac{F_s \cdot \beta_2 - 0,168}{0,966 \cdot f_e}; \text{ kur}$$

n – sekciju skaits;

F_s – sildķermeņa nepieciešamā sildvirsmas ;

β_2 – labojuma koeficients;

f_e – sildķermeņa vienas sekcijas sildvirsmas

6. Siltuma avota izvēle un iekārtas aprēķins

Kā siltuma avots dotā objekta apkurei, tiek pieņemta centrālās apkures katlu telpa, kas izvietota ēkas pagraba stāvā. Katlu telpā var nokļūt gan no pirmā stāva halles, gan no ārpuses.

1. Apkures katlu katla izvēle

Apkures katlu izvēlos no Latvijā pieejamā sortimenta. Pēc vairāku variantu izskatīšanas tālākajam darbam pielietošu apkures katlu NAVIEN LST 16 K, kura izmēri ir $327 \times 543 \times 777$ un jauda 16kW. Katlus, kur kā kurināmo izmanto dīzeļdegvielu, ar mazāku jaudu neražo.

2. Dūmvadu un dūmeņa aprēķins

1. Dūmeņa šķērsriezuma laukums

$$F_d = \frac{0,03 \cdot Q_k}{\sqrt{h}} = \frac{0,03 \cdot 16000}{\sqrt{11}} = 145 \text{ cm}^2$$

kur F_d – dūmeņa šķērsriezuma laukums, cm^2 ;

Q_k – siltuma jauda katliem, W;

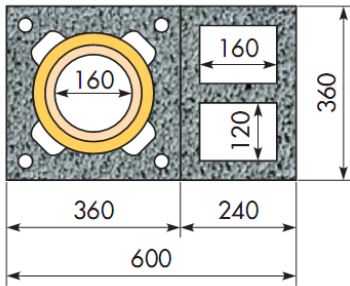
h – dūmeņa augstums, m.

2. Horizontālo dūmvadu nepieciešamais šķērsriezuma laukums

$$F_{dv} = 0,0076 \cdot Q_k = 0,0076 \cdot 16000 = 121,6 \text{ cm}^2$$

kur F_{dv} – dūmvada nepieciešamais šķērsriezuma laukums, cm^2 ;

Q_k – siltuma jauda katliem, kuri pievienoti dūmvadu aplēses posmam, W.



Dūmenim izmanto „Knauf” moduļu produkciju ar diviem ventilācijas kanāliem. Bloka šķērsgriezums parādīts attēlā. Izvēlēta katla dūmroves diametrs ir 140 mm (153 cm²), kas izgatavota no lokšņu skārda.

3. Kurināmā patēriņš

1. Kurināmā patēriņš stundā

$$B = \frac{1,2 \cdot Q_k}{Q_z^d \cdot \eta_{k.i.}} = \frac{1,2 \cdot 5940}{41910 \cdot 0,9} = 0,68 \text{ kg}$$

- kur B – kurināmā patēriņš stundā, kg;
 Q_k – katlu siltuma jauda, W;
 η_{k.i.} – katlu iekārtas lietderības koeficients, pieņem 0,9;
 Q_z^d – kurināmā zemākā siltumspēja, kJ/kg (dīzeļdegvielai 41910 kJ/kg)
 1,1...1,2 – labojuma koeficienti, kuri ietver nelietderīgos siltuma zudumus

2. Kurināmā patēriņš sezonā

$$B_{a.s.} = \frac{(1,1..1,2) \cdot Q \cdot (t_{ie} - t_a) \cdot n_a \cdot 24}{1000 \cdot (t_{ie} - t_a) \cdot Q_z^d \cdot \eta_{k.i.}} = \frac{1,2 \cdot 5940 \cdot (20 - (-0,6)) \cdot 193 \cdot 24}{1000 \cdot (20 - (-0,6)) \cdot 41910 \cdot 0,9} = 3,18t$$

- kur B_{a.s.} – kurināmā patēriņš sezonai, t;
 Q – ēkas siltuma zudumi, W;
 t_{ie} – apkurināmo telpu dominējošā iekšējā temperatūra, °C;
 t_a – apkures sezonas vidējā temperatūra °C;
 n_a – apkures sezonas ilgums dienās;
 η_{k.i.} – katlu iekārtas lietderības koeficients, pieņem 0,9.

3. Šķidrā kurināmā uzglabāšanas rezervuāri

Dīzeļdegvielas glabāšanai izmanto „Schutz” rezervuāru PE® - TANK IM TANK Kunststoff UV ar tilpumu 1500l. Rezervuāra garums ir 1720 mm, platums – 770 mm, augstums ar sistēmu 1850 mm, bet svars 89 kg. Rezervuārs tiks uzstādīts pagrabā un tiks atdalīts no kurtuves ar ugunsdrošu sienu. Uzpilde notiks pa uzpildes kanālu, kas izvietots pagraba sienā virs grunts līmeņa. Degvielas padeves caurule stiprināsies pie griestiem un degviela tiks padota ar sūkņa palīdzību.

4. Nepieciešamais gaisa daudzums kurināmā sadedzināšanai

Nepieciešamo gaisa daudzumu nosaku pieņemot katla maksimālo jaudu, kas ir 16kW. Kurināmā patēriņš stundā pie šādas jaudas ir 1,83 kg.

$$V = \alpha \cdot V_T \cdot B = 1,5 \cdot 3,73 \cdot 1,83 = 10,25 \text{ m}^3/h$$

- kur V – nepieciešamais gaisa daudzums kurināmā sadedzināšanai, m³/h;
 α - gaisa pārpilnības koeficients kurtuvē (pieņem 1,4 – 1,5);
 V_T – teorētiski nepieciešamais gaisa daudzums 1 kg kurināmā sadedzināšanai m³/kg, ;
 B – kurināmā patēriņš stundā, kg.

Gaisa padeves kanāls tiks izbūvēts ar izeju uz iekšpagalmu un pievienots katlam.

5. Gaisa pievadkanālu šķērsriezuma laukums

$$F = \frac{V}{3600 \cdot v} = \frac{10,25}{3600 \cdot 0,75} = 38 \text{ cm}^2$$

- kur F – gaisa pievadkanāla šķērsriezuma laukums, m^2 ;
 V – nepieciešamais gaisa daudzums kurināmā sadedzināšanai, m^3/h ;
 v – gaisa plūsmas ātrums pieplūdes gaisa vadā, m/s (pieņem $0,5 - 1,0 \text{ m/s}$).

7. Apkures sistēmas izvietojums

- Apkures sistēma ir divcauruļu ar augšējo sadali. Turpgaitas maģistrāle tiks izvietota bēniņos, bet atpakaļgaitas maģistrāles – pagrabā pie griestiem.
- Sildķermeņu un stāvvadu izvietojums apskatāms ēkas plānos, kā arī apkures sistēmas aksonometriskajā shēmā.
- Stāvvadi ir izvietoti telpu stūros.
- Turpgaitas un atpakaļgaitas maģistrāles ir siltinātas ar siltumizolācijas čaulu ISOTEC-KK-AL.
- Visi sildķermeņi pie turpgaitas caurules tiks apgādāti ar ventiļiem un termostatiem, ar kuru palīdzību varēs regulēt sildķermeņa temperatūru, savukārt sildķermeņi, kas tiks izvietoti otrajā stāvā, tiks apgādāti papildus ar atgaisošanas ventiļiem.
- Visi apkures cauruļvadi jāveido ar kritumu 5%. Pievadu kritumi jāveido siltumnesēja virzienā.

8. Izplešanās tvertnes aprēķins un konstrukcijas izvēle

Izplešanās tvertni uzstāda sistēmas visaugstākajā vietā- bēniņos.

Visas apkures sistēmas tilpums:

$$V_{sist.} = \frac{Q}{1163} (V_S + V_K + V_C) = \frac{5940}{1163} (9 + 3 + 14) = 133 \text{ l}$$

- kur $V_{sist.}$ – sistēmas tvertnes tilpums, l;
 V_S – ūdens tilpums sildķermeņos uz 1163W (9 l);
 V_K – ūdens tilpums katlā uz 1163W (3 l);
 V_C – ūdens tilpums dabiskās cirkulācijas cauruļvados uz 1163W (14 l);
 Q – apkures sistēmas jauda, W.

Izplešanās tvertnes derīgais tilpums (pie $t_d = 90^\circ\text{C}$):

$$V_{i.t.} = 0,045 \cdot V_{sist.} = 0,045 \cdot 133 = 6 \text{ l}$$

- kur $V_{i.t.}$ – izplešanās tvertnes tilpums, l;
 $V_{sist.}$ – sistēmas tvertnes tilpums, l;

Izplešanās tvertnes tilpumu pieņemtu 15l un izmēri ir 250x250x250.

9. Apkures sistēmas cauruļvadu hidrauliskais aprēķins

Cauruļvada hidrauliskajā aprēķinā tiek dimensionēta cirkulācijas cilpa caur visneizdevīgāk izvietoto sildķermeni, kas ir pirmā stāva visvairāk noslogotais sildķermenis. Šai cirkulācijas cilpai tiek numurēti aplēses posmi. Aplēses posmus numerācija ir, sākot ar posmu no sildķermeņa līdz katlam un atpakaļ.

Aksonometriskajā shēmā katram aplēses posmam tiek pierakstīta posma siltuma slodze un garums (m), kā arī cauruļvada diametrs (mm) aplēses posma robežās. Tāpat shēmā parādīta atgaisošanas un noslēgšanas armatūra. Tātad par galveno aprēķina cirkulācijas cilpu pieņem to cilpu, kurā spiedienu Δp_c attiecība pret cilpas garumu Σl ir vismazākā, t.i. $p/\Sigma l$ – min, t.i. sildķermenis 108. telpā (garāžā).

Cirkulācijas spiedienu cilpai nosaka pēc formulas:

$$p_c = p + \Delta p$$

kur

p_c – cirkulācijas spiediens dotai cilpai, Pa;

Δp – dabiskais spiediens, kas rodas ūdenim atdziestot sildķermeņos, Pa;

$$p = h \cdot (\rho_a - \rho_k) \cdot g$$

kur h – attālums pa vertikāli no siltuma ģeneratora centra līdz sildķermeņa centram, m;

ρ_a, ρ_k – atdzisušā un karstā ūdens blīvums, kg/m^3 ;

ρ_a – 983,2 kg/m^3 ; (pie 60°C)

ρ_k – 971,8 kg/m^3 ; (pie 80°C)

g – brīvās krišanas paātrinājums, m/s^2 ;

$$p = 2,902 \cdot (983,2 - 971,8) \cdot 9,81 = 324,54 \text{ Pa}$$

Tā kā stāvvadi tiek izolēti, tad Δp neievēroju.

Nosaku aptuveno īpatnējo berzes pretestību aprēķina cilpai:

$$R_{vid} = \frac{k \cdot p_c}{\Sigma l} = \frac{0,5 \cdot 324,54}{39,60} = 4,1 \text{ Pa/m}$$

kur

R_{vid} – berzes pretestība, Pa/m;

p_c – cirkulācijas spiediens dotai cilpai, Pa;

0,5 – koeficients, kas norāda, ka 50% spiediena izlietojami berzes pretestībai, pārējie 50% vietējā pretestībā. (apkures sistēmās ar dabisko ūdens cirkulāciju);

Σl – dotās cirkulācijas cilpas kopējais garums, m.

Katra aprēķina posma vietējā pretestības koeficients ξ :
(nosaka pēc „Ēku apkure un ventilācija (1.daļa)” 13. pielikuma)

1. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

Puse radiatora	- 0,8;
Pagrieziens 90°	- 1,5;
<u>T gabals caurplūdē</u>	- 1,0;
	$\Sigma \xi = 3,3$

2. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

<u>T gabals caurplūdē</u>	- 1,0;
	$\Sigma \xi = 1,0$

3. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

T gabals pretplūsmai	- 3,0;
<u>Ventilis</u>	- 0,5;
	$\Sigma \xi = 3,5$

4. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

T gabals atzarojumā	- 1,5;
<u>Ventilis</u>	- 0,5;
	$\Sigma \xi = 2,0$

5. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

Krusta gabals pagriez.	- 3,0;
<u>Ventilis</u>	- 0,5;
	$\Sigma \xi = 3,5$

6. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

T gabals caurplūdē	- 1,0;
<u>Ventilis</u>	- 0,5;
	$\Sigma \xi = 1,5$

7. posms ($d = 27 \text{ mm}$)

Pagrieziens 90°	- $2 \times 1,5$;
Krāns	- 2,0;
<u>Puse katla</u>	- 1,25;
	$\Sigma \xi = 6,25$

8. posms ($d = 25 \text{ mm}$)

Puse katla	- 1,25;
Pagrieziens 90°	- $2 \times 1,5$;
Krāns	- 2,0;
<u>Krusta gabals pagriezieniem</u>	- 3,0;
	$\Sigma \xi = 9,25$

9. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

Pagrieziens 90°	- 1,5;
<u>Krusta gabals pagriezieniem</u>	- 3,0;
	$\Sigma \xi = 4,25$

10. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

Ventilis	- 0,5;
<u>T gabals caurtecei</u>	- 1,0;
	$\Sigma \xi = 1,5$

11. posms ($d = 20 \text{ mm}$)

<u>T gabals pretplūsmai</u>	- 3,0;
	$\Sigma \xi = 3,0$

12. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

Ventilis	- 0,5;
<u>T gabals padriezienam</u>	- 1,5;
	$\Sigma \xi = 2,0$

13. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

<u>T gabals pretplūsmai</u>	- 3,0;
	$\Sigma \xi = 3,0$

14. posms ($d = 15 \text{ mm}$)

Pagrieziens 90°	- 1,5;
<u>Puse radiatora</u>	- 0,8;
	$\Sigma \xi = 2,3$

Cauruļvadu hidrauliskā aprēķina tabula

Aplēses posma numurs	Q, W	G, kg/h	l, m	d, mm	v, m/s	R, Pa/m	R·l, Pa	Σξ	z, Pa	RI+z, Pa	
1	1647	28,33	1,0	15	0,047	3,2	3,2	3,30	10,56	13,76	
2	1777	30,56	2,0	15	0,047	3,2	6,4	1,00	3,20	9,60	
3	2583	44,43	2,5	15	0,063	6,0	15,0	3,50	21,00	36,00	
4	3028	52,08	2,0	20	0,046	2,4	4,8	2,00	4,80	9,60	
5	3326	57,21	3,5	20	0,046	2,4	8,4	3,50	8,40	16,80	
6	5047	86,81	1,50	20	0,073	5,0	7,5	1,50	7,50	15,00	
7	5717	98,33	3,0	25	0,068	3,2	9,6	6,25	20,00	29,60	
8	5717	98,33	9,0	25	0,068	3,2	28,8	9,25	29,60	58,40	
9	5047	86,81	2,0	20	0,073	5,0	10,0	4,25	21,25	31,25	
10	3326	57,21	1,00	20	0,046	2,4	2,4	1,50	3,60	6,00	
11	3028	52,08	5,5	20	0,046	2,4	13,2	3,00	7,20	20,40	
12	2583	44,43	2,0	15	0,063	6,0	12,0	2,00	12,00	24,00	
13	1777	30,56	5,00	15	0,047	3,2	16,0	3,00	9,60	25,60	
14	1647	28,33	1,00	15	0,047	3,2	3,2	2,30	7,36	10,56	
			Σ= 40,0						Σ= 306,57		

1.aile. Aplēses posma numurs.

2.aile. Aplēses posma siltuma slodze, ko iegūst saskaitot visus posmā darbojošos sildelementus.

3.aile. Siltumnesēja caurplūdi dotajā posmā aprēķina pēc formulas:

$$G_p = \frac{\Sigma Q \cdot 3600}{c \cdot \Delta t}$$

kur

ΣQ – summārie zudumi telpās, kuras apkalpo stāvvads, kW;

c = 4,187 – ūdens īpatnējā siltumietilpība kJ/(kg·K);

Δt – siltumnesēja temperatūru starpība.

4.aile. Dotā posma cauruļvadu garums (mēra ar precizitāti līdz 0,5 m).

5., 6. un 7.aili aizpilda pēc cauruļvadu dimensionēšanas tabulu datiem:

5. aile - cauruļvadu diametrs d, mm;

6. aile – ūdens plūsmas ātrums v, m/s

7. aile - īpatnējo berzes pretestību posmā R, Pa/m.

8.aile. Nosaka berzes pretestību katram posmam, sareizinot lielumu R un l .

9.aile. Atrod katras aplēses posma vietējo pretestību koeficientu.

10.aile. Atrod katra aplēses posma zudumus vietējā pretestībā z, Pa; z = Σξ·R

12.aile. Uzrāda spiediena zudumu summu vietējo un berzes pretestību pārvarēšanai RI+z aplēses posmā un visā cirkulācijas cilpā.

Spiedienu zudumu summai Σ(RI + z) ir jābūt par 5...10% mazākai nekā iepriekš aprēķinātais cirkulācijas spiediens p_c. Ar šo rezervi tika ievērotas papildus pretestības, kas var rasties montējot sistēmu.

Tātad $\frac{324,54-306,57}{324,54} * 100\% = 5,54 \%$, kas apmierina nosacījumu.

10. Ventilācijas sistēmas aprēķins

- Šajā dzīvojamā mājā tiks ierīkota dabiskās noplūdes ventilācijas sistēma ar kanāliem iekšējās sienās un ar atsevišķiem kanāliem dūmenī.
- Ventilācijas kanāliem virtuvē ierīko neregulējamās restītes;
- Ventilācijas restītes ierīko 250 mm attālumā no griestiem. Restīšu izmērus nosaka saskaņā ar gaisa izplūdes ātrumu (0,5 – 1m/s) un tā patēriņu. Ar lielāku gaisa ātrumu aprēķina apakšstāvu, ar mazāku – augšstāvu restītes.
- Šajā darbā aprēķinu vienu ventilācijas sistēmu- vannas istabai (106. telpa) un guļamistabai (105. telpa).

1. Nepieciešamās gaisa apmaiņas tabula un noplūdes restīšu izvēle

Telpas numurs	Telpas nosaukums	Izmēri, (m)	Telpas iekšējais tilpums m ³	Gaisa apmaiņas biežums		Gaisa daudzums, m ³ /h		Žalūzijas restīšu izmēri, (mm)
				Pieplūde	Noplūde	Pieplūde	Noplūde	
106	WC	1,77*1,98*2,5	8,76		2,85		25	150 x 150
105	Guļamistaba	3,08*3,58*2,5	18,62		1,20		22,34	150 x 150

2. Ventilācijas kanālu aprēķins

Ventilācijas kanālu izmēru noteikšana un to aerodinamiskais aprēķins:

$$\text{Gravitācijas spiediens: } p_{gr} = 9,81 \cdot h(\gamma_a - \gamma_t) = 9,81 \cdot 5,0 \cdot (1,27 - 1,205) = 3,19 \text{ Pa}$$

kur p_{gr} – gravitācijas spiediens, Pa;

h – augstums no noplūdes restīšu centra līdz šahtas atvērumsam, m;

γ_a – āra gaisa tilpuma masa, pieņem atbilstoši āra gaisa temperatūrai 5°C, kg/m³, $\gamma_a = 1,27 \text{ kg/m}^3$;

γ_t – telpas gaisa tilpuma masa, pieņem atbilstoši telpas gaisa temperatūrai (25°C), $\gamma_t = 1,185 \text{ kg/m}^3$.

Ventilācijas kanālu aprēķinu tabula

Aprēķina posma numurs	Aplēses posma gaisa caurplūde, m ³ /h	Posma garums, m	Gaisa plūsmas ātrums v, m/s	Gaisa vada izmēri a x b, mm	Gaisa vada šķērsriezuma laukums, mm ²	Ventilācijas kanāla izmēri a x b, mm	Berzes pretestība R aplēses posmā, Pa/m	Kanālu iekšējās virsmas neliūdenu ma koeficients β	Posma vietējo pretestību koeficientu ξ summa	Spiediena zudumi vietējo pretestību pārvarēšanai, Pa	Aplēses posma summārie spiediena zudumi, Pa
1	47,34	3,5	0,6	100 x 120	0,012	150x160	0,215	1,105	2,8	0,61	1,44
2	47,34	2,3	0,6	100 x 120	0,012	150x160	0,215	1,105	1,3	0,28	0,60

Spiediena zudumi vietējās pretestības pārvarēšanai: $z = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \rho$

Aplēses posmu summārie spiediena zudumi: $Rl\beta + z$

Veicu ventilācijas aprēķina pārbaudi: $\sum_1^n (Rl\beta + z) = 0,9\rho_{gr}$

$$2,44 < 2,87$$

Nosacījums izpildās!

11. Bibliogrāfija

1. A. Lešinskis „Dzīvojamās ēkas, apkure un ventilācija. Metodiskie norādījumi kurs darbam.” – 2010., 35 lpp.
2. R. Šeļegovskis „Apsildes sistēmu elementu aprēķinu metodika un piemēri” – Jelgava, 2008., 59. lpp.
3. Celtniecības ķieģeļi:
<http://ode.lv/lv/product/73>
4. Stiklavate:
<http://isover.lv/products/default.asp?aid=1&bid=4&cid=27&val=1>
5. Apmetums:
http://www.knauf.lv/www/lv/05_apmetumi/kalka/1_3/1_9.html
6. Pagraba mezglis:
<http://www.paroc.lv/channels/lv/building+insulation/cad+designs/ground floor and cellar+/rs+01.asp>
7. Pagraba pārsegums:
<http://www.paroc.lv/channels/lv/building+insulation/cad+designs/intermediate floors+/gp+05.asp>
8. Starpstāvu pārsegums:
<http://www.paroc.lv/channels/lv/building+insulation/cad+designs/intermediate floors+/pg+01.asp>
9. Logi: <http://www.rehau.lv/buvnieciba/logi.un.durvis.fasazu.sistemas/logu.sistemas/geneo.shtml>
10. Siltinājums Paroc SSB 1:
http://www.paroc.lv/channels/lv/building+insulation/products/BI_Product.asp?catalog_name=BI_LV&category_name=05.00.%20Ska%C5%86as%20Izol%C4%81cija&product_id=PAROC+SSB+1
11. Ārdurvis:
<http://www.rehau.lv/buvnieciba/logi.un.durvis.fasazu.sistemas/durvju.sistemas/durvju.pildini.shtml>
12. Iekšdurvis: <http://www.baltijasdurvis.lv/durvis-ieksturvis.php#1>
13. Radiators: <http://www.mc-140-500.ru/radiator/cast-iron/mc-140-500/>
14. Katls: <http://www.beril.lv/apkures-katli-diesel.html>
15. Rezervuārs <http://www.beril.lv/tankschutz.html>
16. Dūmenis: <http://www.maxit.lv/2119>
17. Ūdens blīvums: http://www.engineeringtoolbox.com/water-density-specific-weight-d_595.html

Grafiskā daļa

Pielikums