# SIA "ARA intellect"

SIA „ARA intellect", Reģ. Nr. 43603042603, Adrese: Lāču iela 83, Vītoliņi, Valgundes pag., Jelgavas nov., LV-3001; t. +371 26323350;

# Būves tehniskās apsekošanas atzinums

Mātera iela 44, Jelgava

**Būve ar kad. Nr. 0900 001 029 100 1**

| | |
|---|---|
| Sējums: | **1** |
| Marka: | **TIS** |
| Pasūtītājs: | Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde „Jelgavas Valsts ģimnāzija" |
| Eksperts/ apsekotājs: | Artūrs Rakstiņš _____ (paraksts) |
| Eksperts/ apsekotājs: | Imants Kozačkovs _____ (paraksts) |
| Eksperts/ apsekotājs: | Egils Viks _____ (paraksts) |

**Jelgava, 2014. gada jūnijā**

# Sējuma saturs

Sējuma saturs ..... 2
1. Situācija ..... 4
1.1. Zemesgabala izmantošanas atbilstība teritorijas plānojumam: ..... 4
1.2. Būves izvietojums zemes gabalā: ..... 4
1.3. Būves plānojums ..... 4
2. Apsekojamās būves daļas ..... 5
2.1. Jumta elementi: nesošā konstrukcija, jumta klājs, jumta segums, lietusūdens novadsistēma ..... 5
2.2. Hidroizolācija, siltumizolācija ..... 18
2.3. Bēniņu pārsegums ..... 19
2.4. Logi, lūkas ..... 20
3. Kopsavilkums ..... 22
3.1. Būves daļu tehniskais nolietojums ..... 22
3.2. Secinājumi un ieteikumi ..... 23
Pielikums Nr. 1 .....
Ēkas foto fiksācijas .....
Pielikums Nr. 2 .....
Stāva plāns, griezumi un konstrukciju bojājumu kartogramma .....
Pielikums Nr. 3 .....
Kopņu aprēķinu un aprēķinu rezultāti .....
Pielikums Nr. 4 .....
Tērauda kopnes iespējamais pastiprinājuma risinājums .....
Pielikums Nr. 5 .....
Ēkas gaisa caurlaidības mērījumu atskaite .....
Pielikums Nr. 6 .....
Ēkas logu siltuma caurlaidības koeficientu novērtējums .....

SIA „ARA intellect", Reģ. Nr. 43603042603, Lāču iela 83, Vītoliņi, Valgundes pag., Jelgavas nov., LV-3001; t. +371 26323350;

# Tehniskās apsekošanas atzinums

Būve ar kad. Nr. 0900 001 029 100 1, Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001
(būves nosaukums, kadastra numurs un adrese)

Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde „Jelgavas Valsts ģimnāzija" pakalpojuma līgums sastādīts 2014. gada 8.maijā
(pasūtītājs, līguma datums un numurs )

**Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu iestrādes blīvējuma pārbaudes uzdevums**

**1. Apsekošanas veids:**

1.1 Būves jumta konstrukciju tehniskā stāvokļa noteikšana;
1.2 Nesošo konstrukciju uzmērīšana un aprēķins, atbilstoši LR spēkā esošajiem būvnormatīviem;
1.3 Ēkas logu siltumtehnisko paramertu noteikšana un logu iebūves blīvējuma pārbaude ar „BLOW TEST" paņēmienu (izvēlētai telpai);
1.4 Pastiprinājumu risinājumu izstrāde.

**2. Apsekošanas saturs:**

2.1 Vispārīgā vizuālā apskate un foto fiksācijas;
2.2 Būves konstrukciju apraksts, uzmērīšana;
2.3 Konstrukciju aprēķins;
2.4 Tērauda kopnes aprēķins, balstījuma vietas pārbaude;
2.5 Logu siltumtehniskie parametri, iebūves blīvējums un atbilstība;
2.6 Nesošo konstrukciju bojājumu kartogrammu izstrāde;
2.7 Esošo jumta nesošo konstrukciju nestspējas noteikšana un pastiprinājuma izstrāde (pēc nepieciešamības).

**3. Apsekošanas gaitā izstrādājamie materiāli:**

3.1 Slēdziens;
3.2 Būves jumta konstrukciju nolietojuma procentēšana;
3.3 Ēkas logu siltumtehnisko paramertu noteikšana un logu iebūves blīvējuma pārbaudes rezultāti;
3.4 Foto fiksācija;
3.5 Aprēķini;
3.6 Ieteikumi un rekomendācijas;
3.7 Jumta konstrukcijas pastiprinājuma. Logu iebūves un siltumtehnisko parametru uzlabojumu (ja ir nepieciešams) risinājumi.

Uzdevums sastādīts atbilstoši Latvijas būvnormatīva LBN 405-01 "Būvju tehniskā apsekošana"4., 7., 8. un 11. punktu nosacījumiem.

**Apsekošanas uzdevums izsniegts:** 2014. gada 8. maijā

**Atzinums izsniegts:** 2014. gada 30. jūnijā

Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde „Jelgavas Valsts ģimnāzija"

**Atzinumu saņēma:** _____ /_____/
Paraksts atšifrējums

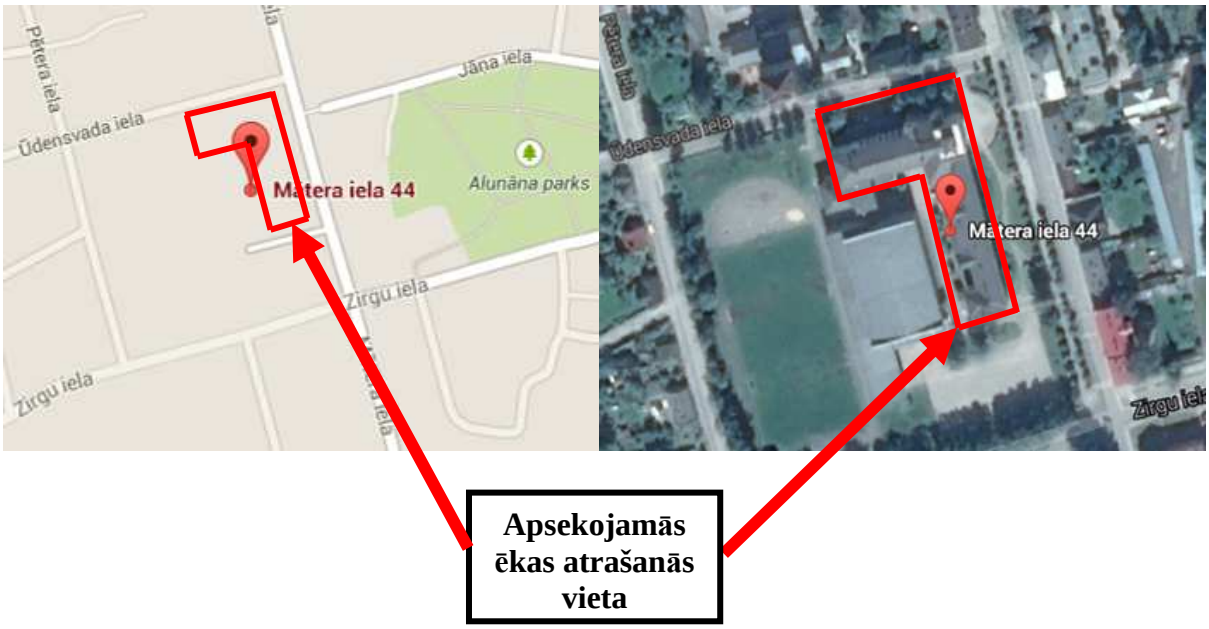
# 1. Situācija

### 1.1. Zemesgabala izmantošanas atbilstība teritorijas plānojumam:

Apsekojamā ēka atrodas Mātera ielā 44, Jelgavā. Zemes gabals ar vidēji blīvu apbūves blīvumu un intensitāti. Pēc pašreizējās izmantošanas ēkas atrašanās vieta atbilst Jelgavas pilsētas teritoriālajam plānojumam un apbūves noteikumiem.

### 1.2. Būves izvietojums zemes gabalā:

Apsekojamais objekts atrodas daļēji nožogotā teritorijā Mātera ielā 44. Būves zemes gabalam pa perimetru izvietotas Zirgu, Ūdensvada un Pētera ielas. Teritorija ir labiekārtota, nodrošināta ar centralizētām inženierkomunikācijām. Ir izmantojams teritorijā esošais iebraucamais ceļš un stāvlaukums (Skatīt 1. attēlu).




1.att. Būves novietojums zemes gabalā

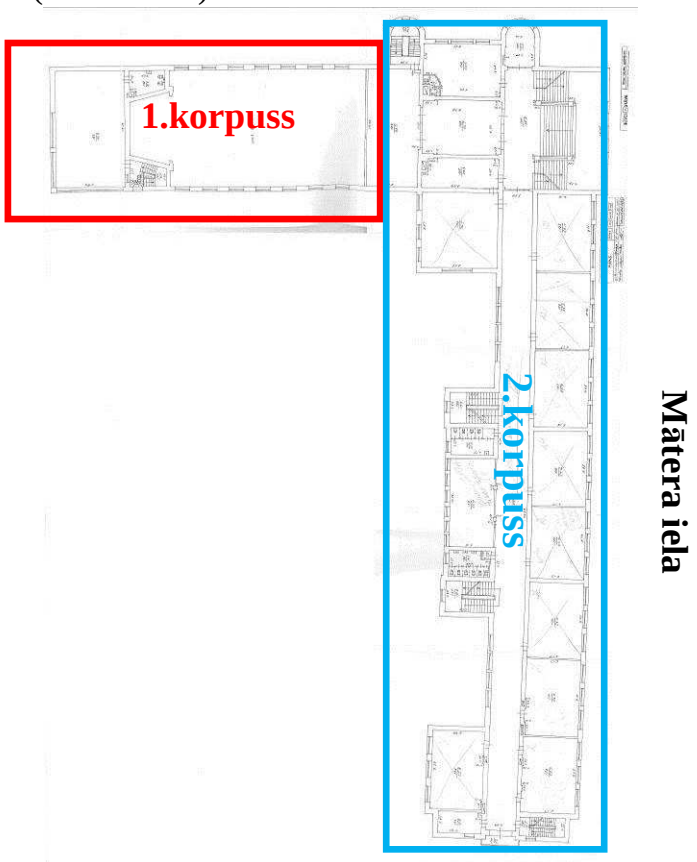
### 1.3. Būves plānojums

Ēkā izvietotas izglītības iestādes, Jelgavas Valsts ģimnāzijas, telpas. Telpas atbilst būves izmantošanas veidam.

# 2. Apsekojamās būves daļas
**(Pēc apsekošanas uzdevuma)**

| | |
|---|---|
| **2.1. Jumta elementi: nesošā konstrukcija, jumta klājs, jumta segums, lietusūdens novadsistēma** | **Tehniskais nolietojums (%)**<br><br>**Nesošās konstrukcijas 50 %**<br>**Jumta segums 70%**<br>**Lietusūd. Novadsist. 60%** |

Lai vieglāk izprastu konstrukciju atrašanās vietu apsekošanas procesā ēka sadalīta 2 korpusu daļās (Skatīt2. att. ).




2.att. Būves sadalījums 2 korpusos

***Jumta nesošās konstrukcijas, jumta klājs***

1. korpusa galvenās jumta nesošās konstrukcijas ir kopne veidota no koka zāģmateriāliem un tērauda apaļstieņiem.. Kopnes laidums 14.05m un augstums 3.55m. Kopnes augšjosla (200*200mm), apakšjosla (200*200mm), atgāzņi (200*150mm) un koka stati kopnes vidū (200*60mm). Kopnē izmantoti 4 apaļstieņi ar ∅ 26mm. 2 no tiem iebūvēti kopnes vidū pie koka statiem un pa vienam 3.5metrus no kopnes malām. Apaļstieņi paredzēti stiepes spēku uzņemšanai un nodošanai uz kopnes augšjoslu no stāva pārseguma pašsvara. Kopnes ģeometrisko un aprēķina shēmu skatīt 2. pielikumā. Kopnes balstu mezgli pastiprināti ar papildus 200*100mm koka brusām. Elementi kopā stiprināti ar caurejošām bultskrūvēm M14. Kopnes mezglu skatīt 3. attēlā.

3.att. Kopnes balstmezgls

Kopnes kores mezglā balstītas jumta sijas un centriski iebūvēti apaļstieņi. Zem apaļstieņu uzgriežņiem kā paplāksne izmantoti U-profili. Starp augšjoslu un apakšjoslu kopnes vidū izvietoti stati. Kopnes kores mezglu skatīt 4. attēlā.

4.att. Kopnes kores mezgls

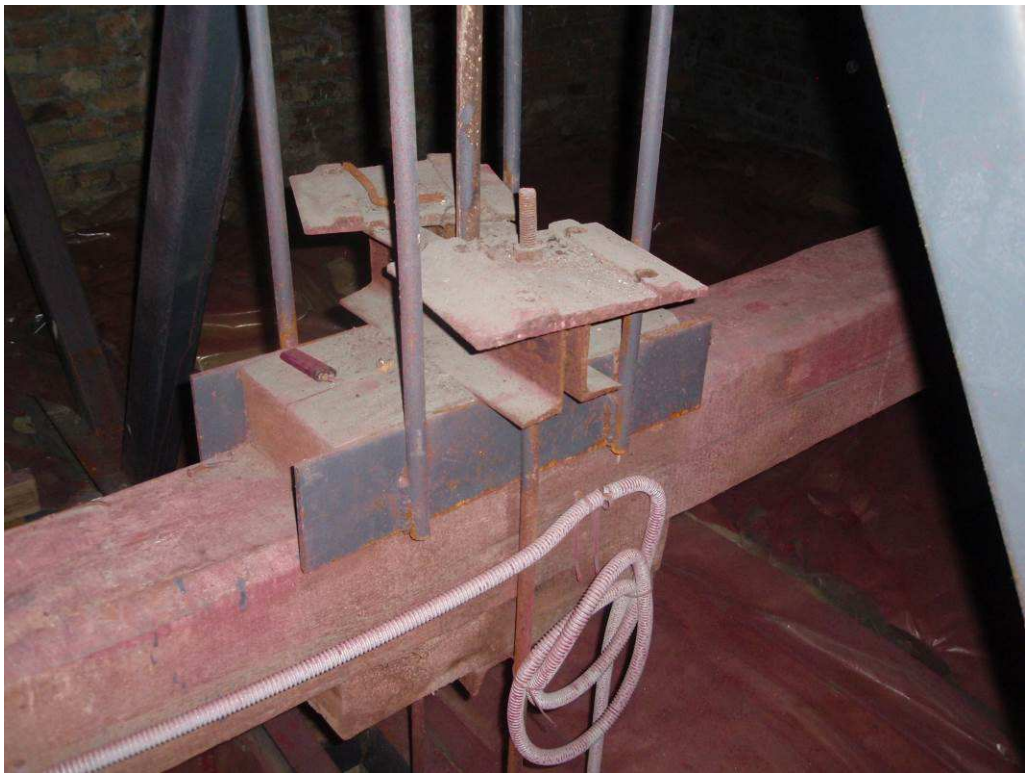
Kopnes apakšjoslas vidū savienojas kopnes stati un atgāžņi. Mezglā uz apaļstieņiem iekārts stāva pārsegums. Skatīt 5. attēlu.

5.att. Kopnes apakšjoslas vidus mezgls

Atgāznis kopnes augšjoslā stiprināts ar iecirtumu un skavas savienojuma veidu. Skatīt 6. attēlu.

6.att. Kopnes atgāžņa un augšjoslas savienojuma mezgls

Pie apakšjoslas apaļstienis pārnes stāva pārseguma pašsvara slodzi uz augšjoslas mezglu (Skatīt 6 un 7. attēlu ).



7.att. Kopnes apakšjoslā esošais mezgls

Koka konstrukcijas apstrādātas ar antiseptiķi un antipirēniem. Kopumā kopnes konstrukcijas **<u>daļēji apmierinošā</u>** tehniskā stāvoklī. Dažām kopnēm nestspēju zaudējušas, bet ar metāla plāksnēm un caurejošām bultskrūvēm pastiprinātas apakšjoslas (Skatīt 8. att.).

8.att. Kopnes bojātās apakšjoslas pastiprinājuma mezgls

Vienai kopnei ar 2 * dubult-T profiliem pastiprināts balstmezgls un apakšjoslas daļa (Skatīt 9. att). Elementi savā starpā savilkti ar pilnstieņa skavu stiprinājumiem.

9.att. Kopnes bojātās apakšjoslas un balstmezgla pastiprinājuma mezgls

Šo pastiprināto kopņu mezglu nestspēja uzskatāma par nepietiekošu slodžu uzņemšanai un kopņu kopējais tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**. Konstrukciju bojājumu shēmu skatīt 2. pielikumā.

Pēc veiktā kopņu pārrēķina secināts, ka kopnes elementu nestspēja ir pietiekoša, ja elementi nebūtu bojāti. Aprēķinu skatīt 3. pielikumā.

3 kopnēm konstatētais apakšjoslu sabrukums, iespējams, ir izveidojies kopņu pārslodzes gadījumā. Iespējams, senāk uz kopnes kā jumta segums izmantots māla dakstiņu klājs, kas būtiski palielina slodzes uz kopni un sniega sanesuma rezultātā. Iespējami iekšēji koksnes bojājumi vai zaru vietas, kas ir elementu vājinājumi.

Jumta pastāvīgās un lietderīgās slodzes uz koka kopni nodod 6 jumta sijas. 4 no tām 200*200mm un divas sijas kopnes korē - 100*200mm. Sijas izvietotas kopnes mezglos (Skatīt kopnes shēmu 2. pielikumā). Uz sijām ar soli 1,1m izvietotas spāres 100*150mm. Virs spārēm veidots 25*150mm dēļu klājs un pretkondensāta plēve. Virs dēļu klāja kā jumta segums iebūvēts tērauda lokšņu profilētais skārda segums. ***Vietām konstatēti siju bojājumi, kur ,tuvākajā laikā, nepieciešama pastiprināšana vai sijas nomaiņa*** (Skatīt 10. att.). Vietās kur deformējušās koka kopnes, lai izlīdzinātu jumta plakni, samontētas papildus sijas ar dažādiem šķērsgriezumiem (Skatīt 11. att.). Kopumā uz apsekošanas brīdi sijas un dēļu klājs **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī.

10.att. Koka sijas bojājums

11.att. Koka sijas virs kopnes

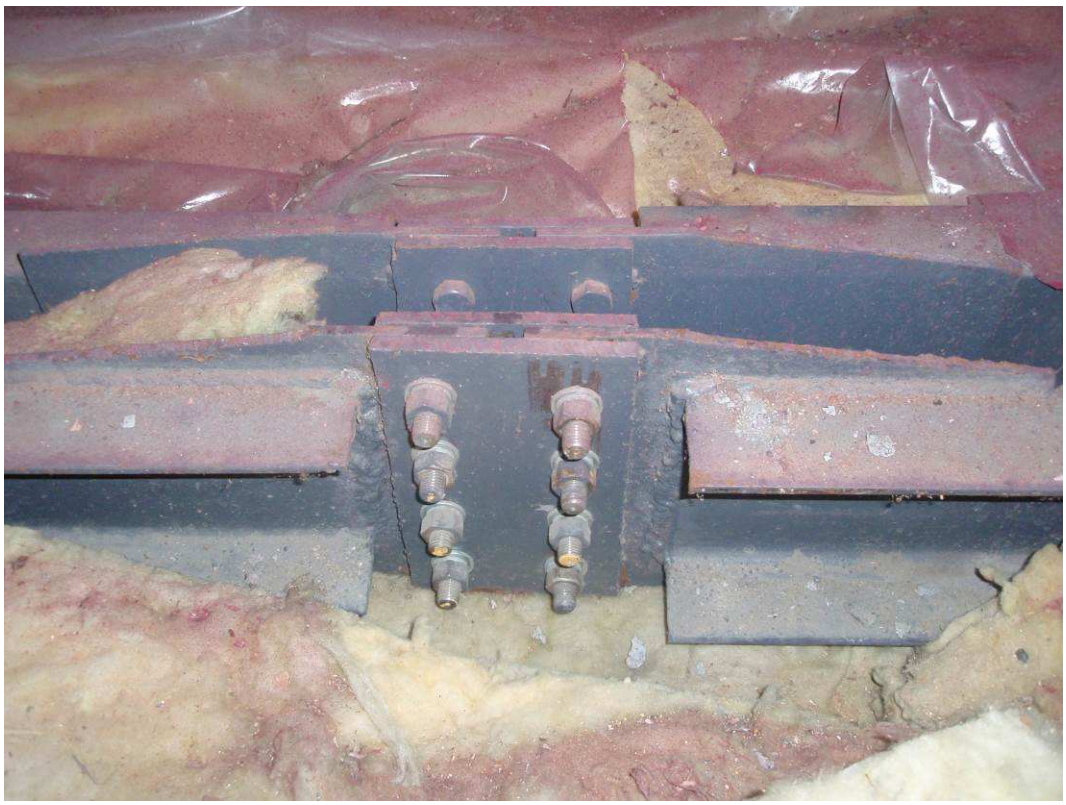
Lai samazinātu slodzi uz esošo koka elementu kopni un samazinātu piepūles elementos, pēc neoficiālajiem datiem 2001. gadā, tika veikta divu metāla kopņu izbūve ēkas 1. korpusa garenvirzienā, kas uzņem stāva pārseguma slodzi. Uz metāla kopnes tika nobalstītas arī dažas deformējušās koka kopnes atgāžņa vietā (Skatīt 12. att.). Balstījuma izpildījums konstruktīvi paviršs un der tikai kā pagaidu variants. Šādi atvieglotas koka kopnes aprēķinu skatīt 3. pielikumā.

Metāla kopnes augšjosla un apakšjosla sastāv no diviem U-profiliem. Izmantotie U160, U180 un U200 profili izvietoti attiecīgi pēc piepūlēm kopnes stieņos. Kopnes atgāžņi veidoti no kvadrātveida profiliem 100*100*5. Viens gala atgāznis no taisnstūrveida profila 140*100*~6. Kopējais kopnes garums 27.7m un augstums 2.2m. Augšjoslas profilu maiņas vietas savstarpējais savienojums veidots ar metināšanas paņēmienu, piemetinot profilu galus pie metāla plāksnes ar biezumu t=8mm (Skatīt 13. att.).

12.att. Koka kopnes balstījums uz metāla kopnes augšjoslas

13.att. Metāla kopnes augšjoslas elementu savstarpējais savienojums

Apakšjoslā veidoti arī skrūvju savienojumi, kas darbojas skrūvju cirpē (Skatīt 14. att.).



14.att. Metāla kopnes apakšjoslas elementu savstarpējais skrūvju savienojums

Atgāžņu profili iemetināti starp augšjoslas un apakšjoslas U-profiliem (Skatīt 15. att.).

15.att. Metāla kopnes atgāžņu metināts savienojums

Kopējo metāla kopnes ģeometrisko un aprēķina shēmu skatīt 2. pielikumā. Attālums starp metāla kopņu centriem ir 7m. Starp kopnēm kā telpiskie noturības elementi zigzagveidā iemetinātas 5 gab. saites, kuru profils 140*140*~5 (Skatīt 16. att.).

16.att. Saites starp metāla kopnēm

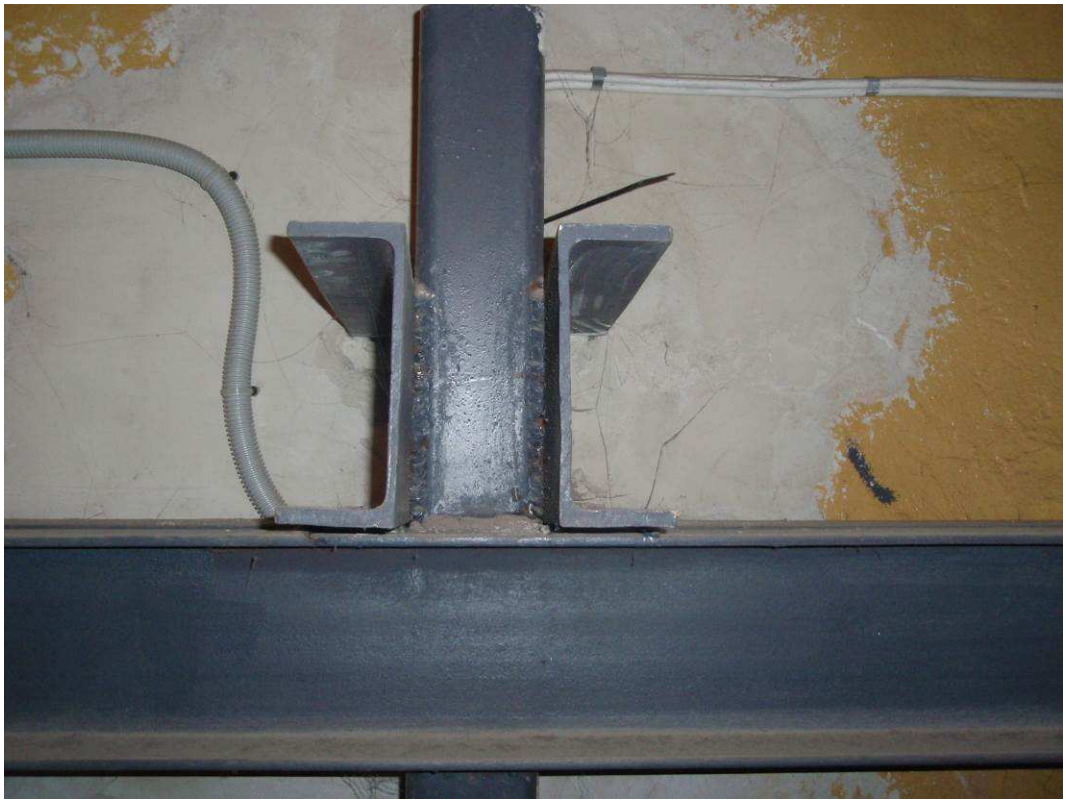
No metāla kopņu augšjoslām, koka kopņu izvietojuma vietās, izveidotas trīsstūrveida elements, kas sastāv no ar plāksnēm sametinātiem L-profiliem 50*50*5 (Skatīt 17. att.).

17.att. L-profilu saites starp metāla kopņu augšjoslām

Elements vidū uzņem stāva pārseguma pašsvara slodzi (Skatīt 5.att).

Metāla kopnes apakšjoslas viens gals balstās esošajā mūra sienā, otras gals brīvs. Augšjoslas viens gals balstās mūra sienā un izejot tai cauri – uz citas metāla pakopnes, otrs gals brīvs (Skatīt 18 un 19.att.).

18.att. Metāla kopnes balstījums mūrī izejot tam cauri un balstot uz pakopnes



19.att. Metāla kopnes balstījums mūrī izejot tam cauri un balstot uz pakopnes

Veicot metāla kopnes pārrēķinu (Skatīt 3. pielikumu) secināts, ka metāla kopnes nestspēja uzņemot tikai stāva pārseguma svaru un pašsvaru ir **pietiekoša**. Balstot ***visas*** koka kopnes uz metāla kopnēm – to nestspēja **nepietiekoša**. Un šādā gadījumā nepieciešama kopnes pastiprināšana. Pastiprināšanas shēmu skatīt 4. pielikumā.

Metāla pakopne veidota no 2*U160 augšjoslas, 2*U80 apakšjoslas, kopnes galos no stata un atgāžņa 100*100*~6. Pakopnes augšjoslas gali balstīti mūra sienā (Skatīt 20.att.).

20.att. Metāla kopnes balstījums un pakopnes gala daļa

Kopumā uz apsekošanas brīdi metāla kopņu un pakopnes tehniskais stāvoklis vērtējams kā **<u>neapmierinošs</u>**, ***jo uz metāla kopnes balstot 3 koka kopnes (esošā situācija) to nestspēja nepietiekoša un nepieciešama metāla kopnes pastiprināšana***. Aprēķinu skatīt 3. pielikumā. Šobrīd nav iespējams pateikt cik lielu slodzi no 3 koka kopnēm, kas balstās uz metāla kopnes, spēj uzņemt pašas koka kopnes un cik lielu slodzi nodod uz metāla kopni. *Gadījumā, ja pastiprināšanas projekts netiek izstrādāts un netiek veikti pastiprināšanas darbi līdz ziemas sezonai, jāveic sniega segas biezuma monitorings un sniega segas biezumam pārsniedzot 20cm, obligāti jāveic jumta tīrīšana*. ***Metāla kopnēm papildus slogojums nav pieļaujams. Kopnes paredzētas primāri stāva pārseguma (iekārto griestu) pašsvara slodzes uzņemšanai. Nekādā gadījumā nedrīkst uz metāla kopnes balstīt koka kopnes. Šādā gadījumā nepieciešama metāla kopņu pastiprināšana***. ***Pastiprināšanas projektu izstrādāt tehniskā projekta stadijā, iespējamais risinājums uzrādīts pielikumā Nr. 4.***

2. korpusā var izdalīt divu veidu jumta konstruktīvās shēmas. Viena veidota ēkas šaurākajā laidumā, otra platākajā (Skatīt 2. pielikuma šķēlumus). Korpusā jumta bēniņu stāvā izbūvētas telpas. Galvenās jumta nesošās konstrukcijas ir koka spāres 150*100mm. Spāres galos un pa vidu balstās uz jumta krēsliem, kas veidoti no 150*150mm sijām un kolonnām.

Kolonnu augšpusē savienojumā ar koka sijām, veidoti atgāžņi 150*100mm. Starp vidējiem jumta krēsliem iebūvēta koka savilce 2 gab. 70*120mm.

Lielākā daļa jumta koka konstrukciju apstrādātas ar antipirēniem un antiseptiķi. Kopumā 2. korpusa jumta konstrukcijas **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī. Dažas spāres, kuras mehāniski bojātas ir **neapmierinošā** stāvoklī un nepieciešama pastiprināšana (Skatīt 21. att.).

21.att. Mehāniski bojāta jumta spāre

Veicot galveno šķēlumu spāru nestspējas pārrēķinu secināts, ka spāru nestspēja ir **pietiekoša** uz apsekošanas brīdi esošo slodžu uzņemšanai (skatīt 3.pielikumu).

Virs spārēm ieklāta pretkondensāta plēve virs kuras latojums 70*40mm.

***Jumta segums***

Ēkas abiem korpusiem, ēkas jumta renovācijas posmā, ieklāts profilēta tērauda lokšņu materiāls. Seguma maiņa tika veikta ~2001. gadā. Seguma veids, iespējams, RUUKKI Monterrey. Apsekošanas laikā konstatētas jumta seguma stiprinājumu – skrūvju iztrūkums. Skrūves izskrūvējušās, iespējams, seguma un uz jumta esošo detaļu deformāciju un svārstību rezultātā (Skatīt 22. att.). ***Trūkstošo skrūvju vietās jāieskrūvē jaunas.***

Kopumā jumta seguma tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**.

22.att. Jumta segumā trūkstošās skrūves

***Lietusūdens novadīšanas sistēma***

Lietusūdens noteku sistēma izveidota pa jumta dzegas perimetru. Sistēma mainīta kopā ar jumta seguma maiņu.

Uz apsekošanas brīdi lietusūdens noteksistēma **apmierinošā** tehniskā stāvoklī.

| | |
|---|---|
| **2.2. Hidroizolācija, siltumizolācija** | **Tehniskais nolietojums Hidroizolācija - (%) Siltumizolācija 70 (%)** |

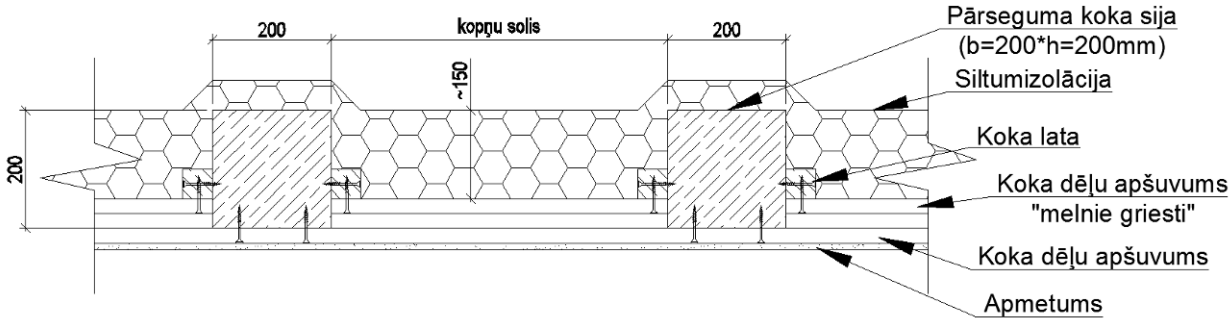
Jumta nesošās konstrukcijas galvenokārt sastāv no koka zāģmateriāliem. Un vietās kur koka konstrukcijas saskaras ar betona vai metāla konstrukcijām hidroizolācija **nav** ievietota.

Ēkas fasāde nav siltināta. Siltumizolācijas materiāls -akmensvate- ieklāta virs 1. korpusa pārseguma. Materiāls ieklāts paviršī. Klājumā daudz nenosegtu spraugu, siltumizolācijas materiāls saspiests un hidroizolācijas, pretvēja plēve pilnībā nenosedz siltumizolāciju, tādēļ materiāla efektivitāte ir zema.

Uz apsekošanas brīdi siltumizolācijas materiāla tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**.

| 2.3. Bēniņu pārsegums | Tehniskais nolietojums 55% |
|---|---|

1.korpusa bēniņu pārseguma galvenās nesošās konstrukcijas ir koka sijas 200*200mm, kuru solis identisks koka kopņu solim. Pie sijām piestiprinātas koka latas, kurām no apakšas stiprināts dēļu apšuvums „melnie griesti”. Paredzams, ka zem koka sijām ir koka dēļu apšuvums, kurš tika apmests. Virs „melno griestu” dēļu apšuvuma, kur senāk, iespējams, bija izdedžu slānis, tagad ieklāta siltumizolācijas vate. Aptuvenu shēmu skatīt 23. attēlā.




23.att. Aptuvena pārseguma konstrukcija

2. korpusa bēniņu pārsegums veidots no betonējuma. Virs pārseguma uzbērti izdedži ~100mm biezumā (Skatīt 24. attēlu).

24.att. 2. korpusa pārseguma konstrukcija

Kopā pārseguma konstrukcijas tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**, bet no siltumtehniskā viedokļatas ***nenodrošina*** LBN 002-01 prasības.

| 2.4. Logi, lūkas | Tehniskais nolietojums 90% |
|---|---|

***Jumta lūkas***

1.korpusa daļā jumta konstrukcijā iebūvēti divi logi-lūkas. Apsekojot secināts, ka lūku tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**. Lūku konstrukcija ir nokalpojusi un tās blīvējums nepasargā no ārējās vides nokrišņiem (Skatīt 25. att.). Nokrišņi tiek bēniņu telpās un rada bojājumus konstrukcijām. ***Nepieciešama tūlītēja blīvējuma atjaunošana vai lūku nomaiņa.***

2. korpusa daļā lūku stāvoklis **apmierinošs**, bet iespēju robežās jāparedz blīvējuma atjaunošanu vai lūku nomaiņu (Skatīt 26. att.).

25.att. ūdens uz pārseguma zem 1. korpusa jumta lūkām

26.att. 2. korpusa jumta lūka

***Ēkas logi***

Ēkai ir plastikāta logi, kas mainīti aptuveni 2001. gadā. Kopumā apsekojot ēkas logus secināts, ka to furnitūra ir nokalpojusi un daudzviet nepilda funkciju. Veicot BLOWER DOOR testu secināts, ka logu gaiscaurlaidība ir uzskatāma kā augsta. Galvenās neblīvumu vietas ir logu pieslēgumu mezglos, logu profilos un logu vērtnes daļās. Identificētie būvelementu defekti rada, gan siltuma zudumus, gan mikroklimata diskomfortu, kā arī, ņemot vērā būtiskus lokālveida neblīvumus, arī ūdens tvaika kondensācijas risku uz iekšsienu virsmām tiešā logu tuvumā. Logu montāža nav veikta atbilstoši Latvijas būvnormatīva LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" prasībām. Papildus secināts, ka logu siltumtehniskie rādītāji neatbilst mūsdienu ēku energoefektivitātes prasībām un ieteicams izvērtēt visa loga bloka nomaiņu uz siltumtehniski efektīvākiem risinājumiem. Uz apsekošanas brīdi logu tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**.

Ēkas logu siltumtehnisko paramertu noteikšanas un logu iebūves blīvējuma pārbaudes ar „BLOW DOOR TEST" paņēmienu skatīt 5. pielikumā.

# 3. Kopsavilkums

| 3.1. Būves daļu tehniskais nolietojums | |
|---|---|

Izejot no apsekošanas uzdevuma tika veikta nesošo jumta konstrukciju apsekošana un logu siltumtehnisko parametru noteikšana.

Apsekojot ēku un izdarot secinājumus hronoloģiskā secībā, konstatēts, ka 1 korpusā virs zāles, 3 koka kopnes ir deformējušās un uzsēdušās uz tērauda kopni. Veicot kopņu aprēķinus secināts, ka koka kopņu nestspēja ir pietiekoša, ja visi elementi ir veseli, bet kopnēm, kas deformējās ir bojātas apakšjoslas. Bet tā kā, telpa zem kopnēm ir zāle ar dekoratīvajiem griestiem, izgriezumiem u.t.t. kopņu nomaiņa ir ļoti apgrūtinoša un dārgs process. Ir ticis pieņemts lēmums, ~2001 gadā izveidot tērauda kopni ~27.7m garu, kas atvieglos koka kopnes un nesīs pārseguma un iekārto griestu slodzi, un bojātās koka kopņu apakšjoslas pastiprinātas. Tā kā pastiprinājumi nav īpaši kvalitatīvi, kopnes ir turpinājušas deformēties un tas pamanīts samērā vēlu, jo 1 kopne ir principā pilnībā nosēdusies par ~ 15cm un uzsēdusies uz tērauda kopnes, bet blakus esošas kopnes pastiprinātas virs tērauda kopnes ievietojot koka ķīļus un tādejādi slodzi nododot uz tērauda kopni. Veicot aprēķinus, tērauda kopnes nestspēja ir pietiekoša, ja ir jānes tikai pārseguma un iekārto griestu svars, bet nav pietiekoša, ja uz tās nobalsta 3 bojātās kopnes. Pārējās veselās koka kopnes slodzi spētu uzņemt, bet precīzi, tas nav prognozējams, jo koka konstrukcijas vairākkārtīgi ir krāsotas ar antiseptiķi un antipirēnu, tādejādi grūtāk novērtēt trupes bojājumus. Tā kā tērauda kopne jebkurā gadījumā jāpastiprina, kopni nepieciešams pastiprināt, tā lai nepieciešamības gadījumā tā spētu uzņemt slodzi no visām koka kopnēm. Iespējamo pastiprināma risinājumu skatīt 4. pielikumā. Un tikai tad, kad tērauda kopne ir pastiprināta, var ar dankratu palīdzību celt deformējušos kopni, vai paredzēt pastiprinājumu, kad jumta segums ir demontēts, izlīdzināšanu veikt ar jaunām koka brusām, stiprinot tās pie bojātās kopnes. Visiem augšminētajiem darbiem nepieciešams izstrādāt detalizētu tehnisko projektu ar stiprinājuma mezgliem un būvdarbu laikā veikt autoruzraudzību.

Kopumā 1. korpusa koka kopņu konstrukcijas **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī. Dažām kopnēm nestspēju zaudējušas, bet ar metāla plāksnēm un caurejošām bultskrūvēm pastiprinātas apakšjoslas. Šo pastiprināto kopņu mezglu nestspēja uzskatāma par nepietiekošu slodžu uzņemšanai un kopņu kopējais tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**. Bojātos elementus nepieciešams protezēt. Jumta pastāvīgās un lietderīgās slodzes uz koka kopni nodod 6 jumta sijas. Vietām konstatēti siju bojājumi, kur tuvākajā laikā nepieciešama pastiprināšana vai sijas nomaiņa, jo pašreiz sijas ir **neapmierinošā** tehniskā stāvoklī. Kopumā uz apsekošanas brīdi sijas un dēļu klājs **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī.

Uz apsekošanas brīdi metāla kopņu tehniskais stāvoklis vērtējams kā **neapmierinošs**. Metāla kopnēm papildus slogojums nav pieļaujams. Kopnes paredzētas primāri bēniņu stāva pārseguma (iekārtie griesti) pašsvara slodzes uzņemšanai. Nekādā gadījumā nedrīkst uz metāla kopnes balstīt koka kopnes, kas ir izdarīts. Šādā gadījumā nepieciešama metāla kopņu pastiprināšana.

Veicot metāla kopnes pārrēķinu (Skatīt 3. pielikumu) secināts, ka metāla kopnes nestspēja uzņemot tikai stāva pārseguma svaru un pašsvaru ir **pietiekoša**. Balstot visas koka kopnes uz metāla kopnēm – to nestspēja **nepietiekoša**. Un šādā gadījumā nepieciešama kopnes pastiprināšana.

Uz metāla kopnēm ir nobalstītas arī 3 deformējušās koka kopnes. Balstījuma izpildījums konstruktīvi paviršs un der tikai kā pagaidu variants. Stiprinājuma mezglus izstrādāt tehniskā projekta stadijā kopā ar detalizētu metāla kopnes pastiprinājuma shēmu. Kad pastiprināta metāla kopne, tikai tad iespējams veikt koka kopņu bojāto vietu protezēšanu, izlīmeņošanu un pastiprināšanu.

2. korpusa jumta konstrukcijas **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī. Dažas spāres, kuras mehāniski bojātas ir **neapmierinošā** stāvoklī un nepieciešama pastiprināšana.

Veicot galveno šķēlumu spāru nestspējas pārrēķinu secināts, ka spāru nestspēja ir **pietiekoša** uz apsekošanas brīdi esošo slodžu uzņemšanai.

Jumta seguma tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**.

Vietās kur koka konstrukcijas saskaras ar betona vai metāla konstrukcijām hidroizolācija **nav** ievietota.

Uz apsekošanas brīdi 1.korpusa siltumizolācijas materiāla tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**.

Bēniņu pārseguma konstrukcijas tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**, bet no siltumtehniskā viedokļatas ***nenodrošina*** LBN 002-01 prasības.

1.korpusa daļā jumta konstrukcijā iebūvēti divi logi-lūkas. Apsekojot secināts, ka lūku tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**. 2. korpusa daļā lūku stāvoklis **apmierinošs**, bet iespēju robežās jāparedz blīvējuma atjaunošanu vai lūku nomaiņu.

Uz apsekošanas brīdi logu tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**. Logu siltumtehniskie rādītāji neatbilst mūsdienu ēku energoefektivitātes prasībām un ieteicams izvērtēt visa loga bloka nomaiņu uz siltumtehniski efektīvākiem risinājumiem.

| **3.2. Secinājumi un ieteikumi** | |
|---|---|

**Secinājumi:**

- ✓ Kopumā 1. korpusa koka kopņu konstrukcijas **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī;
- ✓ Pastiprināto 1. korpusa koka kopņu mezglu nestspēja uzskatāma par nepietiekošu slodžu uzņemšanai un kopņu kopējais tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**;
- ✓ Uz apsekošanas brīdi metāla kopņu tehniskais stāvoklis pie esoša slogojuma vērtējams kā **neapmierinošs**. Metāla kopnēm papildus slogojums nav pieļaujams;
- ✓ *Gadījumā, ja pastiprināšanas projekts netiek izstrādāts un netiek veikti pastiprināšanas darbi līdz ziemas sezonai, jāveic sniega segas biezuma monitorings un sniega segas biezumam pārsniedzot 20cm, obligāti jāveic jumta tīrīšana.*
- ✓ Uz apsekošanas brīdi koka sijas un dēļu klājs **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī;
- ✓ Vietām 1. korpusa daļā konstatēti siju bojājumi (arī sijas sabrukums), kur tuvākajā laikā (noteikti līdz ziemas periodam) nepieciešama pastiprināšana vai sijas nomaiņa, jo pašreiz sijas ir **neapmierinošā** tehniskā stāvoklī;
- ✓ 2. korpusa jumta konstrukcijas **daļēji apmierinošā** tehniskā stāvoklī. Dažas spāres, kuras mehāniski bojātas ir **neapmierinošā** stāvoklī un nepieciešama pastiprināšana vai nomaiņa;
- ✓ Jumta seguma tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**;
- ✓ Vietās kur koka konstrukcijas saskaras ar betona vai metāla konstrukcijām hidroizolācija **nav** ievietota;
- ✓ Uz apsekošanas brīdi 1.korpusa siltumizolācijas materiāla tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**;
- ✓ Bēniņu pārseguma konstrukcijas tehniskais stāvoklis uz apsekošanas brīdi vērtējams kā **apmierinošs**;
- ✓ 1.korpusa daļā jumta lūku tehniskais stāvoklis ir **neapmierinošs**;
- ✓ 2. korpusa daļā lūku stāvoklis **apmierinošs**, bet iespēju robežās jāparedz blīvējuma atjaunošanu vai lūku nomaiņu.
- ✓ Logu tehniskais stāvoklis vērtējams kā **daļēji apmierinošs**. Logu siltumtehniskie rādītāji neatbilst mūsdienu ēku energoefektivitātes prasībām un to furnitūra ir nokalpojusi un daudzviet nepilda funkciju.

**Ieteikumi:**

1. Pilnībā iepazīties ar šī apsekošanas slēdziena dokumentiem (pilns apraksts, pielikumi u.t.t.), lai, iespējams, nepalaistu garām būtisku informāciju;
2. Veikt neapmierinošā stāvoklī esošo 1. korpusa koka kopņu elementu nomaiņu vai pastiprināšanu;
3. Veikt neapmierinošā stāvoklī esošo 1. korpusa koka siju elementu nomaiņu;
4. Veikt neapmierinošā stāvoklī esošo 2. korpusa koka spāru elementu nomaiņu;
5. Jāparedz koka kopņu balstīšana uz tērauda kopnes, pirms tam tērauda kopni pastiprinot.
6. Principiāls pastiprinājuma risinājums uzrādīts 4. Pielikumā, bet pirms darbu uzsākšanas nepieciešams izstrādāt pastiprināšanas projektu tehniskā projekta līmenī, kur tiek pārrēķināti un izdetalizēti pastiprinājuma mezgli un veids. Projekta īstenošanai obligāti paredzēt autoruzraudzību.
7. *Gadījumā, ja pastiprināšanas projekts netiek izstrādāts un netiek veikti pastiprināšanas darbi līdz ziemas sezonai, jāveic sniega segas biezuma monitorings un sniega segas biezumam pārsniedzot 20cm, obligāti jāveic jumta tīrīšana.*
8. Jāparedz jumta lūku blīvējuma atjaunošanu vai lūku nomaiņu;
9. Jauniebūvējamo kokmateriālu saskares vietās ar betonu vai metālu ievietot hidroizolāciju – ruberoīdu 2 kārtās. Kokmateriālus apstrādāt ar antiseptiķi un antipirēnu materiāliem.
10. Ieteicams izvērtēt visa loga bloka nomaiņu uz siltumtehniski efektīvākiem risinājumiem.
11. Ieteicams izvērtēt pārseguma siltināšanu atbilstoši LBN 002-01.

**Ieteicams veikt tehniski ekonomisko izvērtējumu izvēloties būvniecības darbu optimālākos risinājumus ēkas bojājumu novēršanai.**

Tehniskā apsekošana veikta 2014.gada jūnijā.

**Apsekotājs:** _____ Artūrs Rakstiņš
Sert.Nr.20-6294

**Apsekotājs:** _____ Imants Kozačkovs

**Apsekotājs:** _____ Egils Viks

# Pielikums Nr. 1
**Ēkas foto fiksācijas**

Foto attēls Nr. 1 Ēkas Austrumu fasādes daļa

Foto attēls Nr. 2 Ēkas Ziemeļu fasādes daļa

Foto attēls Nr. 3 Ēkas Rietumu fasādes daļa

Foto attēls Nr. 4 Ēkas Dienvidu fasādes daļa

Foto attēls Nr. 5 Ēkas Rietumu fasādes daļa iekšpagalma pusē

Foto attēls Nr. 6 Ēkas iekšējais stūris iekšpagalma pusē

Foto attēls Nr. 7 1. korpusa koka kopņu dzegas savienojums

Foto attēls Nr. 8 1. korpusa koka kopņu dzegas savienojums

Foto attēls Nr. 9 1. korpusa koka kopņu dzegas savienojums

Foto attēls Nr. 10 1. korpusa koka kopņu dzegas savienojums

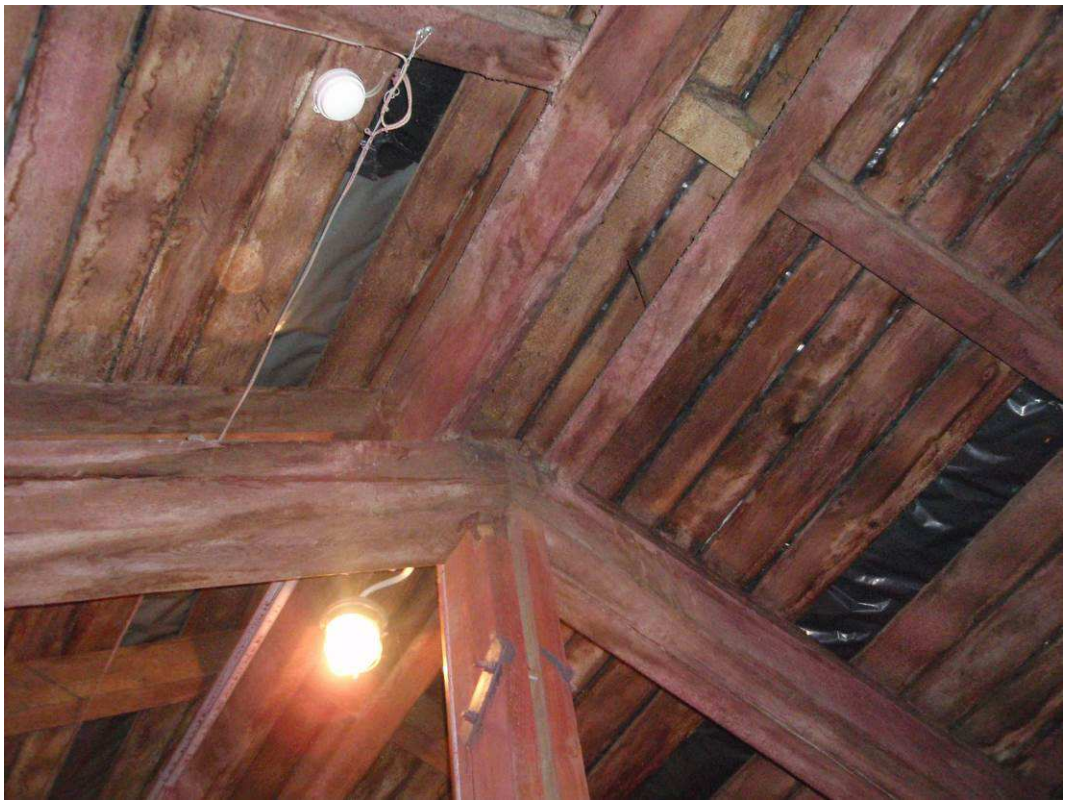


Foto attēls Nr. 11 1. korpusa koka kopņu kores savienojums

Foto attēls Nr. 12 1. korpusa koka kopņu kores savienojums

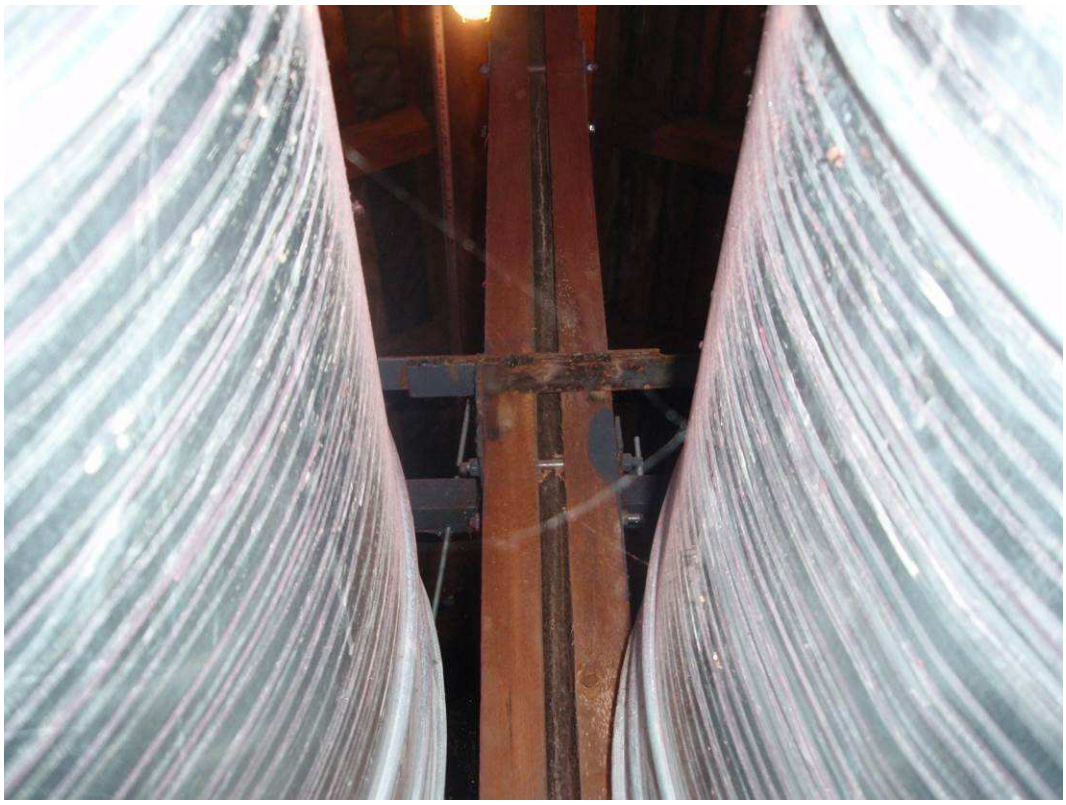


Foto attēls Nr. 13 1. korpusa koka kopņu stati un apaļstieņu savilce

Foto attēls Nr. 14 1. korpusa koka kopņu atgāžņa savienojums

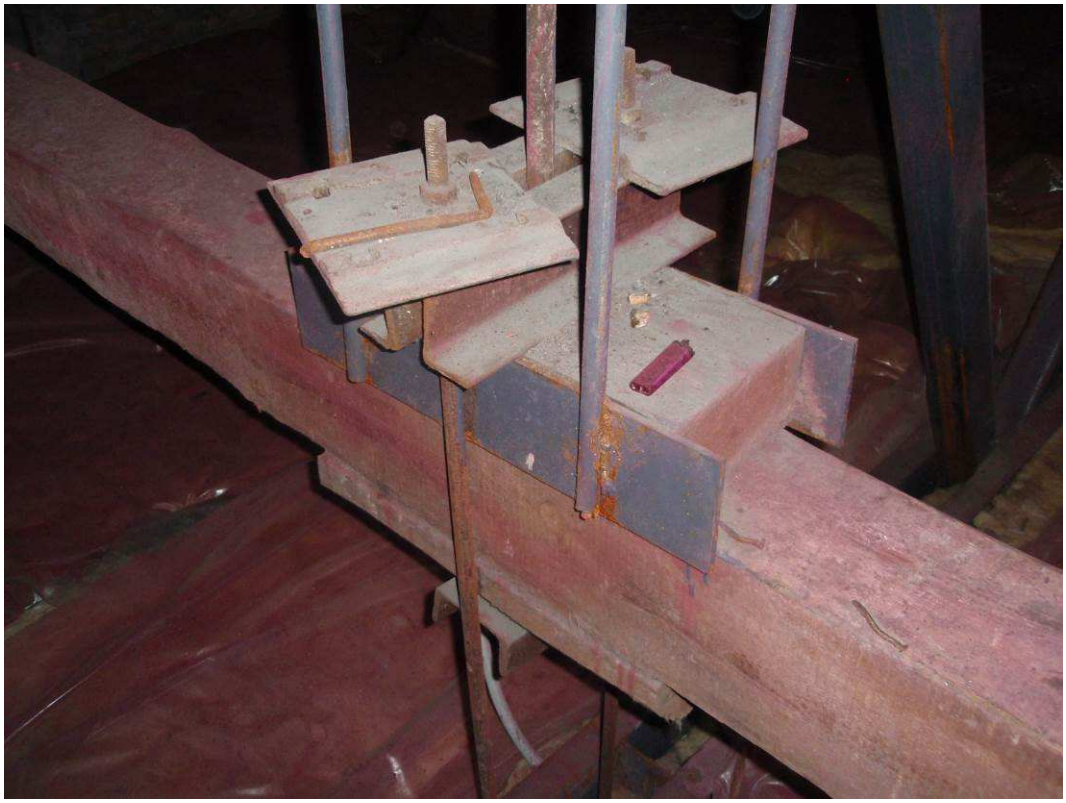


Foto attēls Nr. 15 1. korpusa koka kopņu un pārseguma piekares sistēmas savienojums

Foto attēls Nr. 16 1. korpusa koka kopņu un pārseguma piekares sistēmas savienojums

Foto attēls Nr. 17 1. korpusa koka kopņu un pārseguma piekares sistēmas savienojums kopņu vidusdaļā

Foto attēls Nr. 18 1. korpusa koka kopņu un pārseguma piekares sistēmas savienojums kopņu vidusdaļā

Foto attēls Nr. 19 1. korpusa koka kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 20 1. korpusa koka kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 21 1. korpusa koka kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 22 1. korpusa koka kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 23 1. korpusa koka kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 24 1. korpusa koka kopnes balstījums uz metāla kopnes

Foto attēls Nr. 25 1. korpusa koka kopnes balstījums uz metāla kopnes

Foto attēls Nr. 26 1. korpusa koka kopnes dzegas pastiprinājuma mezgls

Foto attēls Nr. 27 1. korpusa koka siju kritiskie bojājumi

Foto attēls Nr. 28 1. korpusa koka siju savienojums

Foto attēls Nr. 29 1. korpusa jumta konstrukcijas

Foto attēls Nr. 30 1. korpusa jumta konstrukcijas

Foto attēls Nr. 31 1. korpusa pārseguma balstījums uz metāla kopnēm

Foto attēls Nr. 32 1. korpusa metāla kopņu augšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 33 1. korpusa metāla kopņu augšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 34 1. korpusa metāla kopņu apakšjoslas savienojums

Foto attēls Nr. 35 1. korpusa metāla kopņu savienojums

Foto attēls Nr. 36 1. korpusa metāla kopņu balstījums uz metāla pakopnes

Foto attēls Nr. 37 1. korpusa metāla kopņu balstījums uz metāla pakopnes

Foto attēls Nr. 38 1. korpusa metāla kopnes gala atgāžņa savienojums

Foto attēls Nr. 39 1. korpusā esošais atvērums sienā bez pārsedzes izbūves

Foto attēls Nr. 40 2. korpusa jumta konstrukcijas

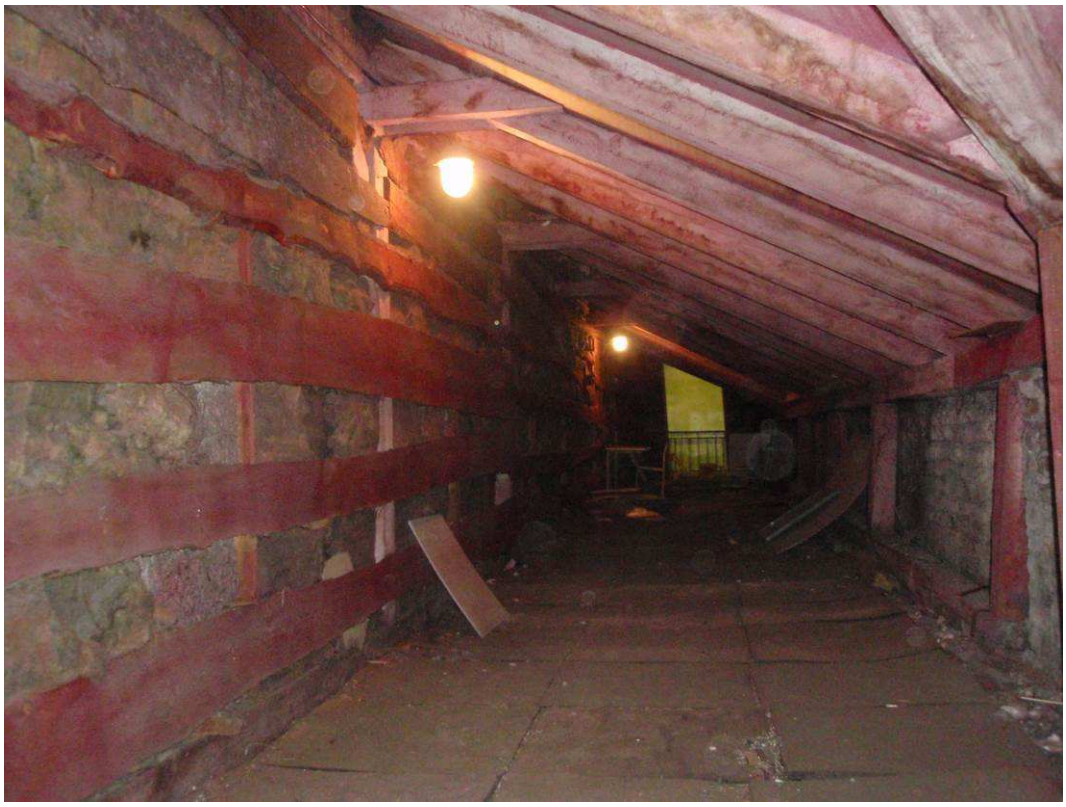


Foto attēls Nr. 41 2. korpusa jumta konstrukcijas šaurākajā laidumā

Foto attēls Nr. 42 2. korpusa jumta konstrukcijas platākajā laidumā

Foto attēls Nr. 43 2. korpusa jumta krēsla savienojums

Foto attēls Nr. 44 2. korpusa jumta konstrukcijas dzegas daļā

Foto attēls Nr. 45 2. korpusa pārseguma sija

Foto attēls Nr. 46 2. korpusa dzegas daļa

Foto attēls Nr. 47 2. korpusa neapstrādātās (antiseptiķis, antipirēni) jumta konstrukcijas

Foto attēls Nr. 47 jumta segums

Foto attēls Nr. 48 jumta segums

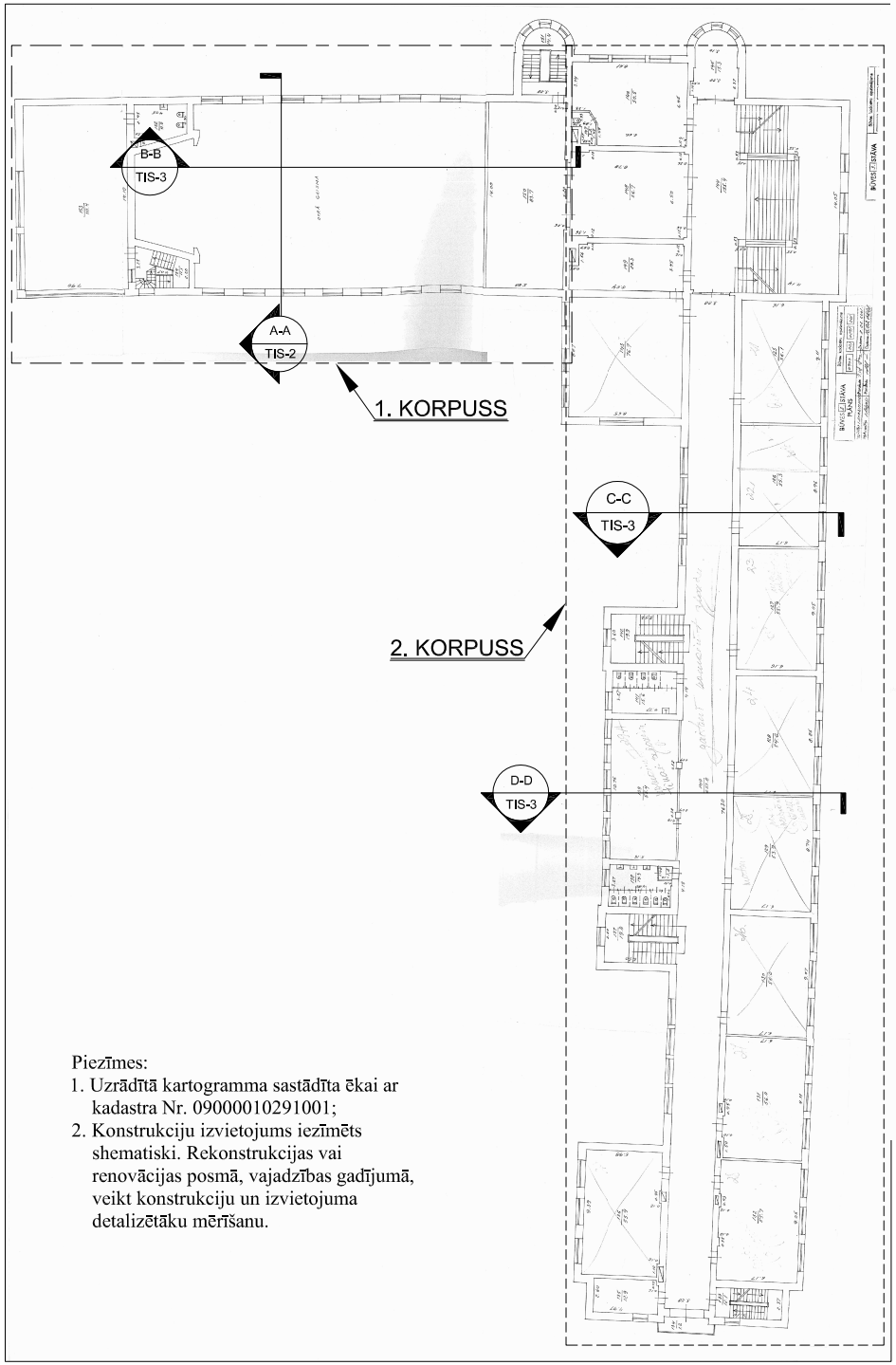
Foto attēls Nr. 49 Ventilācijas izvadu neblīvumi virs jumta seguma

Foto attēls Nr. 50 Jumta ārējās dzegas daļas konstrukcija

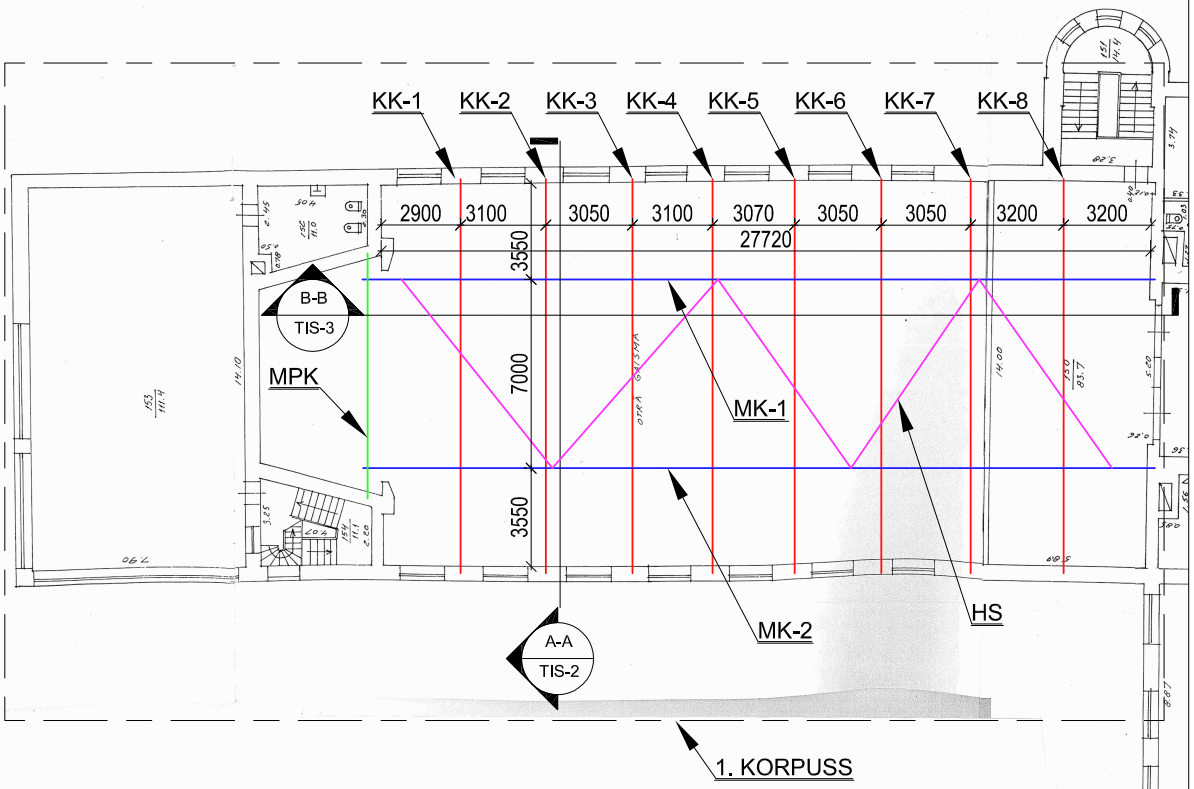
# Pielikums Nr. 2

**Stāva plāns, griezumi un konstrukciju bojājumu kartogramma**

## STĀVA SHĒMA AR GRIEZUMU IZVIETOJUMU




## 1. KORPUSA GALVENO NESOŠO ELEMENTU IZVIETOJUMA SHĒMA




Apzīmējumi:

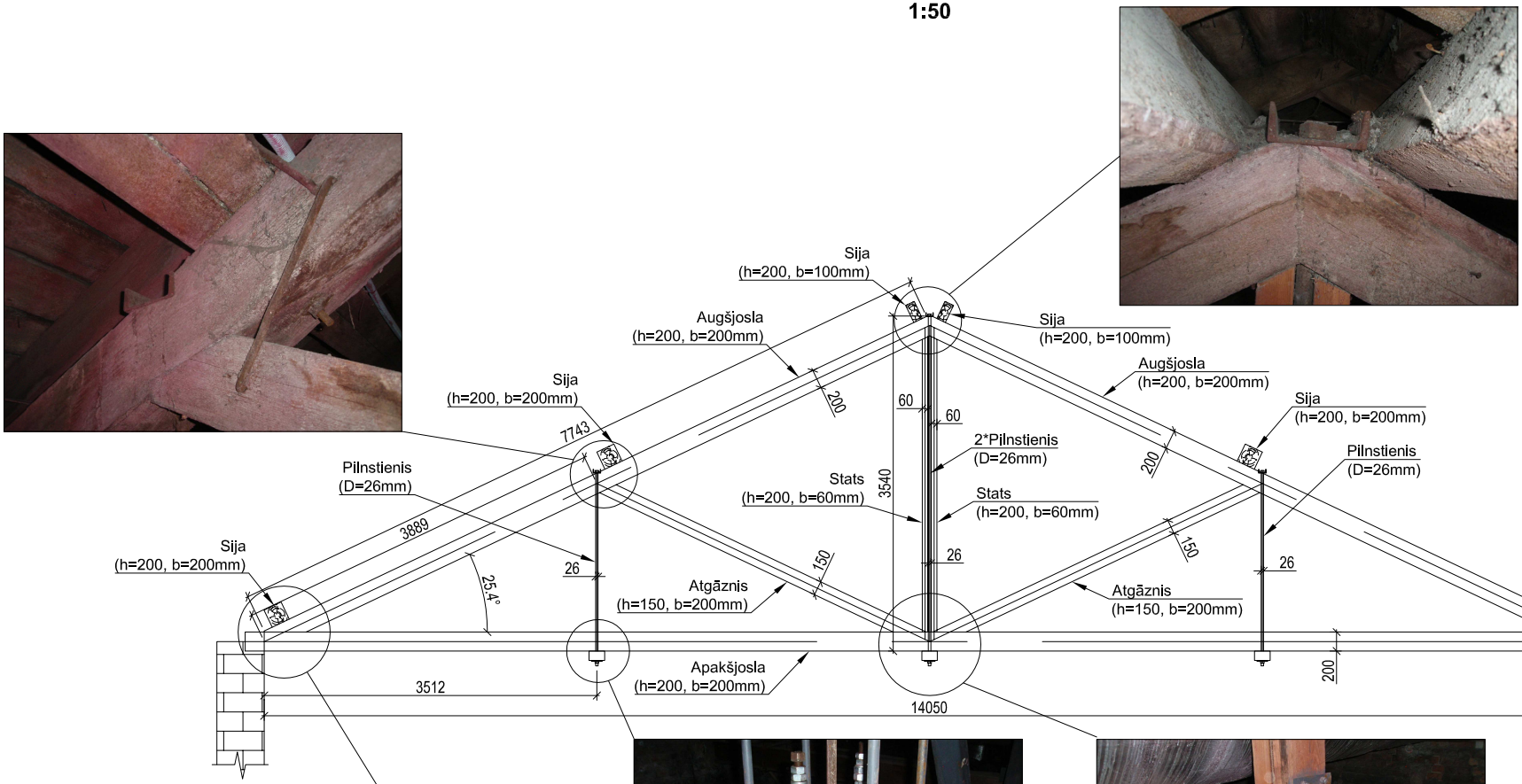
- Koka kopne KK
- Metāla kopne MK
- Metāla pakopne MPK
- Metāla horizontālā saite HS
- 1. Korpusa daļa
- 2. Korpusa daļa

Piezīmes:
1. Uzrādītā kartogramma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 4603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | ARH. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | STADIJA: TIS |
| | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | RASĒJUMS: Stāva shēma un 1. korpusa galveno jumta konstrukciju izvietojuma shēma | |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | |
| Izstrādāja: | | | |
| FAILS: | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-01 VERSIJA: |

# Koka kopnes KK geometriskā shēma - GRIEZUMS A-A

**1:50**




Piezīmes:
1. Uzrādītā shēma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 43603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums |
| | | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | | RASĒJUMS: Koka kopnes KK shēma - griezums A-A |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | |
| Izstrādāja: | | | |
| FAILS: | | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: 1:50 / LAPA: TIS-02 / VERSIJA: |

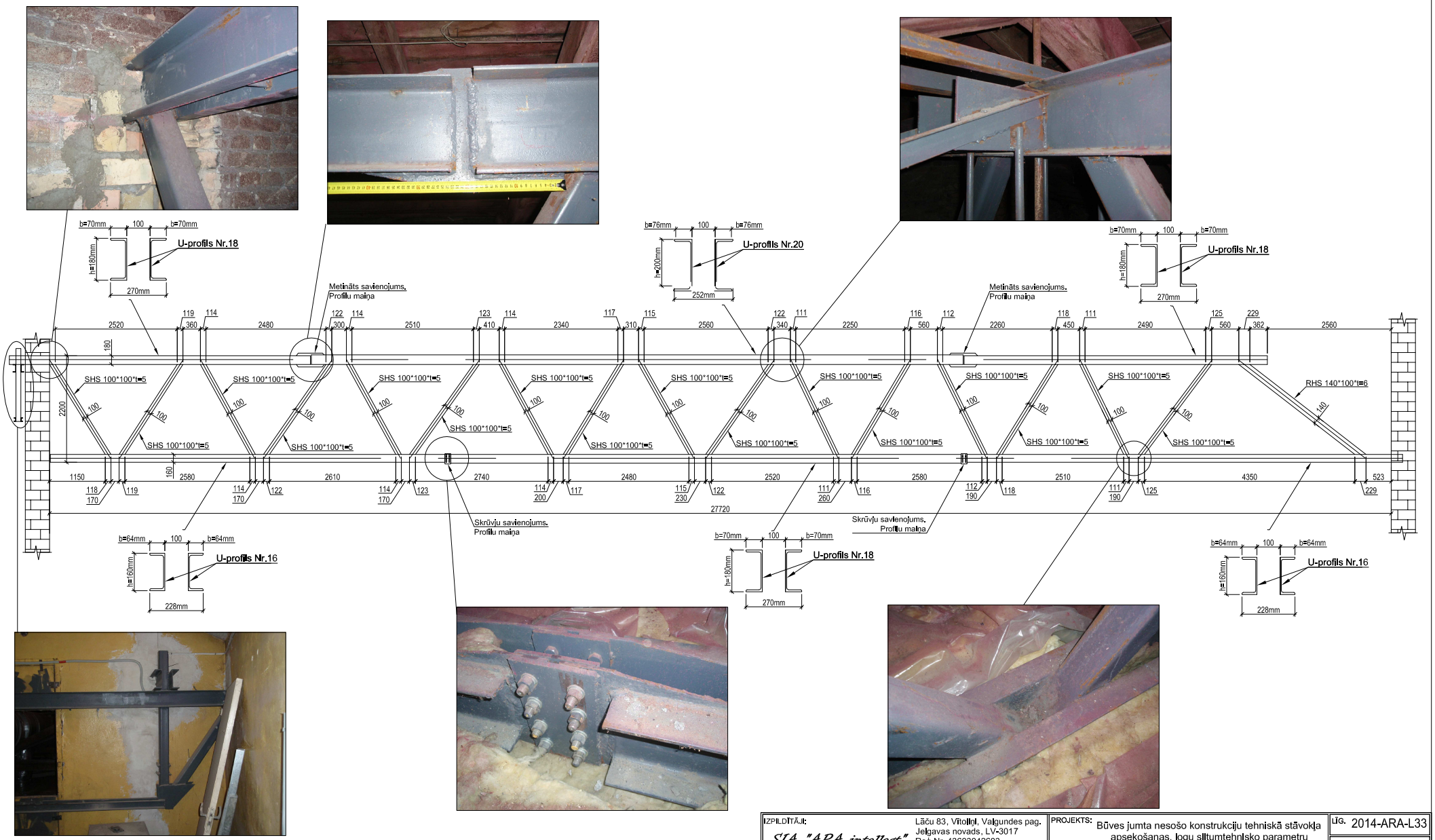
LĪG. 2014-ARA-L33
ARH. 2014-ARA-L33
STADIJA: TIS

# Metāla kopnes MK geometriskā shēma - GRIEZUMS B-B
















Piezīmes:

1. Uzrādītā shēma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

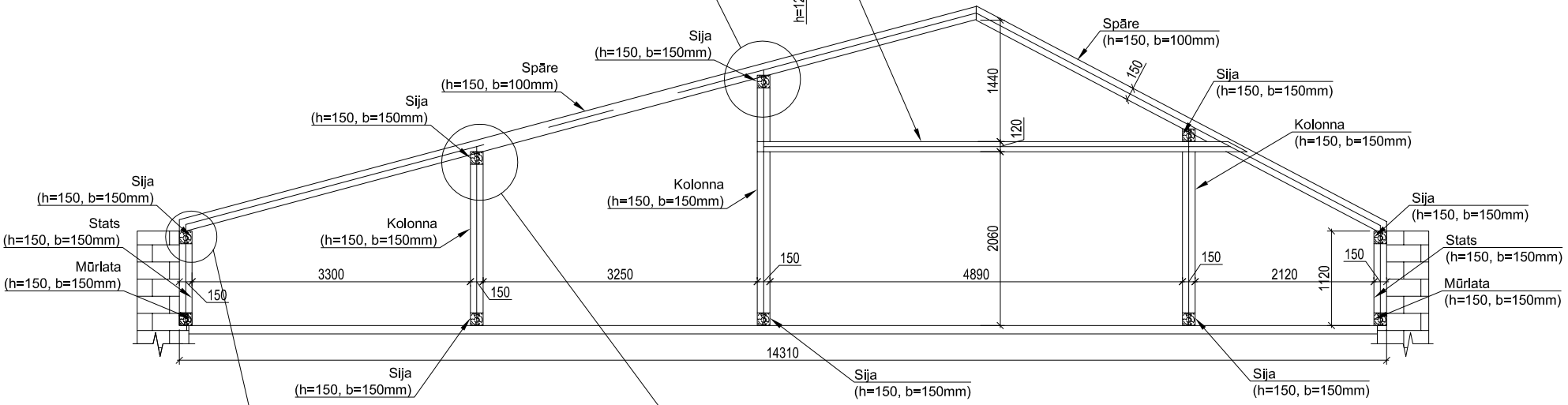
| | | | |
|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" | Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 4603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu sīltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | ARH. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | STADIJA: TIS |
| | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | |
| Proj. daļ. vad. A.Rakstiņš | | RASĒJUMS: Metāla kopnes MK shēma - griezums B-B | |
| Izstrādāja: I. Kozačkovs | | | |
| Izstrādāja: | | | |
| FAILS: | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-03 VERSIJA: |

# 2.korpusa GRIEZUMS C-C

Piezīmes:
1. Uzrādītā shēma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 43603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | ARH. 2014-ARA-L33 |
| | | | STADIJA: TIS |
| | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | RASĒJUMS: 2. korpusa griezums C-C | |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | |
| Izstrādāja: | | | |
| FAILS: | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-04 VERSIJA: |

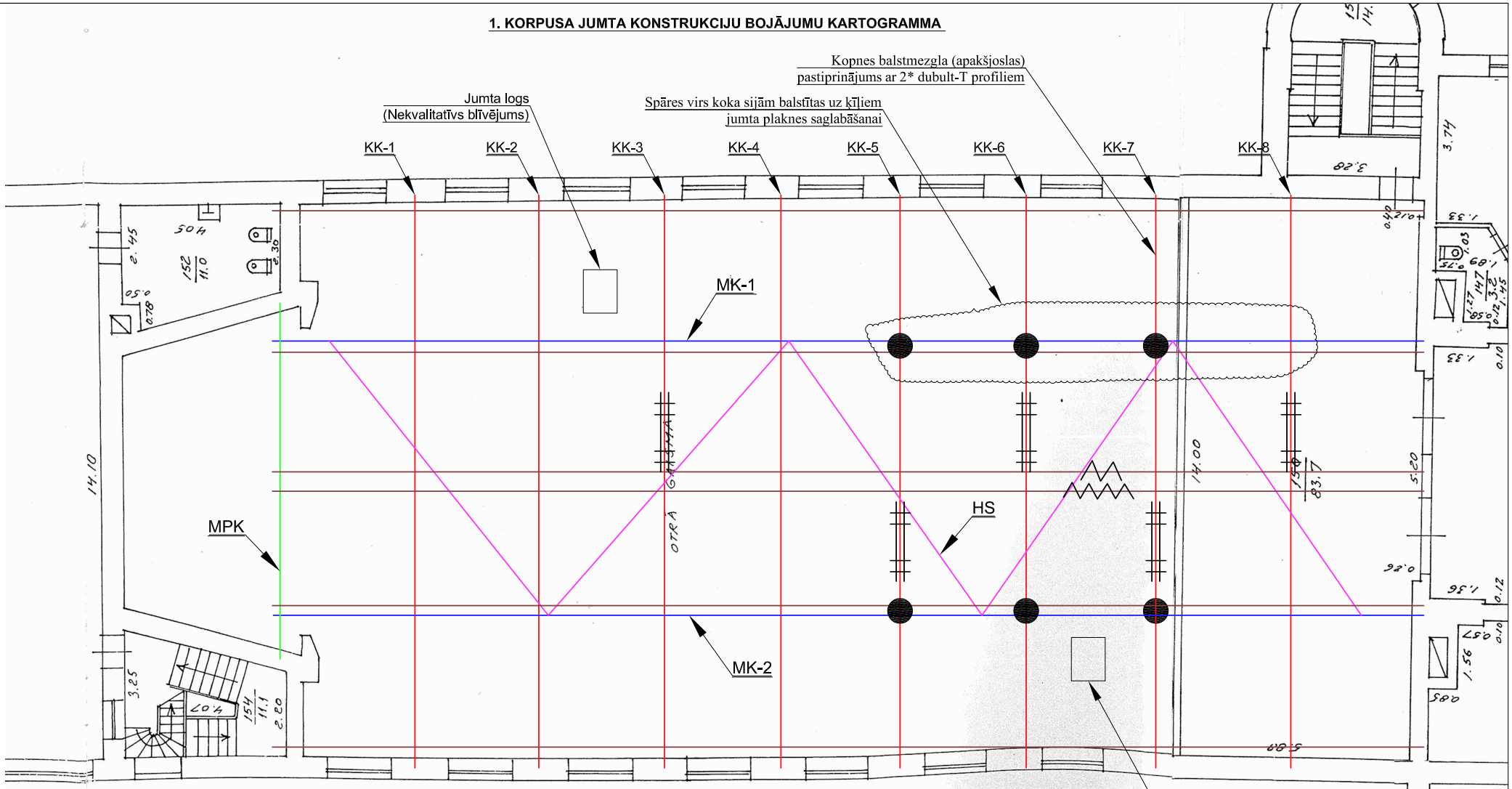
# 2.korpusa GRIEZUMS D-D



Piezīmes:
1. Uzrādītā shēma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 43603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | | ARH. 2014-ARA-L33 |
| | | | | | STADIJA: TIS |
| | | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | | |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | | RASĒJUMS: 2. korpusa griezums D-D | | |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | | | |
| Izstrādāja: | | | | | |
| FAILS: | | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-05 | VERSIJA: |

# 1. KORPUSA JUMTA KONSTRUKCIJU BOJĀJUMU KARTOGRAMMA




## Apzīmējumi:

- Koka kopne KK
- Metāla kopne MK
- Metāla pakopne MPK
- Metāla horizontālā saite HS
- Koka sijas
- Koka sijas balstījuma vieta uz metāla kopnes
- Koka kopnes apakšjoslas savienojums (pastiprinājums)
- Koka sijas (virs koka kopnes) bojājums

Piezīmes:
1. Uzrādītā shēma sastādīta ēkai ar kadastra Nr. 09000010291001;
2. Konstrukciju izvietojums iezīmēts shematiski. Rekonstrukcijas vai renovācijas posmā, vajadzības gadījumā, veikt konstrukciju un izvietojuma detalizētāku mērīšanu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJI: SIA "ARA intellect" Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 4603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | ARH. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | STADIJA: TIS |
| | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | RASĒJUMS: 1.korpusa jumta konsturkciju bojājumu kartogramma | |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | |
| Izstrādāja: | | | |
| FAILS: | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-06 VERSIJA: |

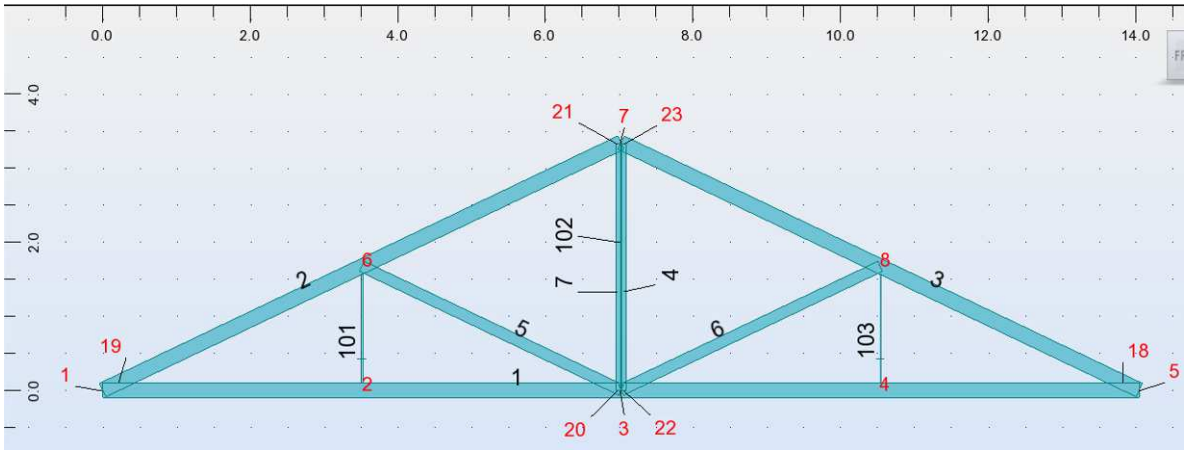
# Pielikums Nr. 3

**Kopņu aprēķinu un aprēķinu rezultāti**

# Koka kopnes aprēķins pēc reālajām kopnes stieņu dimensijām

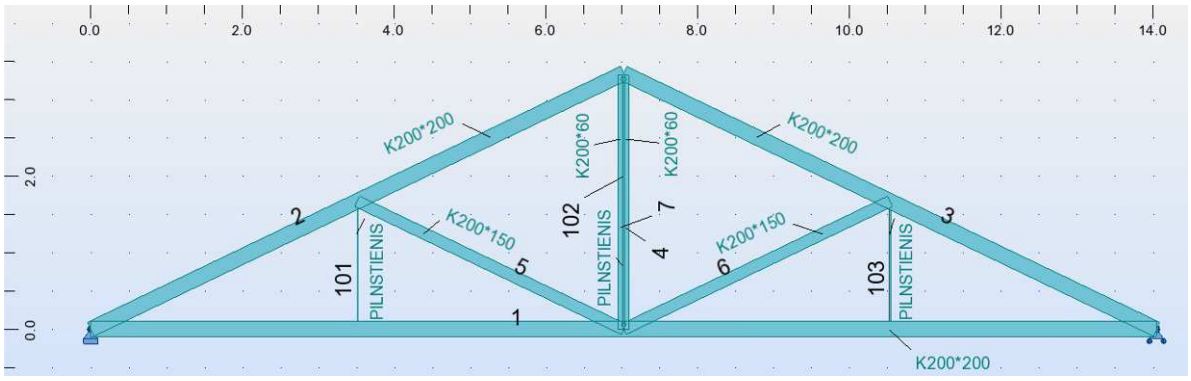
## Kopnes aprēķina shēma un stieņu numuri:

(Attēlā uzrādītie melnie cipari – stieņu numurs, sarkanie cipari – stieņu sākuma un beigu punkts):




Kopnes garums 14.05m, kopnes augstums 3.54m, izvietojuma solis ~3.05m. Kopnes stieņi veidoti no koka zāģmateriāliem (stieņi 1 - 7) un apaļstieņi (stieņi 101-103).

## Kopnes stieņu dimensijas (Pēc apsekotās situācija dabā)




Kopnes augšjosla (200*200mm), apakšjosla (200*200mm), atgāzņi (200*150mm) un koka stati kopnes vidū (200*60mm). Kopnē izmantoti 4 apaļstieņi ar ∅ 26mm. 2 no tiem iebūvēti kopnes vidū pie koka statiem un pa vienam 3.5metrus no kopnes malām. Apaļstieņi paredzēti stiepes spēku uzņemšanai un nodošanai uz kopnes augšjoslu no stāva pārseguma pašsvara. Kopnes ģeometrisko un aprēķina shēmu skatīt 2. pielikumā. Kopnes balstu mezgli pastiprināti ar papildus 200*100mm koka brusām.

**Kopnes stieņu specifikācijas tabulas.**

| Bar | Node 1 | Node 2 | Section | Material | Length (m) | Gamma (Deg) | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 5 | K200*200 | C18 | 14.05 | 180.0 | apakshjosla |
| 2 | 1 | 7 | K200*200 | C18 | 7.78 | 0.0 | augshjosla |
| 3 | 5 | 7 | K200*200 | C18 | 7.78 | 0.0 | augshjosla |
| 4 | 22 | 23 | K200*60 | C18 | 3.32 | 0.0 | stati |
| 5 | 3 | 6 | K200*150 | C18 | 3.89 | 0.0 | atgaazni |
| 6 | 3 | 8 | K200*150 | C18 | 3.89 | 0.0 | atgaazni |
| 7 | 20 | 21 | K200*60 | C18 | 3.32 | 0.0 | stati |
| 101 | 2 | 6 | PILNSTIENIS D26 | S275 | 1.67 | 0.0 | APALSTIENI |
| 102 | 7 | 3 | PILNSTIENIS D26 | S275 | 3.34 | 0.0 | APALSTIENI |
| 103 | 4 | 8 | PILNSTIENIS D26 | S275 | 1.67 | 0.0 | APALSTIENI |

| Type | Number | Length (m) | Unit weight (kG/m) | Bar weight (kG) | Total weight (kG) | Painting area (m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C18 | | | | | | |
| K200*60 | 2 | 3.32 | 3.92 | 13.00 | 26 | 3.45 |
| K200*150 | 2 | 3.89 | 9.79 | 38.08 | 76 | 5.45 |
| K200*200 | 2 | 7.78 | 13.05 | 101.55 | 203 | 12.45 |
| K200*200 | 1 | 14.05 | 13.05 | 183.39 | 183 | 11.24 |
| Total per sections | | | | | | |
| K200*60 | 2 | 6.64 | 3.92 | 26.00 | 26 | 3.45 |
| K200*150 | 2 | 7.78 | 9.79 | 76.16 | 76 | 5.45 |
| K200*200 | 3 | 29.61 | 13.05 | 386.48 | 386 | 23.69 |
| Total | | | | | 489 | 32.59 |
| S275 | | | | | | |
| PILNSTIENIS D26 | 2 | 1.67 | 4.17 | 6.96 | 14 | 0.27 |
| PILNSTIENIS D26 | 1 | 3.34 | 4.17 | 13.93 | 14 | 0.27 |
| Total per sections | | | | | | |
| PILNSTIENIS D26 | 3 | 6.68 | 4.17 | 27.85 | 28 | 0.55 |
| Total | | | | | 28 | 0.55 |

Koka kopnes aptuvenais svars 517 kg (Neskaitot savienotājelementus- metāla plāksnes un skrūves).

Virs kopnes augšjoslas mezglos saliktas koka sijas. Tādejādi slodze no spārēm, jumta dēļu klāja, jumta seguma un sniega tiek nodota uz mezglu savienojumiem. Koka siju novietojumu skatīt 2. pielikumā.

**Izejas dati:**
Kopnes laidums 14.05m
Kopnes augstums 3.54m
Kopņu solis – 3,05m
Materiālu klase – koksne C18, tērauds S275

**Slodzes:**
(slodžu aprēķinu skatīt tabulā zemāk)

***Normatīvās slodzes:***
1) Sniega slodze (Jelgava) = 100 (kg/m$^2$)
2) Jumta seguma slodze = 22.28 (kg/m$^2$)
3) Pārseguma slodze = 76.52 (kg/m$^2$)

***Aprēķina slodzes:***
1) Sniega slodze (Jelgava) x1.5 = 150 (kg/m$^2$)
2) Jumta seguma slodze x 1.35 = 19.71 (kg/m$^2$)
3) Pārseguma slodze x 1.35 = 103.3 (kg/m$^2$)

**Slodzes uz jumta konsturkcijām**

| Slodžu veids | Koef. | Slodze Norm. kg/m$^2$ | Slodze Aprēķina kg/m$^2$ | Aprēķina KN/m$^2$ | Joslas platums m | Slodze Norm. kg/m | Slodze Aprēķina kg/m | Aprēķina slodze KN/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Patstāvīgā slodze (pašsvars)** | | | | | | | | |
| 1. Jumta segums RUUKKI Monterey | 1.35 | 4.7 | 6.35 | 0.06 | 3.1 | 14.57 | 19.67 | 0.20 |
| 2. Dēļu klājs 25*150 mm | 1.35 | 8.75 | 11.81 | 0.12 | 3.1 | 27.13 | 36.62 | 0.37 |
| 3. Spāres 100x150mm (Solis1.1m) | 1.35 | 5.1 | 6.89 | 0.07 | 3.1 | 15.81 | 21.34 | 0.21 |
| 4. Pārseguma sija 200*200mm | 1.35 | 3.73 | 5.04 | 0.05 | 3.1 | 11.56 | 15.61 | 0.16 |
| | | **22.28** | **30.08** | **0.30** | | **69.07** | **93.24** | **0.93** |
| **Mainīgā (īslaicīgā) sniegs** | 1.5 | 100 | 150.00 | 1.50 | 3.1 | 310.00 | 465.00 | 4.65 |
| | | | | | | | | |
| | | KOPĀ: | **180.08** | **1.80** | | **379.07** | **558.24** | **5.58** |

**Sniega slodzes aprēķins:**

$$s = \mu \times c_e \times c_t \times s_k = 0.8 \times 1 \times 1 \times 1.2 = 1.0 \quad kN/m^2$$

kur:
sk – sniega slodzes raksturvērtība uz zemi, kN/m2, kas atkarīga no ģeogrāfiskā rajona, sk=1,2kN/m2;
Ce – būves ekspozīcijas koeficients, kas ievērtē topogrāfiskos apstākļus, kas ietekmē sniega uzkrāšanos, Ce=1;
Ct – termiskās ietekmes koeficients, Ct=1;
μ – sniega slodzes formas koeficients, kas atkarīgs no jumta konfigurācijas, izmēriem un slīpuma leņķa, μ=0,8.

**Griestu pārseguma svars**

| Slodžu veids | Koef. | Slodze Norm. kg/m$^2$ | Slodze Aprēķina kg/m$^2$ | Aprēķina KN/m$^2$ | Joslas platums m | Slodze Norm. kg/m | Slodze Aprēķina kg/m | Aprēķina slodze KN/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.Apmetums ~2cm | 1.35 | 50 | 67.50 | 0.68 | 3.1 | 155.00 | 209.25 | 2.09 |
| 2. Dēļu klājs 25*150 mm | 1.35 | 8.75 | 11.81 | 0.12 | 3.1 | 27.13 | 36.62 | 0.37 |
| 3. Melno dēļu klājs25*150mm | 1.35 | 8.75 | 11.81 | 0.12 | 3.1 | 27.13 | 36.62 | 0.37 |
| 4. Siltumizolācija 150mm +plēve | 1.35 | 4.5 | 6.08 | 0.06 | 3.1 | 13.95 | 18.83 | 0.19 |
| 5. pārseguma koka sija 200*200mm | 1.35 | 4.52 | 6.10 | 0.06 | 3.1 | 14.01 | 18.92 | 0.19 |
| | **KOPĀ:** | **76.5** | **103.3** | **1.0** | | **237.2** | **320.2** | **3.2** |

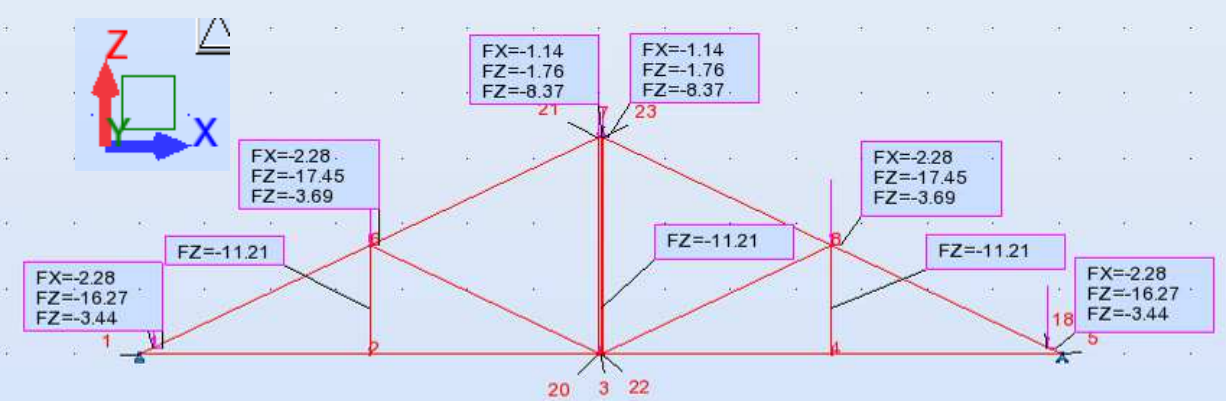
## Slodzes

| Slodzes Nr. | Slodzes veids | Slodzes punkts | Slodzes darbības koordināta, vērtība |
|---|---|---|---|
| 1 | PASSVARS | 1-7; 101-103 | PZ Faktors=1.00 |
| 2 | PASTAVIGA_jumts_parsegums | 18; 19 | FZ=-2.55(kN) |
| 2 | PASTAVIGA_jumts_parsegums | 6; 8 | FZ=-2.73(kN) |
| 2 | PASTAVIGA_jumts_parsegums | 21; 23 | FZ=-1.30(kN) |
| 2 | PASTAVIGA_jumts_parsegums | 2; 3; 4 | FZ=-8.30(kN) |
| 3 | SNIEGS | 18 19 | FZ=-10.85(kN) |
| 3 | SNIEGS | 6 8 | FZ=-11.63(kN) |
| 3 | SNIEGS | 21 23 | FZ=-5.58(kN) |
| 4 | SNIEGS (puse) | 23 | FZ=-5.58(kN) |
| 4 | SNIEGS (puse) | 8 | FZ=-11.63(kN) |
| 4 | SNIEGS (puse) | 18 | FZ=-10.85(kN) |
| 5 | VEEJS | 6 8 18 19 | FX=-2.53(kN) |
| 5 | VEEJS | 21 23 | FX=-1.27(kN) |

## Slodžu kombinācijas

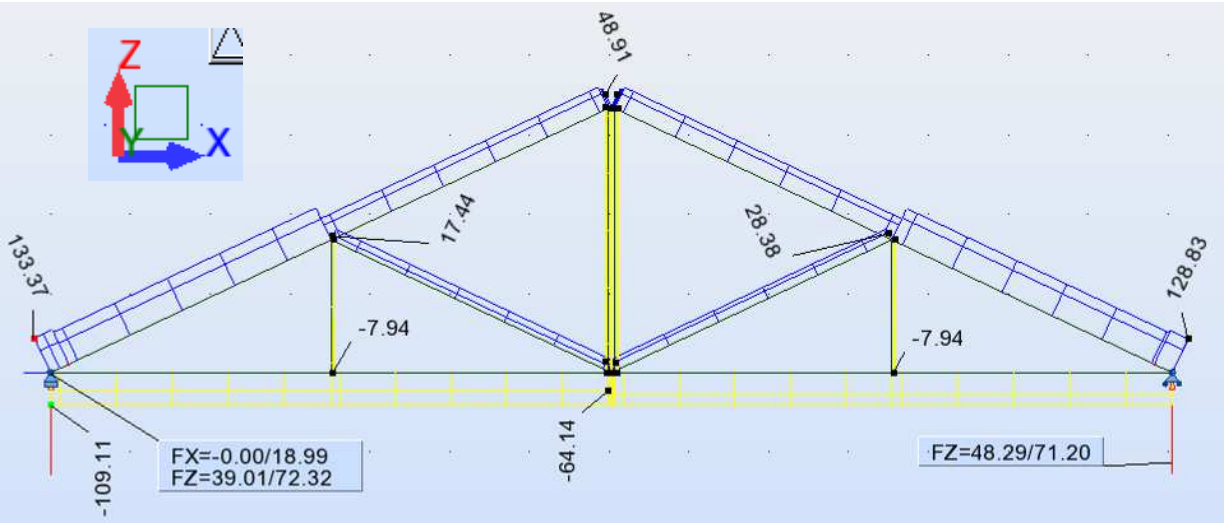
| Slodzes Nr. | Slodzes veids | Slodžu kombinācijas aprēķins (Slodzes Nr. *koef*) |
|---|---|---|
| 1 | PASSVARS | |
| 2 | PASTAVIGA_jumts_parsegums | |
| 3 | SNIEGS | |
| 4 | SNIEGS(puse) | |
| 5 | VEEJS | |
| 6 | COMB1_1.35G+1.5S | (1+2)**1.35*+3**1.50* |
| 7 | COMB2_1G+1.5S | (1+2)**1.00*+3**1.50* |
| 8 | COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w | (1+2)**1.35*+3**1.50*+5**0.90* |
| 9 | COMB4_1.35G+1.5*0.5S+1.5w | (1+2)**1.35*+3**0.75*+5**1.50* |
| 10 | COMB5_1.35G+1.5S(puse)+1.5*0.6w | (1+2)***1.35**+4**1.50*+5**0.90* |
| 11 | COMB6_IZLIECE | (1+2+3)**1.00* |

**Pielikto slodžu shēma** (uzrādītā shēma slodžu kombinācijai COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w)




Aprēķina slodze no jumta pašsvara, slodze no sniega un vēja. Attēlā augstāk vēja slodze ar koeficientu 0.9 izejot no slodžu kombinācijām). Ņemts vērā arī visu konstrukciju pašsvars.

**Ass spēki stieņos no neizdevīgākās slodzes, slodžu epīras un balstu reakcijas:**



**Maksimālās piepūles stieņos**

| Stienis Nr. | Fx (kN) | Fz (kN) | My (kN) |
|---|---|---|---|
| 1 | **-109.11 / 7.68** | 0.66 | 0.00 |
| 2 | **133.37** | 22.55 | 0 |
| 3 | **128.83/-4.95** | 23.01 | 0 |
| 4 | **-14.91** | 0 | 0 |
| 5 | **40.67/-1.48** | 0.23 | 0 |
| 6 | **42.35** | 0.23 | 0 |
| 7 | **-14.93** | 0 | 0 |
| 101 | **-11.34** | 0 | 0 |
| 102 | **-18.99** | 0 | 0 |
| 103 | **-11.29** | 0 | 0 |

Piepūle apzīmēta ar „ - ” stiepes spēks

**Aprēķinu rezultāti izejot no stieņu dimensijām:**

***Koka elementi***

| Member | Section | Material | Lay | Laz | Ratio | Case |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | K200*200 | C18 | 243.35 | 243.35 | 0.84 | 8 COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w |
| 2 | K200*200 | C18 | 67.55 | 67.55 | 1.37 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 3 | K200*200 | C18 | 67.55 | 67.55 | 1.39 | 8 COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w |
| 4 | K200*60 | C18 | 191.74 | 57.52 | 0.20 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 5 | K200*150 | C18 | 89.82 | 67.36 | 0.50 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 6 | K200*150 | C18 | 89.82 | 67.36 | 0.52 | 0 COMB5_1.35G+1.5S(puse)+1.5*0.6w |
| 7 | K200*60 | C18 | 191.74 | 57.52 | 0.20 | 8 COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w |

**Nepietiekošas nestspējas elementi**

**Pārsniegtās vērtības**

***Metāla elementi***

| Member | Section | Material | Lay | Laz | Ratio | Case |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.08 | 10 COMB5_1.35G+1.5S(puse)+1.5*0.6w |
| 102 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.13 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 103 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.08 | 9 COMB4_1.35G+1.5*0.5S+1.5w |

## Stieņa nr. 3 aprēķins:

CODE: *EN 1995-1:2004/A1:2008*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

---

CODE GROUP:
MEMBER: 3 POINT: 3 COORDINATE: x = 1.00 L = 7.78 m

---

LOADS:
*Governing Load Case:* 8 COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w (1+2)*1.35+3*1.50+5*0.90

---

MATERIAL C18

| | | | |
|---|---|---|---|
| gM = 1.30 | f m,0,k = 18.00 MPa | f t,0,k = 11.00 MPa | f c,0,k = 18.00 MPa |
| f v,k = 2.00 MPa | f t,90,k = 0.30 MPa | f c,90,k = 4.80 MPa | E 0,moyen = 9000.00 MPa |
| E 0,05 = 6000.00 MPa | G moyen = 560.00 MPa | Service class: 1 | Beta c = 0.20 |

---

SECTION PARAMETERS: K200*200

| | | | |
|---|---|---|---|
| ht=200 mm | | | |
| bf=200 mm | Ay=20000 mm2 | Az=20000 mm2 | Ax=40000 mm2 |
| tw=100 mm | Iy=133333333 mm4 | Iz=133333333 mm4 | Ix=224932940 mm4 |
| tf=100 mm | Wely=1333333 mm3 | Welz=1333333 mm3 | |

---

STRESSES
Sig_c,0,d = N/Ax = 69.31/40000 = 1.73 MPa

Tau z,d = 1.5*-23.01/40000 = -0.86 MPa

ALLOWABLE STRESSES
f c,0,d = 8.31 MPa
f v,d = 0.92 MPa

---

Factors and additional parameters
kh = 1.00 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

---

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

---

BUCKLING PARAMETERS:

About Y axis:

| | | | |
|---|---|---|---|
| LY = 3.90 m | Lambda Y = 67.55 | LZ = 3.90 m | Lambda Z = 67.55 |
| Lambda_rel Y = 1.18 | ky = 1.28 | Lambda_rel Z = 1.18 | kz = 1.28 |
| LFY = 3.90 m | kcy = 0.56 | LFZ = 3.90 m | kcz = 0.56 |

About Z axis:

---

VERIFICATION FORMULAS:
Sig_c,0,d/f c,0,d = 1.73/8.31 = 0.21 < 1.00 (6.23-4)]
Sig_c,0,d/(kc*f c,0,d) = 1.73/(0.56*8.31) = 0.37 < 1.00 (6.23-4)
(Tau z,d/kcr)/f v,d = (0.86/0.67)/0.92 = 1.39 > 1.00 (6.13)

---

*Section incorrect !!!*

**Pārsniegtā vērtība**

**Aprēķina secinājumi:**

Pēc veiktā aprēķina var secināt, ka no visiem elementiem nepietiekama nestspēja ir koka kopnes augšjoslas elementiem nr. 2 un 3. (Stieņu numerāciju skatīt aprēķina shēmā). Nestspēja pārsniegta par 39%. Izejot no stieņa nr. 3 aprēķina secināts, ka elementu nestspēja nepietiekoša cirpes spriegumos, kas rodas kores un dzegas mezglos. Bet tā kā reālajā situācijā korē augšjoslas augšpusē kā apaļstieņa paplāksnes elements izmantots U-profils, tad koka kopnes augšjoslas elementi korē strādā nevis skaldē, bet virsmas spiedē, bet aprēķina programmā tas netiek ievērtēts. Elementu nestspēja virsmas spiedē ir pietiekoša. Un dzegas mezglā atrodas papildus koka uzlikas 100*200mm, kas palielina šķērsgriezuma laukumu.

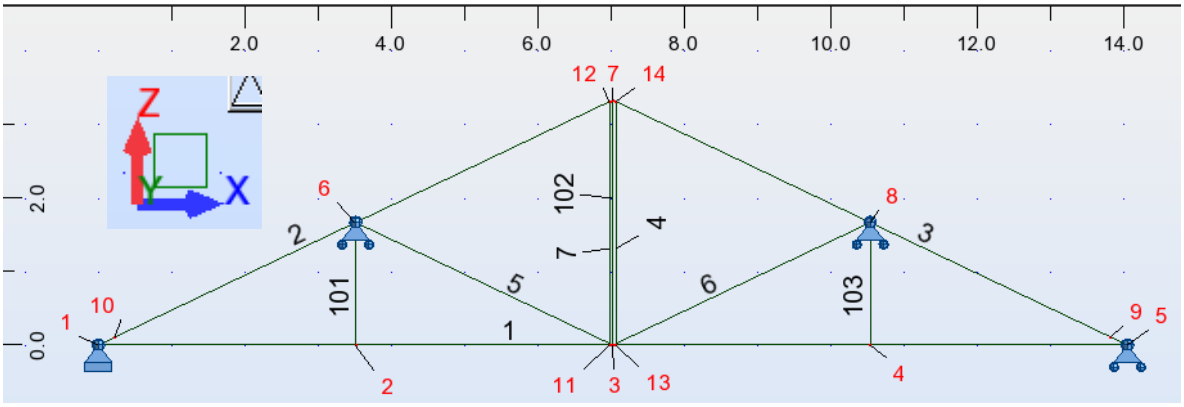
**Secinājums:** ***Koka kopnes elementu nestspēja ir pietiekoša uz apsekošanas brīdi esošo slodžu uzņemšanai.***

# Koka kopnes aprēķins pēc reālajām kopnes stieņu dimensijām balstot kopni uz metāla kopnes

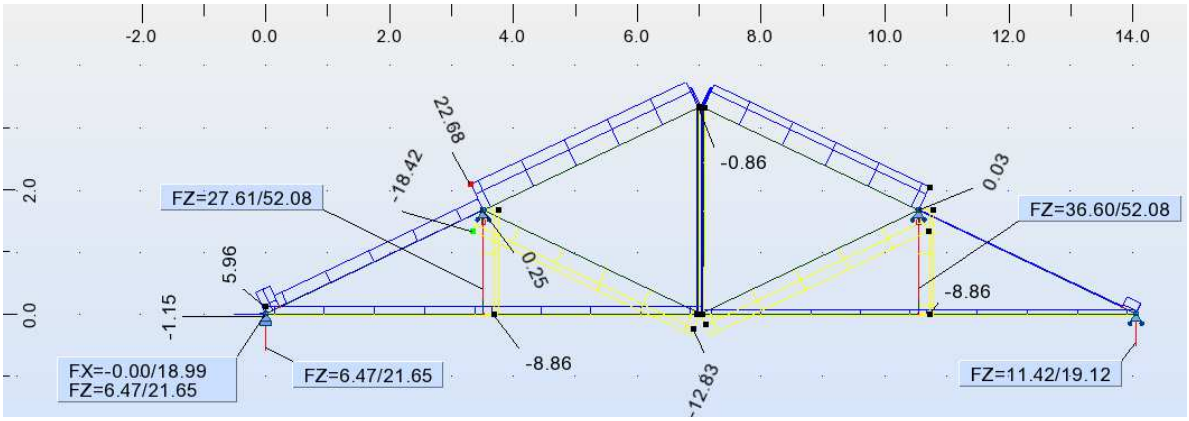
## Kopnes aprēķina shēma un stieņu numuri:

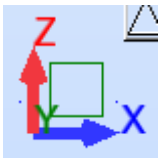
(Attēlā uzrādītie melnie cipari – stieņu numurs, sarkanie cipari – stieņu sākuma un beigu punkts)

Aprēķina shēma no iepriekšējās atšķiras tikai ar papildus ieliktiem balstiem punktos 6 un 8. Slodzes un to pielikšanas punkti nemainās.




## Ass spēki stieņos no neizdevīgākās slodzes, slodžu epīras un balstu reakcijas:



**Maksimālās piepūles stieņos**

| Stienis Nr. | Fx (kN) | Fz (kN) | My (kN) |
|---|---|---|---|
| 1 | **5.96 / -1.15** | 0.23 | 0.00 |
| 2 | **18.38** | 16.57 | 0 |
| 3 | **16.85/-2.11** | 17.47 | 0 |
| 4 | **1.63 / -0.94** | 0 | 0 |
| 5 | **-18.42/0.49** | 0.23 | 0 |
| 6 | **-18.42 / 2.8** | 0.23 | 0 |
| 7 | **1.63 / -0.94** | 0 | 0 |
| 101 | **-12.06** | 0 | 0 |
| 102 | **-1.22 / 1.82** | 0 | 0 |
| 103 | **-12.06** | 0 | 0 |

Piepūle apzīmēta ar „ - ” stiepes spēks

**Aprēķinu rezultāti izejot no stieņu dimensijām:**

***Koka elementi***

| Member | Section | Material | Lay | Laz | Ratio | Case |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | K200*200 | C18 | 243.35 | 243.35 | 0.10 | 7 COMB2_1G+1.5S |
| 2 | K200*200 | C18 | 67.55 | 67.55 | 1.00 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 3 | K200*200 | C18 | 67.55 | 67.55 | 1.06 | 10 COMB5_1.35G+1.5S(puse)+1.5*0.6w |
| 4 | K200*60 | C18 | 191.74 | 57.52 | 0.19 | 3 SNIEGS |
| 5 | K200*150 | C18 | 89.82 | 67.36 | 0.16 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 6 | K200*150 | C18 | 89.82 | 67.36 | 0.16 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 7 | K200*60 | C18 | 191.74 | 57.52 | 0.19 | 3 SNIEGS |

**Nepietiekošas nestspējas elementi**

**Pārsniegtās vērtības**

***Metāla elementi***

| Member | Section | Material | Lay | Laz | Ratio | Case |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.08 | 6 COMB1_1.35G+1.5S |
| 102 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.01 | 3 SNIEGS |
| 103 | PILNSTIENIS | S275 | 153.85 | 30.77 | 0.08 | 8 COMB3_1.35G+1.5S+1.5*0.6w |

**Aprēķina secinājumi:**

Pēc veiktā aprēķina var secināt, ka no visiem elementiem nepietiekama nestspēja ir koka kopnes augšjoslas elementiem nr. 2 un 3. (Stieņu numerāciju skatīt aprēķina shēmā). Nestspēja pārsniegta par 6%. Elementu nestspēja nepietiekoša cirpes spriegumos, kas rodas dzegas mezglā. Reālajā situācijā dzegas mezglā atrodas papildus koka uzlikas 100*200mm ,kas stiprinātas ar caurejošām bultskrūvēm. Uzlikas palielina šķērsgriezuma laukumu un nestspēju.

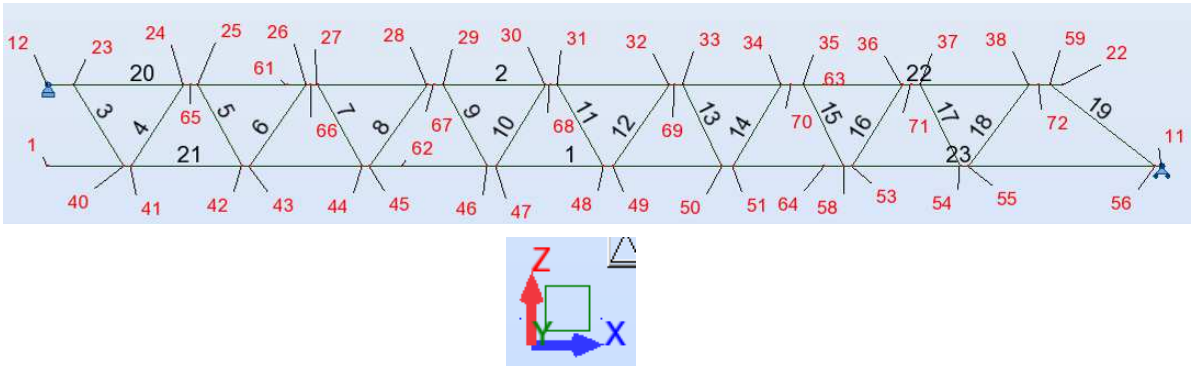
**Secinājums:** ***Pēc aprēķiniem Koka kopnes elementu nestspēja ir pietiekoša uz apsekošanas brīdi esošo slodžu uzņemšanai.***

# Metāla kopnes aprēķins pēc reālajām kopnes stieņu dimensijām

## (slogojot ar pārseguma svaru)

### Kopnes aprēķina shēma un stieņu numuri:

(Attēlā uzrādītie melnie cipari – stieņu numurs, sarkanie cipari – stieņu sākuma un beigu punkts)

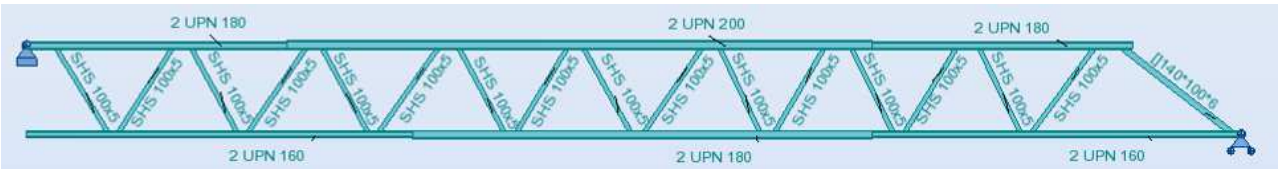






Kopnes garums starp nesošajām mūra sienām 27.72m, kopnes augstums, mērot no kopnes augšjoslas augšas līdz apakšjoslas apakšai, 2.2m. Detalizētāku metāla kopnes informāciju skatīt 2. pielikumā.

### Kopnes stieņu dimensijas (Pēc apsekotās situācija dabā)




Kopnes augšjosla UPN 180 un UPN200. Apakšjosla UPN 160 un UPN180. Atgāzņi no cauruļprofiliem 100*100*(t)~5 un 140*100*(t)~6. Kopnes ģeometrisko un aprēķina shēmu skatīt 2. pielikumā.

### Kopnes stieņu specifikācijas tabula.

| Bar | Node 1 | Node 2 | Section | Material | Length (m) | Gamma (Deg) | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 62 | 64 | 2 UPN 180 | S 235 | 10.60 | 180.0 | apaksjosla |
| 2 | 61 | 63 | 2 UPN 200 | S 235 | 13.50 | 0.0 | augsjosla |
| 3 | 23 | 40 | SHS 100x5 | S 235 | 2.40 | 0.0 | Simple bar |
| 4 | 41 | 24 | SHS 100x5 | S 235 | 2.43 | 0.0 | Simple bar |
| 5 | 25 | 42 | SHS 100x5 | S 235 | 2.33 | 0.0 | Simple bar |
| 6 | 43 | 26 | SHS 100x5 | S 235 | 2.48 | 0.0 | Simple bar |
| 7 | 27 | 44 | SHS 100x5 | S 235 | 2.33 | 0.0 | Simple bar |
| 8 | 45 | 28 | SHS 100x5 | S 235 | 2.50 | 0.0 | Simple bar |
| 9 | 29 | 46 | SHS 100x5 | S 235 | 2.32 | 0.0 | Simple bar |
| 10 | 47 | 30 | SHS 100x5 | S 235 | 2.39 | 0.0 | Simple bar |
| 11 | 31 | 48 | SHS 100x5 | S 235 | 2.34 | 0.0 | Simple bar |
| 12 | 49 | 32 | SHS 100x5 | S 235 | 2.48 | 0.0 | Simple bar |
| 13 | 33 | 50 | SHS 100x5 | S 235 | 2.26 | 0.0 | Simple bar |
| 14 | 51 | 34 | SHS 100x5 | S 235 | 2.37 | 0.0 | Simple bar |
| 15 | 35 | 58 | SHS 100x5 | S 235 | 2.28 | 0.0 | Simple bar |
| 16 | 53 | 36 | SHS 100x5 | S 235 | 2.40 | 0.0 | Simple bar |
| 17 | 37 | 54 | SHS 100x5 | S 235 | 2.27 | 0.0 | Simple bar |
| 18 | 55 | 38 | SHS 100x5 | S 235 | 2.55 | 0.0 | Simple bar |
| 19 | 59 | 56 | []140*100*6 | S 235 | 3.33 | 0.0 | Simple bar |
| 20 | 12 | 61 | 2 UPN 180 | S 235 | 6.00 | 0.0 | augsjosla |
| 21 | 1 | 62 | 2 UPN 160 | S 235 | 8.90 | 0.0 | apaksjosla |
| 22 | 63 | 22 | 2 UPN 180 | S 235 | 6.00 | 0.0 | augsjosla |
| 23 | 64 | 11 | 2 UPN 160 | S 235 | 8.50 | 0.0 | apaksjosla |

| Type | Number | Length (m) | Unit weight (kG/m) | Bar weight (kG) | Total weight (kG) | Painting area (m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S 235 | | | | | | |
| 2 UPN 160 | 1 | 8.50 | 37.53 | 318.98 | 319 | 9.13 |
| 2 UPN 160 | 1 | 8.90 | 37.53 | 333.99 | 334 | 9.55 |
| 2 UPN 180 | 2 | 6.00 | 43.70 | 262.22 | 524 | 14.26 |
| 2 UPN 180 | 1 | 10.60 | 43.70 | 463.25 | 463 | 12.60 |
| 2 UPN 200 | 1 | 13.50 | 50.29 | 678.96 | 679 | 17.58 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.27 | 14.84 | 33.69 | 34 | 0.88 |
| SHS 100x5 | 2 | 2.28 | 14.84 | 33.84 | 68 | 1.77 |
| SHS 100x5 | 3 | 2.33 | 14.84 | 34.58 | 104 | 2.72 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.34 | 14.84 | 34.73 | 35 | 0.91 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.37 | 14.84 | 35.18 | 35 | 0.92 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.39 | 14.84 | 35.47 | 35 | 0.93 |
| SHS 100x5 | 2 | 2.40 | 14.84 | 35.62 | 71 | 1.87 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.43 | 14.84 | 36.07 | 36 | 0.95 |
| SHS 100x5 | 2 | 2.49 | 14.84 | 36.96 | 74 | 1.94 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.51 | 14.84 | 37.25 | 37 | 0.98 |
| SHS 100x5 | 1 | 2.55 | 14.84 | 37.85 | 38 | 0.99 |
| []140*100*6 | 1 | 3.33 | 21.49 | 71.55 | 72 | 1.60 |
| Total per section | | | | | | |
| 2 UPN 160 | 2 | 17.40 | 37.53 | 652.97 | 653 | 18.68 |
| 2 UPN 180 | 3 | 22.60 | 43.70 | 987.69 | 988 | 26.86 |
| 2 UPN 200 | 1 | 13.50 | 50.29 | 678.96 | 679 | 17.58 |
| SHS 100x5 | 16 | 38.19 | 14.84 | 566.81 | 567 | 14.86 |
| []140*100*6 | 1 | 3.33 | 21.49 | 71.55 | 72 | 1.60 |
| Total | | | | | 2958 | 79.57 |

Metāla kopnes aptuvenais svars 2958 kg (Neskaitot savienotājelementus- metāla plāksnes un skrūves).

**Izejas dati:**
Kopnes laidums 27.72m
Kopnes augstums 2.2m
Kopņu solis – Metālu kopnes novietojums no ēkas malējās sienas 3.55m, starp kopnēm 7,0m.
Materiālu klase – tērauds S235( pieņemts)
Aprēķinā diagonālstieņi mezglos iespīlēti

**Slodzes:**

***Normatīvās slodzes:***
1) Pārseguma slodze = 76.52 (kg/m$^2$)

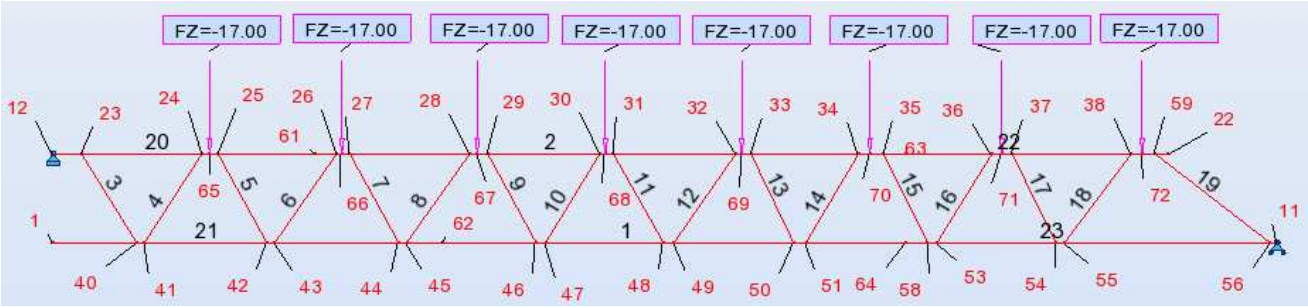
***Aprēķina slodzes:***
1) Pārseguma slodze x 1.35 = 103.3 (kg/m$^2$)

(slodžu aprēķinu skatīt tabulā augstāk – „griestu pārseguma svars")

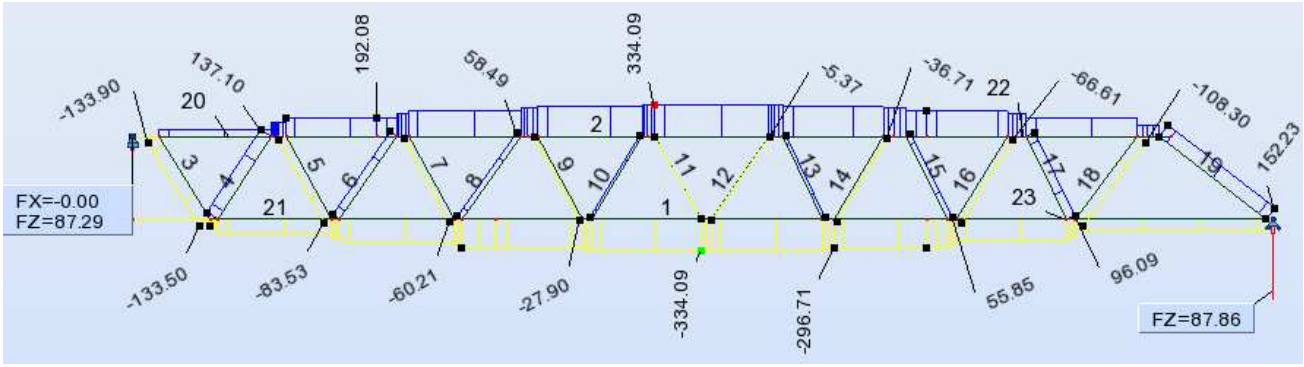
Koncentrētās slodzes uz metāla kopnes izvietotas kopnes augšjoslas mezglos ar koka kopņu soli (~3.1m). Koncentrētā *normatīvā* slodze mezglā sastāda 5.25m*3.1m*76.52 kg/m$^2$ =1245.4kg=**12.45 kN**. *Aprēķina slodze* 12.45*1.35=16.81 kN. Fz **~17 kN**.

Aprēķinā ņemts vērā arī metāla kopnes pašsvars.

**Pielikto slodžu shēma:**




**Ass spēki stieņos, slodžu epīras un balstu reakcijas:**




**Maksimālās piepūles metāla kopnes stieņos***

| Stienis Nr. | Fx (kN) | Fz (kN) | My (kN) |
|---|---|---|---|
| 1 | **-306.21** | 0.24 | 0 |
| 2 | **270.2** | 5.42 | 0 |
| 3 | **-133.5** | 5.92 | 7.96 |
| 4 | **137.5** | 1.68 | 2.41 |
| 5 | **-83.93** | 1.06 | 1.14 |
| 6 | **84.28** | 1.2 | 1.44 |
| 7 | **-60.62** | 1.76 | 1.96 |
| 8 | **58.9** | 1.22 | 1.63 |
| 9 | **-28.3** | 0.59 | 0.68 |
| 10 | **26.35** | 0.3 | 0.28 |
| 11 | **-0.66** | 0.23 | 0.19 |
| 12 | **-5.37** | 0.18 | 0.14 |
| 13 | **33.53** | 0.56 | 0.71 |
| 14 | **-36.71** | 1.29 | 1.56 |
| 15 | **55.85** | 2.2 | 2.45 |
| 16 | **-66.61** | 1.61 | 1.84 |
| 17 | **96.09** | 1.56 | 1.81 |
| 18 | **-108.3** | 2.82 | 3.94 |
| 19 | **152.23** | 6.32 | 10.92 |
| 20 | **192.08** | 87.29 | 0 |
| 21 | **-306.21** | 0.24 | 0 |
| 22 | **270.2** | 5.42 | 0 |
| 23 | **-296.71** | 87.86 | 0 |

Piepūle apzīmēta ar „ - ” stiepes spēks

*Tabulā doti vērtību maksimumi izejot no maksimālās piepūles stieņu sākuma un beigu punktos.

**Aprēķinu rezultāti izejot no stieņu dimensijām:**

| Member | | Section | Material | Lay | Laz | Ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 151.98 | 146.87 | 0.26 |
| 2 | OK | 2 UPN 200 | S 235 | 38.84 | 47.71 | 0.37 |
| 3 Simple bar_3 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 0.55 |
| 4 Simple bar_4 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 62.75 | 62.75 | 0.53 |
| 5 Simple bar_5 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.19 |
| 6 Simple bar_6 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.32 |
| 7 Simple bar_7 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.14 |
| 8 Simple bar_8 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.65 | 64.65 | 0.26 |
| 9 Simple bar_9 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 59.98 | 59.98 | 0.06 |
| 10 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.68 | 61.68 | 0.09 |
| 11 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.49 | 60.49 | 0.01 |
| 12 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.01 |
| 13 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.44 | 58.44 | 0.13 |
| 14 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.24 | 61.24 | 0.10 |
| 15 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.79 | 58.79 | 0.30 |
| 16 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 0.15 |
| 17 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.69 | 58.69 | 0.37 |
| 18 Simple bar_1 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 65.82 | 65.82 | 0.25 |
| 19 Simple bar_1 | OK | []140*100*6 | S 235 | 63.63 | 83.02 | 0.68 |
| 20 augsjosla_20 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 0.69 |
| 21 apaksjosla_2 | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 143.08 | 125.43 | 0.34 |
| 22 augsjosla_22 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 0.54 |
| 23 琥╟n | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 136.65 | 119.79 | 0.27 |

**Aprēķina secinājumi:**

Slogojot metāla kopni ar **Fz=17kN** mezglos. Pēc veiktā aprēķina var secināt, ka visiem kopnes elementiem ir pietiekama nestspēja. Noslogotākais elements ir augšjoslas stienis nr.22, kuram pie esošā slogojuma nestspēja tiek izmantota **69%.**

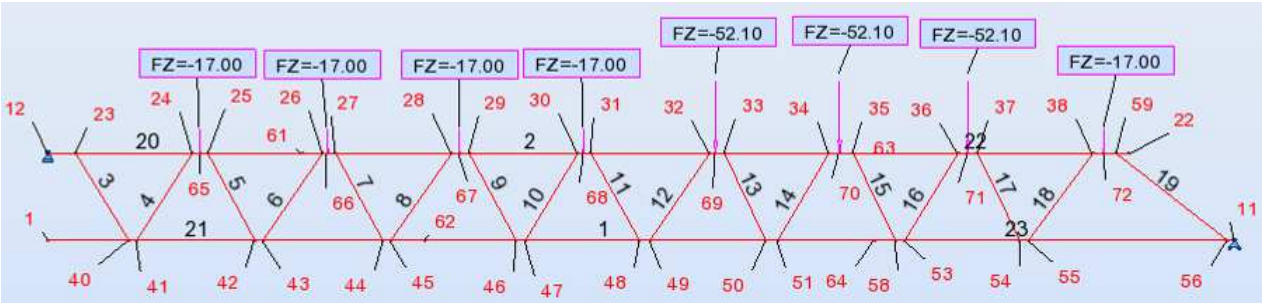
Maksimāli pieļaujamā slodze metāla kopnes mezglos **Fz=26kN**. Šādā kopnes slogojumā noslogotākā elementa – atgāžņa elementa nr. 19- nestspēja tiek izmantota uz **98%.**

## Metāla kopnes aprēķins pēc reālajām kopnes stieņu dimensijām

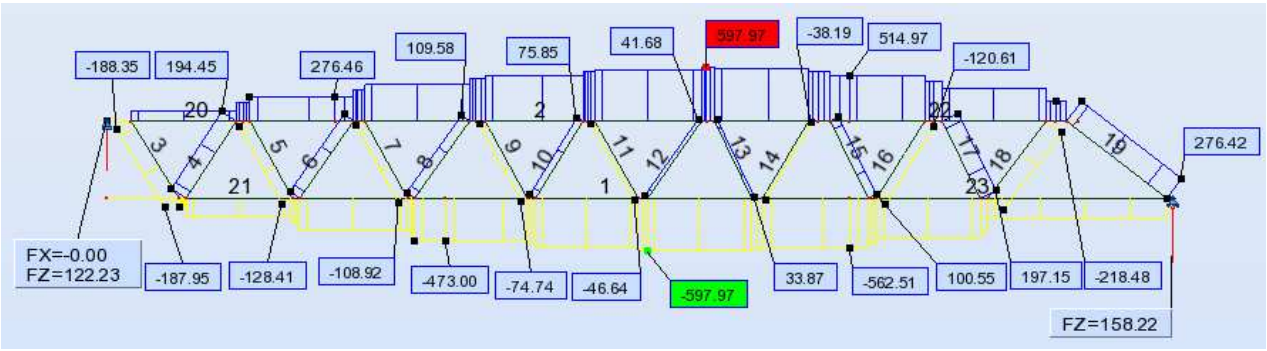
### (slogojot ar pārseguma svaru un 3 koka kopņu balstījumu – uz apsekošanas brīdi esošais kopnes slogojums)

Metāla kopnes stieņu dimensijas, slogojuma vietas un ģeometriskā shēma nemainīga kā iepriekš aprēķinātai. Kopnes slogojumā papildus nāk 3 koka kopņu balstījuma slodze. (Koka kopnes balstījuma slodzi skatīt koka kopnes aprēķinā balstītai uz metāla kopnes). Aprēķinā ņemts vērā arī metāla kopnes pašsvars.

**Pielikto slodžu shēma:**




**Ass spēki stieņos, slodžu epīras un balstu reakcijas**




**Maksimālās piepūles metāla kopnes stieņos***

| Stienis Nr. | Fx (kN) | Fz (kN) | My (kN) |
|---|---|---|---|
| 1 | **-562.51** | 1.84 | 0 |
| 2 | **514.97** | 10.12 | 0 |
| 3 | **-188.35** | 8.26 | 11.15 |
| 4 | **194.85** | 2.41 | 3.51 |
| 5 | **-128.81** | 1.6 | 1.81 |
| 6 | **131.91** | 1.88 | 2.36 |
| 7 | **-109.32** | 2.9 | 3.31 |
| 8 | **109.98** | 2.12 | 2.91 |
| 9 | **-75.14** | 1.33 | 1.6 |
| 10 | **76.25** | 0.91 | 1.05 |
| 11 | **-47.04** | 1.01 | 1.13 |
| 12 | **44.09** | 0.62 | 0.87 |
| 13 | **33.87** | 0.36 | 0.65 |
| 14 | **-38.19** | 1.71 | 2.24 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15 | **100.55** | 3.57 | 4.23 |
| 16 | **-120.61** | 2.98 | 3.45 |
| 17 | **197.15** | 3.3 | 3.99 |
| 18 | **-218.48** | 5.5 | 7.8 |
| 19 | **276.42** | 11.21 | 20.15 |
| 20 | **276.46** | 122.23 | 0 |
| 21 | **-473** | 1.84 | 0 |
| 22 | **514.97** | 10.12 | 0 |
| 23 | **-562.51** | 158.22 | 0 |

Piepūle apzīmēta ar „ - ” stiepes spēks

*Tabulā doti vērtību maksimumi izejot no maksimālās piepūles stieņu sākuma un beigu punktos. Jāievēro, ka reāli maksimālās piepūles stieņos iespējams atrodas stieņu vidusdaļā, kas tabulā nav ievērtēta (Piemēram, augšjoslas un apakšjoslas stieņi).

**Aprēķinu rezultāti izejot no stieņu dimensijām:**

| Member | | Section | Material | Lay | Laz | Ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 151.98 | 146.87 | 0.46 |
| 2 | OK | 2 UPN 200 | S 235 | 38.84 | 47.71 | 0.62 |
| 3 Simple bar_3 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 0.94 |
| 4 Simple bar_4 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 62.75 | 62.75 | 0.77 |
| 5 Simple bar_5 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.29 |
| 6 Simple bar_6 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.51 |
| 7 Simple bar_7 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.25 |
| 8 Simple bar_8 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.65 | 64.65 | 0.49 |
| 9 Simple bar_9 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 59.98 | 59.98 | 0.17 |
| 10 Simple bar_10 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.68 | 61.68 | 0.27 |
| 11 Simple bar_11 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.49 | 60.49 | 0.11 |
| 12 Simple bar_12 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.17 |
| 13 Simple bar_13 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.44 | 58.44 | 0.13 |
| 14 Simple bar_14 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.24 | 61.24 | 0.14 |
| 15 Simple bar_15 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.79 | 58.79 | 0.54 |
| 16 Simple bar_16 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 0.27 |
| 17 Simple bar_17 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.69 | 58.69 | 0.79 |
| 18 Simple bar_18 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 65.82 | 65.82 | 0.74 |
| 19 Simple bar_19 | NOK | []140*100*6 | S 235 | 63.63 | 83.02 | 1.32 |
| 20 augsjosla_20 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 0.97 |
| 21 apaksjosla_21 | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 143.08 | 125.43 | 0.47 |
| 22 augsjosla_22 | NOK | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 1.04 |
| 23 琥╟n | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 136.65 | 119.79 | 0.51 |

**Pārsniegtās vērtības**

**Aprēķina secinājumi:**

Pēc veiktā aprēķina var secināt, ka 19 un 22 kopnes elementam nav pietiekama nestspēja. Noslogotākais elements ir atgāznis nr.19, kuram pie esošā slogojuma nestspēja tiek pārsniegta par **32%.** Par **4%** tiek pārsniegta arī augšjoslas elementa nr.22 nestspēja. Jāievēro, ka aprēķins veikts elementiem ar materiāla stiprības klasi S235. Veicot pārrēķinu ar S275 materiāla klasi elementam nr. 19 nestspēja tiek pārsniegta par **15%.**

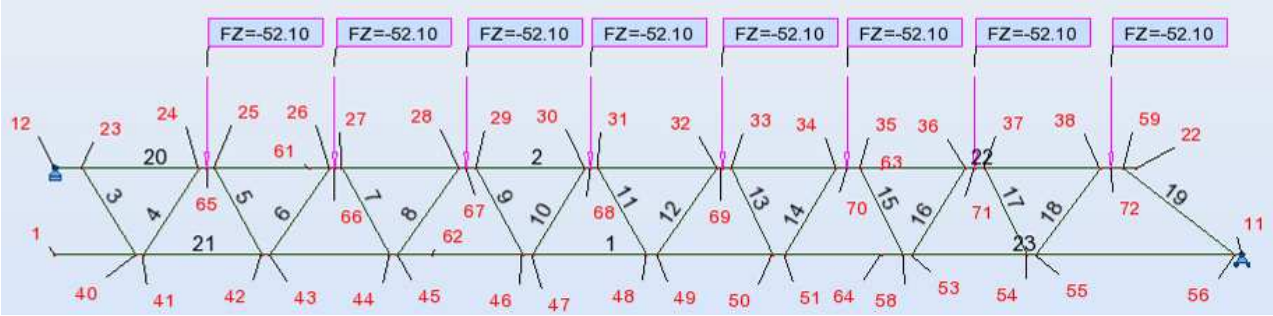
**Jau pie esoša kopnes slogojuma nepieciešams kopnes elementu pastiprinājums.**

## Metāla kopnes aprēķins pēc reālajām kopnes stieņu dimensijām

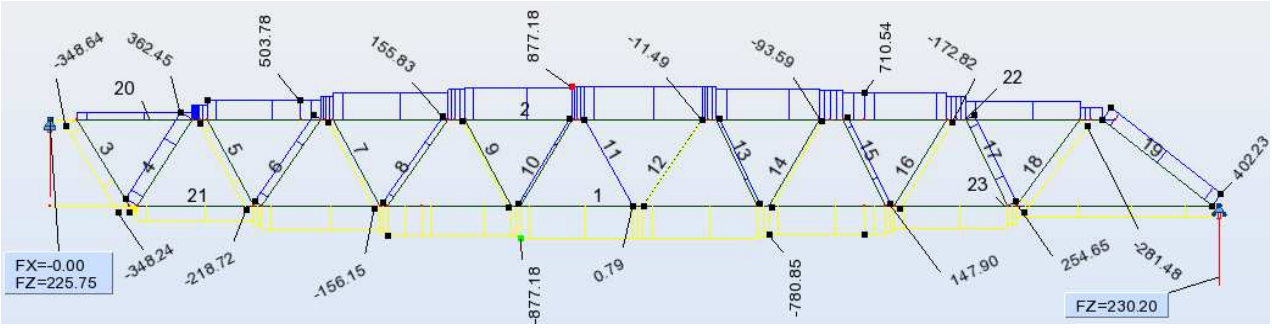
### (slogojot ar pārseguma svaru un koka kopņu balstījumu)

Metāla kopnes stieņu dimensijas, slogojuma vietas un ģeometriskā shēma nemainīga kā iepriekš aprēķinātai. Kopnes slogojas ar visu koka kopņu balstījuma slodzi. (Koka kopnes balstījuma slodzi skatīt koka kopnes aprēķinā balstītai uz metāla kopnes). Aprēķinā ņemts vērā arī metāla kopnes pašsvars.

**Pielikto slodžu shēma:**




**Ass spēki stieņos, slodžu epīras un balstu reakcijas:**




**Maksimālās piepūles metāla kopnes stieņos***

| Stienis Nr. | Fx (kN) | Fz (kN) | My (kN) |
|---|---|---|---|
| 1 | **804.66** | 1.6 | 0 |
| 2 | **710.54** | 13.57 | 0 |
| 3 | **-348.64** | 15.27 | 20.75 |
| 4 | **362.85** | 4.37 | 6.61 |
| 5 | **-219.12** | 2.64 | 3.13 |
| 6 | **223.23** | 2.89 | 3.63 |
| 7 | **-156.55** | 2.89 | 3.63 |
| 8 | **156.23** | 2.94 | 4.3 |
| 9 | **-71.96** | 1.4 | 1.85 |
| 10 | **71.03** | 0.58 | 0.82 |
| 11 | **1.56** | 0.41 | 0.55 |
| 12 | **-11.49** | 0.26 | 0.47 |
| 13 | **89.42** | 1.31 | 1.9 |
| 14 | **-93.59** | 3.2 | 4.16 |
| 15 | **147.9** | 5.6 | 6.44 |
| 16 | **-172.82** | 3.99 | 4.68 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17 | **254.65** | 4.08 | 4.99 |
| 18 | **-281.48** | 7.28 | 10.55 |
| 19 | **402.23** | 15.65 | 28.06 |
| 20 | **503.78** | 225.75 | 0 |
| 21 | **-804.66** | 1.6 | 0 |
| 22 | **710.54** | 13.57 | 0 |
| 23 | **-780.85** | 230.2 | 0 |

Piepūle apzīmēta ar „ - ” stiepes spēks

*Tabulā doti vērtību maksimumi izejot no maksimālās piepūles stieņu sākuma un beigu punktos. Jāievēro, ka reāli maksimālās piepūles stieņos iespējams atrodas stieņu vidusdaļā, kas tabulā nav ievērtēta (Piemēram, augšjoslas un apakšjoslas stieņi).

**Aprēķinu rezultāti izejot no stieņu dimensijām:**

| Member | | Section | Materi | Lay | Laz | Ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | OK | 2 UPN 180 | S 235 | 151.98 | 146.87 | 0.67 |
| 2 | OK | 2 UPN 200 | S 235 | 38.84 | 47.71 | 0.97 |
| 3 Simple bar_3 | NO | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 4.68 |
| 4 Simple bar_4 | NO | SHS 100x5 | S 235 | 62.75 | 62.75 | 1.75 |
| 5 Simple bar_5 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.49 |
| 6 Simple bar_6 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.87 |
| 7 Simple bar_7 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.12 | 60.12 | 0.38 |
| 8 Simple bar_8 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.65 | 64.65 | 0.72 |
| 9 Simple bar_9 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 59.98 | 59.98 | 0.16 |
| 10 Simple bar_10 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.68 | 61.68 | 0.24 |
| 11 Simple bar_11 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 60.49 | 60.49 | 0.04 |
| 12 Simple bar_12 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 64.16 | 64.16 | 0.03 |
| 13 Simple bar_13 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.44 | 58.44 | 0.36 |
| 14 Simple bar_14 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.24 | 61.24 | 0.26 |
| 15 Simple bar_15 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 58.79 | 58.79 | 0.82 |
| 16 Simple bar_16 | OK | SHS 100x5 | S 235 | 61.98 | 61.98 | 0.39 |
| 17 Simple bar_17 | NO | SHS 100x5 | S 235 | 58.69 | 58.69 | 1.02 |
| 18 Simple bar_18 | NO | SHS 100x5 | S 235 | 65.82 | 65.82 | 1.40 |
| 19 Simple bar_19 | NO | []140*100*6 | S 235 | 63.63 | 83.02 | 2.00 |
| 20 augsjosla_20 | NO | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 1.80 |
| 21 apaksjosla_21 | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 143.08 | 125.43 | 0.88 |
| 22 augsjosla_22 | NO | 2 UPN 180 | S 235 | 43.01 | 48.49 | 1.43 |
| 23 琥╟n | OK | 2 UPN 160 | S 235 | 136.65 | 119.79 | 0.71 |

**Pārsniegtās vērtības**

**Aprēķina secinājumi:**

Pēc veiktā aprēķina var secināt, ka 3, 4, 17, 18, 19, 20 un 22 kopnes elementam nav pietiekama nestspēja. Noslogotākais elements ir atgāznis nr.3, kura nestspēja tiek pārsniegta par **368%.** Jāievēro, ka aprēķins veikts elementiem ar materiāla stiprības klasi S235. Veicot pārrēķinu ar S275 materiāla klasi elementam nr. 3 nestspēja tiek pārsniegta par **161%** un 17, 18 elementam nestspēja pietiekoša.

**Pie iepriekš norādīta kopnes slogojuma nepieciešams kopnes elementu pastiprinājums.**

## Metāla pakopnes konstrukcijas nestspēja

Metāla pakopne veidota no 2*U160 augšjoslas, 2*U80 apakšjoslas, kopnes galos no stata un atgāžņa 100*100*~6. Pakopnes augšjoslas gali balstīti mūra sienā. Pakopnes augstums1180mm un kopējais garums augšjoslas līmenī starp balstiem 8500m. Uz metāla pakopnes balstās metāla kopņu gali. Slodze koncentrēta uz augšjoslas 750mm no pakopnes balsta. Kopumā metāla pakopnes nestspēja ir pietiekoša metāla kopņu balstreakciju slodzes uzņemšanai.

## Šķēlumos C-C un D-D esošo konstrukciju nestspēja

**(aprēķina shēmu skatīt 2. pielikumā TIS-04 un TIS-05 lapā)**

Aprēķinā pieņemtas sekojošas slodzes uz spāres tekošo metru:

- Sniega slodze - 1kN*m;
- Jumta pašsvars - 0.15kN*m;
- Vēja slodze – 0.4kN*m.

Spāru solis 1m.

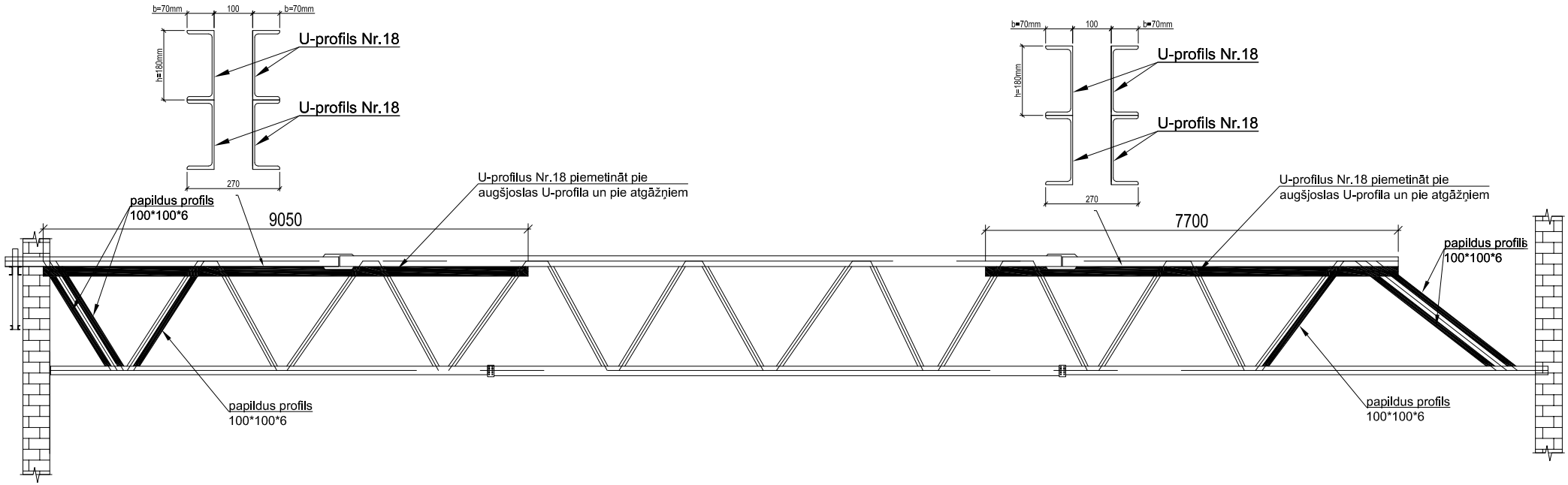
Šķēlumā C-C spāru nestspējas izmantošana sastāda **65%.**

Šķēlumā D-D spāru nestspējas izmantošana sastāda **96%** garākajā laiduma pusē un **72%** īsākajā laiduma pusē.

# Pielikums Nr. 4

**Tērauda kopnes iespējamais pastiprinājuma risinājums**

# METĀLA KOPNES PASTIPRINĀJUMA SHĒMA




**Piezīmes:**

1. Pastiprinājuma shēma ir kā pamats TEHNISKĀ PROJEKTA izstrādei;
2. Uzrādītos pastiprinājuma elementu šķērsgriezumus TEHNISKĀ PROJEKTAizstrādes procesā iespējams mainīt.;
3. Pastiprinošos atgāžņu elementus piemetināt pie esošās pieaugšjoslas un apakšjoslas, kā arī savstarpēji pie esošā atgāžņa. Augšjoslas pastiprinošos elementus piemetināt pie esošās augšjoslas un pie atgāžņiem;
4. Detalizētāku mezglu izstrādi un pārrēķinu izejot no slogojuma veikt TEHNISKĀ PROJEKTA sadaļā.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IZPILDĪTĀJS: SIA "ARĀ intellect" | Lāču 83, Vītoliņi, Valgundes pag. Jelgavas novads, LV-3017 Reģ.Nr. 43603042603 Būvkomersanta reģ. Nr. 8187-R | | PROJEKTS: Būves jumta nesošo konstrukciju tehniskā stāvokļa apsekošanas, logu siltumtehnisko parametru noteikšanas un logu blīvuma pārbaudes uzdevums | | LĪG. 2014-ARA-L33 |
| | | | ADRESE: Mātera iela 44, Jelgava, LV-3001 | | ARH. 2014-ARA-L33 |
| PASŪTĪTĀJS: Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde "Jelgavas Valsts ģimnāzija" Reģ. Nr. 90000074738 | | | | | STADIJA: TIS |
| | | | OBJEKTS: "Jelgavas Valsts ģimnāzija" | | |
| Proj. daļ. vad. | A.Rakstiņš | | RASĒJUMS: Metāla kopnes pastiprinājuma shēma | | |
| Izstrādāja: | I. Kozačkovs | | | | |
| Izstrādāja: | | | | | |
| FAILS: | | DATUMS: 06.2014 | MĒROGS: - | LAPA: TIS-07 | VERSIJA: |

# Pielikums Nr. 5

**Ēkas gaisa caurlaidības mērījumu atskaite**

# Pielikums Nr. 6

**Ēkas logu siltuma caurlaidības koeficientu novērtējums**

# Ēkas gaisa caurlaidības mērījuma atskaite

| | |
|---|---|
| **Mātera iela 44,** **Jelgava** | **Jelgavas Valsts ģimnāzija** |

BD- 30 / 06 / 14 (A)

2014/06/30

**Saturs**

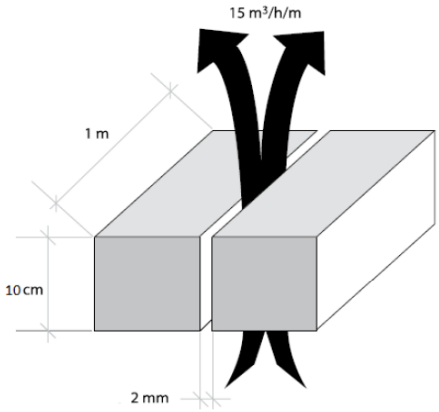

| | |
|---|---|
| 1. KĀPĒC ĒKAS BLĪVUMS IR BŪTISKS ? | 3 |
| 2. ĒKAS GAISA CAURLAIDĪBAS MĒRĪJUMU METODIKAS APRAKSTS | 4 |
| 3. BLOWER DOOR MĒRĪJUMU REZULTĀTU SKAIDROJUMS | 5 |
| 4. NORMATĪVĀS PRASĪBAS | 6 |
| 5. MĒRĪJUMU KOPSAVILKUMS | 7 |
| 6. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI | 9 |
| 7. ĒKAS GAISA CAURLAIDĪBAS APLIECINĀJUMS | 10 |
| 1. PIELIKUMS - MĒRĪJUMU FOTOFIKSĀCIJAS | 11 |
| 2. PIELIKUMS - MĒRĪJUMU REZULTĀTU IZDRUKAS | 15 |
| 3. PIELIKUMS - MĒRĪJUMU VEIKŠANAS KOMPETENCES SERTIFIKĀTS | 19 |

## 1. KĀPĒC ĒKAS BLĪVUMS IR BŪTISKS ?

Neblīva ēka nozīmē nekontrolējama aukstā āra gaisa ieplūdi iekštelpās un siltā gaisa noplūdi caur dažāda veida neblīvumiem konstrukcijās. Līdz ar to pieplūstošā aukstā gaisa uzsildīšanai telpā nepārtraukti jāpievada papildu siltums. Caur dažādiem neblīvumiem ieplūstošā gaisa sasildīšana var sastādīt pat 40% no kopējiem siltuma zudumiem. Liela nekontrolētā gaisa plūsma rada arī caurvēju, mitruma bojājumus konstrukcijās un telpu pārkaršanu vasarā.

Plūsmas lielumu būtiski ietekmē atvērumu lielums un skaits konstrukcijās (sienas kvalitāte).

Piemēram, caur 1 m garu, 2 mm platu un 10 cm dziļu spraugu vienā stundā pie 6 Pa spiedienu starpības telpā var ieplūst 15m3/h.




*Neblīvumi un svaigs gaiss* - nav viens un tas pats. Ņemot vērā, ka gaisa apmaiņas intensitāti caur dažādiem neblīvumiem ietekmē gan vēja stiprums, gan vides temperatūru starpība, kā arī ēkas augstums, tad caur neblīvumiem nav iespējams nodrošināt nepieciešamo svaiga gaisa padevi iekštelpās.

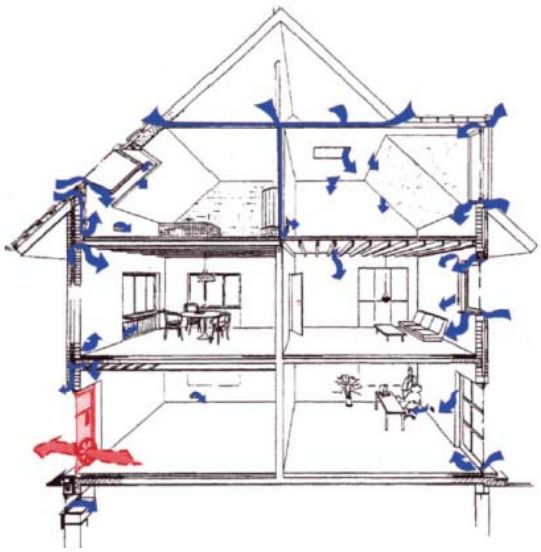
**Vienīgi, ja ēka ir ļoti neblīva, tad svaiga gaisa padeve var būt pietiekama, bet tādā gadījumā ēku nekādā gadījumā nevar dēvēt par energoefektīvu un cerēt uz maziem apkures rēķiniem.**

*Skaidrojošie termini*

- **INFILTRĀCIJA** - gaisa ieplūde ēkā caur nepietiekami noblīvētām norobežojošām konstrukcijām.
- **EKSFILTRĀCIJA** - gaisa izplūde no ēkas caur nepietiekami noblīvētām norobežojošām konstrukcijām.
- **DABISKĀ VENTILĀCIJA** - gaisa pārvietošanās gaisa blīvuma starpības vai vēja iedarbības dēļ.
- **VĒDINĀŠANA** - periodiska telpas gaisa apmaiņa, kas rodas, atverot logus, durvis vai īpašas ailas, bez iespējas precīzi kontrolēt apmaināmā gaisa daudzumu.

## 2. ĒKAS GAISA CAURLAIDĪBAS MĒRĪJUMU METODIKAS APRAKSTS

Blower Door tehnoloģija ir visā pasaulē atzīta un plaši pielietota ēku blīvuma pārbaudes metodika, kas ļauj izmērīt ēkas gaiscaurlaidību un identificētu konkrētas defektu vietas konstrukcijās. Ēkas blīvuma noteikšana ir ērts rīks, lai novērtētu ēkas energoefektivitāti, kā arī tās atbilstību būvstandartu prasībām.



Pārbaudes metodika balstās uz principu, ka ēkā tiek radīts spiediena kritums 50 paskāli, kas ir adekvāts 9 m/s stipra vēja iedarbībai uz ēkas visām ārējām konstrukcijām, tādejādi nosakot caur dažādiem neblīvumiem konstrukcijās ieplūstošā āra gaisa daudzumu.

Blower Door iekārta sastāv no kalibrēta ventilatora gaisa plūsmas merījumiem un speciālām mērierīcēm spiediena starpības noteikšanai starp divām mērāmām vidēm.

Nosakot ieplūstošā gaisa daudzumu, var uzzināt, cik kvalitatīvi ir izveidotas ēkas norobežojošās konstrukcijas un novērtēt defektu radītos siltuma zudumus.

Liela nekontrolēta gaisa plūsma rada papildu siltuma zudumus ēkā, caurvēju, mitruma bojājumus konstrukcijās un telpu pārkaršanu vasarā.

***Ēkas gaiscaurlaidības pārbaude, izmantojot Blower Door tehnoloģiju, ir efektīvs risinājums,*** *lai:*

- identificētu gaisa plūsmas siltuma zudumu vietas esošā ēkā;
- pārliecinātos par ēkas būvkvalitāti pirms tās iegādes;
- novērtētu ēkas atbilstību LBN 002-01 prasībām;
- kontrolētu veikto būvdarbu kvalitāti ēkas būvprocesā.

Ēkas gaiscaurlaidības pārbaudi var veikt visu gadu, arī vasarā.

Defektu vietu identificēšanai papildu izmanto termogrāfiju, veic gaisa plūsmas merījumus un dūmu plūsmas fiksācijas.

Mērījumi tiek veikti atbilstoši standarta LVS EN 13829:2002 „Ēku termiskā efektivitāte - Ēku gaisa caurlaidības noteikšana - Piespiedu ventilācijas metode" metodikai un darbu izpildes kompetenci apliecina BlowerDoor GmbH (Vācija) izdots sertifikāts.

**Saskaņā ar standartu mērījumus iedala divās metodēs:**

**A metode** - pielieto ēkai, kas ir pilnībā uzbūvēta vai arī ir ikdienas eksplutācijā. Konstrukcijām ir jābūt tādā pašā stāvoklī, kā tās tiek ekspluatētas apkures sistēmas vai ventilācijas sistēmas darbības laikā.

**B metode** - pielieto ēkai, kura vēl atrodas būvniecības stadijā. Metodi lieto, lai identificētu neblīvumu vietas un novērtētu sasniedzamo ēkas gaiscaurlaidību. Regulējamie un plānojamie atvērumi ir “aizvērti” vai “noblīvēti”.

## 3. BLOWER DOOR MĒRĪJUMU REZULTĀTU SKAIDROJUMS

**Gaisa plūsmas rādītāji:**

*3.1.* ***gaisa tilpums*** **$V_{50}$ = $m^3/h$** - norāda to, cik liels gaisa daudzums ir nepieciešams, lai radītu 50 Paskālu spiediena starpību starp iekštelpām un āra vidi.

*3.2.* ***gaisa apmaiņas kārtas attiecinātas uz ēkas tilpumu*** **$n_{50}$ = 1/h** - norāda, cik reižu stundā kopējais ēkas iekštelpu gaisa tilpums apmainās ar āra gaisu pie 50 Paskālu liela spiediena starpības starp iekštelpām un āra vidi.

*3.3.* ***gaisa caurlaidības intensitāte attiecināta uz grīdas platību*** **$w_{50}$ = $m^3/m^2h$** - norāda ieplūstošā āra gaisa daudzumu stundā attiecinātu pret ēkas apkurināmo platību pie 50 Paskālu spiediena starpības starp iekštelpām un āra vidi.

*3.4.* ***gaisa caurlaidības intensitāte attiecināta uz norobežojošo konstrukciju virsmu platību*** **$q_{50}$ = $m^3/m^2h$** - norāda ieplūstošā āra gaisa daudzumu stundā attiecinātu pret ēkas visu norobežojošo konstrukciju (ārsienas, grīda, jumts, logi) kopējo aprēķina platību pie 50 Paskālu spiediena starpības starp iekštelpām un āra vidi.

**Neblīvumu laukums:**

*3.5.* ***EqLa @*** **10 Pa ($cm^2$)** - norāda, cik liels atvērums norobežojošajās konstrukcijās ir nepieciešams,lai caur to pie 10 Paskālu spiediena starpības starp iekštelpām un āra vidi varētu izplūst nomērītais gaisa daudzums.

*3.6.* ***LBL ELA @*** **4 Pa ($cm^2$)** - norāda, cik liels atvērums norobežojošajās konstrukcijās ir nepieciešams, lai caur to pie 4 Paskālu spiediena starpības starp iekštelpām un āra vidi varētu izplūst nomērītais gaisa daudzums.

**Ēkas neblīvumu līkne:**

*3.7.* ***Neblīvumu koeficients*** **($C_L$)** - gaisa plūsmas daudzums [$m^3/(h\ Pa^n)$] kas pārvietojas pie 1 Pa spiediena atšķirības.

*3.8.* ***Eksponenta (n)*** - pēc dotā rādītāja iespējams aptuveni novērtēt ēkas neblīvumu formu. Parasti dotais rādītājs ir diapazonā starp 0,50 un 1,0. Ja eksponenta „n" ir zem 0,60, tad tas norāda, ka ēkā ir lieli atvērumi. Savukārt, ja „n" ir virs 0,70, tad tas norāda, ka ēkā ir šauri un ļoti mazi atvērumi.

*3.9.* ***Korelācijas koeficients*** **(r)** - atspoguļo iegūto mērījumu precizitāti un kvalitatīvi veikto mērījumu gadījumā koeficientam ir jābūt virs 0,98.

## 4. NORMATĪVĀS PRASĪBAS

Latvijas LBN bez norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības koeficientu normatīvajām vērtībām tiek normēta arī pieļaujamā ēkas gaiscaurlaidība.

**LBN 002-01 ''Ēku norobežojošo kosntrukciju siltumtehnika''** IV. Nodaļā ir **noteikts**, ka *''Maksimālā pieļaujamā gaiscaurlaidība, ja spiediena starpība ir 50 Pa:*

- *dzīvojamām mājām, pansionātiem, slimnīcām un bērnudārziem- 3 $m^3/(m^2 \times h)$*
- *publiskajām ēkām, izņemot pansionātus un slimnīcas- 4 $m^3/(m^2 \times h)$*
- *ražošanas ēkām- 6 $m^3/(m^2 \times h)$*

**Vācijā saskaņā ar DIN 4108-7 ir noteikts, ka:**

- ēkās ar dabīgo vēdināšanu gaisa apmaiņas kārta nevar pārsniegt $n_{50,\,max} = 3\ h^{-1}$
- ēkās ar mehānisko ventilācijas sistēmu gaisa apmaiņas kārta nevar pārsniegt $n_{50,\,max} = 1{,}5\ h^{-1}$
- ēkās ar mehānisko ventilācijas sistēmu un siltuma atguvi (gaisa rekurperācija) gaisa apmaiņas kārta nevar pārsniegt $n_{50,\,max} = 1{,}0\ h^{-1}$

**Pasīvās mājas** standartiem atbilstošas mājas gaisa apmaiņas kārta ir $n_{50,\,max} = 0{,}6\ h^{-1}$.

**Ēkas gaisa blīvuma pakāpes sadalījums**

| Mērvienība | Energoefektīva ēka | Blīva ēka | Neblīva ēka | Ļoti neblīva ēka |
|---|---|---|---|---|
| **Gaisa apmaiņas kārta** pie 50 Pa, $h^{-1}$ | **zem 1** | **1-3** | **3-8** | **virs 8** |
| **Normālapstākļu gaisa apmaiņas kārta, $h^{-1}$** | **0,07** | **0,07-0,21** | **0,21-0,56** | **virs 0,56** |

**Jo gaisnecaurlaidīgāka ir ēka, jo mazāki siltuma zudumi ēkā.**

**Ēkas blīvuma pakāpes uzlabojums vismaz par vienu kārtu ($h^{-1}$) ir uzskatāms kā ekonomiski izdevīgs pasākums.**

## 5. MĒRĪJUMU KOPSAVILKUMS

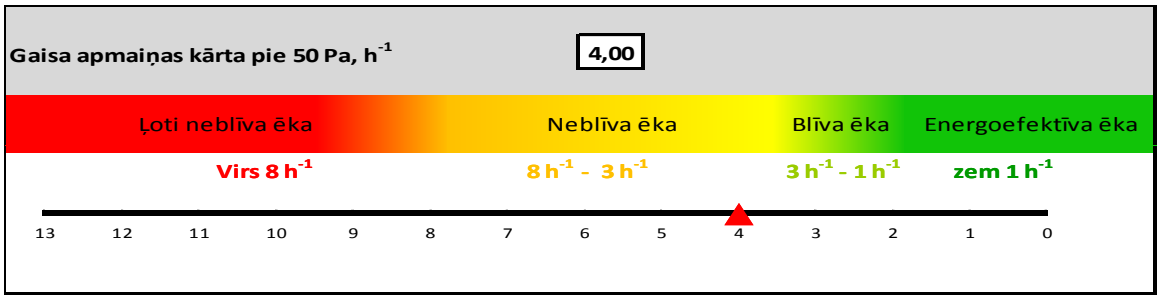
**Darba pamatuzdevums – veikt ārējo norobežojošo konstrukciju (logu) iebūves kvalitātes kontroli un logu bloku gaisnecaurlaidības pārbaudi pie paaugstinātas spiedienu atšķirības starp vidēm.**

| | | |
|---|---|---|
| 5.1. | Vēja stiprums mērījumu veikšanas brīdī: | Nepārsniedz pieļaujamo robežvērtību. |
| 5.2. | Ēkas dimensiju noteikšanas paņēmiens: | Mērījumu veikšana objektā. |
| 5.3. | Blower Door mērierīces novietošanas vieta objektā: | Trešā stāva līmenī, durvju ailā |
| 5.4. | Radītās spiedienu atšķirības: | Telpu spiediena pārspiediens un pazeminājums. |
| 5.5. | Sasniegtā spiedienu atšķirība: | 20 - 70 Pa |
| 5.6. | Defektīvo vietu vizualizēšanas paņēmieni: | - Lokālveida gaisa plūsmas mērījumi |
| 5.7. | Mērījumu veikšanas metode: | **A metode** |
| | | - Viss ciet |
| | | - Ēkas ekspluatācijas stadijā |
| 5.8. | Papildus veiktie atvērumu blīvēšanas darbi: | - |
| | | - |
| | | - |

**Mērierīces fotofiksācija objektā**

## Mērījumu aprēķina dati

| Faktiskais | Atbilstība normatīvajām prasībām |
|---|---|
| **$n_{50}$: 4,00** | Neatbilst LBN 002-01 prasībām |
| ***Summārais neblīvumu laukums pie normāliem ekspluatācijas apstākļiem*** | |
| **247,90 $cm^2$** | Adekvātais šķērsgriezums ~ 15 x 17 cm |
| ***Ēkas neblīvumu radītais nekontrolējamās gaisa apmaiņas daudzums*** | |
| **48,16 $m^3/h$** | 0,28 1/h |
| ***Siltumenerģijas patēriņš infiltrācijas zudumiem apkures sezonas laikā*** | |
| **1,64 MWh/sezonā** | 204 dienu apkures sezona, ΔT 20,4°C |




Date of Test: 10.06.2014
Test File: Matera_44

Technician: Andris Vulāns

Customer: Artūrs Rakstiņš

Phone:
Fax:

Building Address: Skola
Mātera iela 44
Jelgava,

| | Depressurization | Pressurization | Average |
|---|---|---|---|
| **Test Results at 50 Pascals:** | | | |
| V50: Airflow (m³/h) | 701 ( +/- 1.1 %) | 677 ( +/- 0.6 %) | 689 |
| n50: Air Changes per Hour (1/h) | 4.08 | 3.94 | 4.01 |
| w50: | | | |
| q50: | | | |
| **Leakage Areas:** | | | |
| Canadian EqLA @ 10 Pa (cm²) | 241.3 ( +/- 6.2 %) | 254.5 ( +/- 4.0 %) | 247.9 |
| LBL ELA @ 4 Pa (cm²) | 119.1 ( +/- 9.6 %) | 132.2 ( +/- 6.1 %) | 125.6 |
| **Building Leakage Curve:** | | | |
| Air Flow Coefficient (Cenv) | 40.3 ( +/- 14.7 %) | 48.4 ( +/- 9.4 %) | |
| Air Leakage Coefficient (CL) | 40.2 ( +/- 14.7 %) | 48.1 ( +/- 9.4 %) | |
| Exponent (n) | 0.731 ( +/- 0.037 ) | 0.676 ( +/- 0.024 ) | |
| Correlation Coefficient | 0.98990 | 0.99519 | |

Test Standard: EN 13829
Type of Test Method: A
Equipment: Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door

Regulation complied with: Project data

| | | | |
|---|---|---|---|
| Inside Temperature: | 25 °C | Volume: | 172 m³ |
| Outside Temperature: | 23 °C | Surface Area: | |
| Barometric Pressure: | 101325 Pa | Floor Area: | |
| Wind Class: | 1 Light Air | Uncertainty of Building Dimensions: | 5 % |
| Building Wind Exposure: | Partly Exposed Building | Year of Construction: | OLD |
| Type of Heating: | | | |
| Type of Air Conditioning: | | | |
| Type of Ventilation: | None | | |

## 6. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI

**No apsekojuma rezultātiem izriet, ka kopējā ārējo norobežojošo virsmu (logu) gaiscaurlaidība ir uzskatāma, kā augsta. Būtisks neblīvumu īpatsvars ir pa logu iebūves perimetru. Kā arī identificēta gaisa plūsma caur neblīvumiem logu vērtņu daļā.**

**Raksturīgākās defektu vietas ir:**

- neblīvumi logu pieslēguma mezglos;
- neblīvumi logu profilos;
- neblīvas logu vērtnes daļas.

Identificētie būvelementu defekti rada gan siltuma zudumus, gan mikroklimata diskomfortu, kā arī ņemot vērā būtiskus lokālveida neblīvumus arī ūdens tvaika kondensācijas risku uz iekšsienu virsmām tiešā logu tuvumā.
Logu montāža nav veikta atbilstoši Latvijas būvnormatīva LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" prasībām. Tehniski ir iespējams veikt esošo logu iebūves perimetra gaisa caurlaidības samazinošos pasākumus.
Papildu ir secināts, ka logu siltumtehniskie rādītāji neatbilst mūsdienu ēku energoefektivitātes prasībām un ir ieteicams izvērtēt visa loga bloka nomaiņu uz siltumtehniski efektīvākiem izstrādājumiem. Veicot jauno logu montāžu nepieciešams ievērot gan logu ražotāja prasības, gan LBN 002-01 prasības t.i., logu iebūves savienojuma vietu veidot kā trīsslāņu risinājumu, ierīkojot gan tvaika izolācijas, gan siltumizolācijas, gan vēja izolācijas funkcionālos slāņus.

# ĒKAS GAISA CAURLAIDĪBAS APLIECINĀJUMS

**Jelgavas Valsts ģimnāzija**

**Mātera iela 44, Jelgava**

10.06.2014

noteiktais gaisa caurlaidības rezultāts
saskaņā ar standarta LVS EN 13829 "A" metodiku

$n_{50}$ - **4,00** $h^{-1}$

Apliecinājuma Nr **BD-30/06/14(A)**

Datums: **2014.gada 30.jūnijs**

Izsniedza:
Maģ.sc.ing. Andris Vulāns

*Gaisa plūsmas rādījums virs 0.05 m/s traktējams, kā gaiscaurlaidības rakstura defekts mērāmajā vietā.*

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

1

Neblīva loga vērtne

1

Neblīva loga vērtne

7

Neblīva loga konstrukcija

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

2

Neblīva loga iebūve

7

Neblīva loga konstrukcija

6

Neblīva konstrukciju mezgla vieta zem palodzes

6

Neblīva konstrukciju mezgla vieta zem palodzes

6

Neblīva konstrukciju mezgla vieta zem palodzes

2

Neblīva loga iebūve

7

Neblīva loga konstrukcija

7

Neblīva loga konstrukcija

2

Neblīva loga iebūve

7

Neblīva loga konstrukcija

7

Neblīva loga konstrukcija

2

Neblīva loga iebūve

1

Neblīva loga vērtne

# BlowerDoor Test

## EN 13829, Method A

## Building Test Info and Air-Moving Equipment

### Building Information

| | |
|---|---|
| Building: | Jelgavas Valsts ģimnāzija |
| Address: | Mātera iela 44 |
| | Jelgava |
| Year of Construction: | OLD |
| Test Date: | 10.06.2014 |

### Customer Information

| | |
|---|---|
| Name: | Artūrs Rakstiņš |
| Address: | |
| Phone: | |
| Fax: | |

### Business Info

| | | | |
|---|---|---|---|
| Name: | | Technician: | Andris Vulāns |
| | | Phone: | |
| Address: | | Fax: | |

### Test Method

| | |
|---|---|
| Method: | A Test of a building in use |
| Standard: | Following EN 13829 |
| Note: | |

### Test object:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Test object: | see comments | | | |
| Internal Volume V: | 172 m³ | Error: | +/- 5 % | Calculation Reference Values: |
| Net Floor Area $A_F$: | | | | see appendix |
| Envelope Area $A_E$: | | | | |
| Type of Ventilation: | None | | | |
| Type of Heating System: | | | | |
| Type of Air Conditioning: | | | | |

Additional Information you will find in "Comments".

## Air-moving Equipment

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Device: | Minneapolis BlowerDoor Modell 4, DG-700 | | | | | |
| Serial Numbers: | Fan: | 0 | Pressure Gauge: | DG700 - 60673 | Calibration: | 23.08.10 |
| Other Devices: | | | | | | |

# BlowerDoor Test

## Test Standard EN 13829, Method A

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

| | | | |
|---|---|---|---|
| Object: | Jelgavas Valsts ģimnāzija | Technician: | Andris Vulāns |
| | Jelgava | Date: | 10.06.2014 |

### Temperature and Wind Conditions

| | | | |
|---|---|---|---|
| Inside Temperature: | 25 °C | Wind Force: | 1 |
| Outside Temperature: | 23 °C | Number of exterior pressure taps: | 1 |
| Barometric Pressure: (Standard): | 101325 Pa | Building Wind Exposure: | B |
| | | Uncertainty because of Wind (Table Geißler): | **0 %** |

### Depressurization

| Zero Flow | $Dp_{01+}$ | $Dp_{01-}$ | $Dp_{02+}$ | $Dp_{02-}$ |
|---|---|---|---|---|
| (baseline) | 1,5 Pa | - | 1,8 Pa | - |

### Pressurization

| Zero Flow | $Dp_{01+}$ | $Dp_{01-}$ | $Dp_{02+}$ | $Dp_{02-}$ |
|---|---|---|---|---|
| (baseline) | 5,0 Pa | - | 0,2 Pa | -0,3 Pa |

### Sets of Measurement

| Ring | Building Pressure | Fan Pressure | Fan Flow $V_r$ | Tolerance |
|---|---|---|---|---|
| O ABCDE | [Pa] | [Pa] | [m³/h] | [%] |
| $Dp_{01}$ | 1,5 | | | |
| B | -68 | 127 | 906 | 1,86 |
| B | -65 | 119 | 878 | 2,73 |
| B | -58 | 106 | 829 | 4,45 |
| B | -59 | 90 | 764 | -4,49 |
| B | -49 | 70 | 676 | -3,96 |
| B | -44 | 64 | 646 | -0,88 |
| B | -39 | 55 | 597 | -0,50 |
| B | -34 | 45 | 540 | -2,63 |
| B | -28 | 38 | 496 | 1,53 |
| B | -24 | 30 | 441 | 2,32 |
| $Dp_{02}$ | 1,8 | | | |

| *Correlation Coefficient r:* | | *0,992* | Confidence interval | |
|---|---|---|---|---|
| $C_{env}$ | [m³/(h Pa$^n$)] | 44 | max. 58 | min. 33 |
| $C_L$ | [m³/(h Pa$^n$)] | 44 | max. 57 | min. 33 |
| **n** | [-] | 0,71 | max. 0,78 | min. 0,64 |

| Ring | Building Pressure | Fan Pressure | Fan Flow $V_r$ | Tolerance |
|---|---|---|---|---|
| O ABCDE | [Pa] | [Pa] | [m³/h] | [%] |
| $Dp_{01}$ | 5,0 | | | |
| B | 74 | 111 | 847 | -1,59 |
| B | 68 | 107 | 832 | 2,54 |
| B | 64 | 93 | 778 | 0,31 |
| B | 60 | 81 | 726 | -2,22 |
| B | 57 | 76 | 704 | -1,35 |
| B | 49 | 63 | 640 | 0,53 |
| B | 45 | 57 | 611 | 2,30 |
| B | 40 | 50 | 568 | 2,07 |
| B | 36 | 39 | 505 | -0,60 |
| B | 31 | 31 | 452 | -1,85 |
| $Dp_{02}$ | 0,0 | | | |

| *Correlation Coefficient r:* | | *0,996* | Confidence interval | |
|---|---|---|---|---|
| $C_{env}$ | [m³/(h Pa$^n$)] | 47 | max. 57 | min. 39 |
| $C_L$ | [m³/(h Pa$^n$)] | 47 | max. 56 | min. 39 |
| **n** | [-] | 0,68 | max. 0,73 | min. 0,63 |

### Results

| V = | 172 m³ | $A_F$ = | | $A_E$ = | |
|---|---|---|---|---|---|

| | $V_{50}$ | Uncertainty | $n_{50}$ | Uncertainty | $w_{50}$ | Uncertainty | $q_{50}$ | Uncertainty |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m³/h | % | 1/h | % | m³/m²h | % | m³/m²h | % |
| Depressurisation | **700** | +/- 7 % | 4,1 | +/- 9 % | | | | |
| Pressurisation | **676** | +/- 8 % | 3,9 | +/- 9 % | | | | |
| Average | **688** | +/- 7 % | **4,0** | +/- 9 % | | | | |

**Regulation complied with:** **Project data**

**Maximum allowable:**

**Select**

**Note:** The result does not exclude faults in the construction.

**Business Info:** Andris Vulāns

***

***

Date, Sign

Stamp

# BlowerDoor Test

## EN 13829, Method A

## Zero-Flow (Baseline) and Accuracy

| | | | |
|---|---|---|---|
| Object: | Jelgavas Valsts ģimnāzija | Technician: | Andris Vulāns |
| | Jelgava | Date: | 10.06.2014 |

**Depressurization**

| | Zero Flow Pressure Difference | |
|---|---|---|
| Reading | At the Beginning | At the End |
| 1 | 0,0 | 0,2 |
| 2 | 0,1 | 0,2 |
| 3 | 0,2 | 0,3 |
| 4 | 0,2 | 0,4 |
| 5 | 0,4 | 0,5 |
| 6 | 0,7 | 0,8 |
| 7 | 1,0 | 1,3 |
| 8 | 1,1 | 1,4 |
| 9 | 1,0 | 1,4 |
| 10 | 1,0 | 2,0 |
| 11 | 0,9 | 3,3 |
| 12 | 1,0 | 4,4 |
| 13 | 1,0 | 4,5 |
| 14 | 1,1 | 4,8 |
| 15 | 1,1 | 4,6 |
| 16 | 1,0 | 3,9 |
| 17 | 1,2 | 2,6 |
| 18 | 1,0 | 1,9 |
| 19 | 0,6 | 1,4 |
| 20 | 0,5 | 1,5 |
| 21 | 1,2 | 1,5 |
| 22 | 1,8 | 1,7 |
| 23 | 2,3 | 1,6 |
| 24 | 3,0 | 1,4 |
| 25 | 3,3 | 1,4 |
| 26 | 3,3 | 1,5 |
| 27 | 3,4 | 1,3 |
| 28 | 3,7 | 1,0 |
| 29 | 3,4 | 0,6 |
| 30 | 2,9 | 0,2 |

**Pressurization**

| | Zero Flow Pressure Difference | |
|---|---|---|
| Reading | At the Beginning | At the End |
| 1 | 3,3 | -0,7 |
| 2 | 3,7 | -0,7 |
| 3 | 3,6 | -0,7 |
| 4 | 3,9 | -0,6 |
| 5 | 4,4 | -0,6 |
| 6 | 4,6 | -0,6 |
| 7 | 4,2 | -0,4 |
| 8 | 3,8 | -0,1 |
| 9 | 3,3 | -0,1 |
| 10 | 3,0 | -0,1 |
| 11 | 3,5 | 0,0 |
| 12 | 4,5 | 0,0 |
| 13 | 4,5 | 0,1 |
| 14 | 3,8 | 0,1 |
| 15 | 3,3 | 0,1 |
| 16 | 3,4 | 0,1 |
| 17 | 4,6 | 0,2 |
| 18 | 5,7 | 0,5 |
| 19 | 6,5 | 0,6 |
| 20 | 5,9 | 0,6 |
| 21 | 5,0 | 0,4 |
| 22 | 4,5 | 0,4 |
| 23 | 4,1 | 0,3 |
| 24 | 5,8 | 0,2 |
| 25 | 6,6 | 0,1 |
| 26 | 7,7 | 0,0 |
| 27 | 9,0 | -0,1 |
| 28 | 8,8 | -0,1 |
| 29 | 8,6 | 0,0 |
| 30 | 7,6 | 0,0 |

**Average of the positive and negative Values of Zero Flow Pressure Difference**

| | $Dp_{01+}$ | $Dp_{01-}$ | $Dp_{02+}$ | $Dp_{02-}$ |
|---|---|---|---|---|
| Average | 1,5 | - | 1,8 | - |

| | $Dp_{01+}$ | $Dp_{01-}$ | $Dp_{02+}$ | $Dp_{02-}$ |
|---|---|---|---|---|
| Average | **5,0** | - | 0,2 | -0,3 |

**Average of all Values of Zero Flow Pressure Difference**

| Zero Flow | $\Delta p_{01}$ [Pa] | $\Delta p_{02}$ [Pa] |
|---|---|---|
| (baseline) | 1,5 | 1,8 |

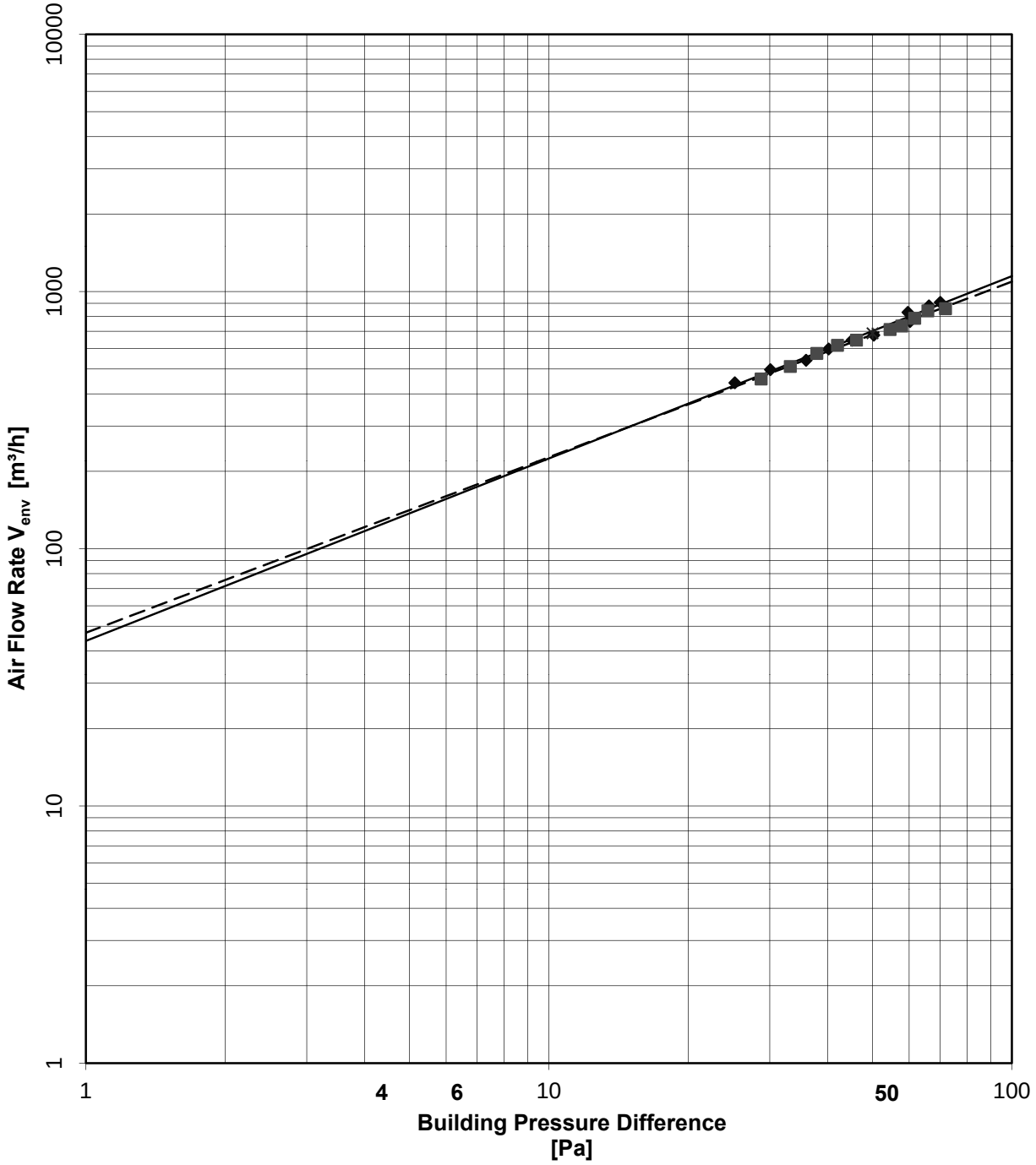
| Zero Flow | $\Delta p_{01}$ [Pa] | $\Delta p_{02}$ [Pa] |
|---|---|---|
| (baseline) | 5,0 | 0,0 |

**Note:**

### Accuracy (Proposal Germany: FLiB-Supplement 11/2001)

| Name | Description | Depressurisation | | Pressurisation | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | Accuracy of the device to measure airflow rate | +/- 4 % | | +/- 4 % | |
| b | Accuracy building pressure | +/- 3 % | 50 Pa | +/- 4 % | 50 Pa |
| c | Uncertainty because of wind | +/- 0 % | | +/- 0 % | |
| d | Uncertainty barometric pressure (standard or measured) | +/- 5 % | | +/- 5 % | |
| e | Uncertainty leaving out a depressurazition or pressurazition | +/- 0 % | | +/- 0 % | |
| g | Uncertainty reference values | +/- 5 % | | +/- 5 % | |
| only info | Random error of the airflow rate | +/- 2 % | | +/- 1 % | |

# BlowerDoor Air Leakage Graph
## Object: Jelgavas Valsts ģimnāzija




◆ (Air Flow) Depressurisation [m³/h]

■ (Air Flow) Pressurisation [m³/h]

——— Regression line Depressurisation [m³/h]

... kein Hauch zuviel!

**BlowerDoor GmbH**
MessSysteme für Luftdichtheit

www.blowerdoor.de

# Teilnahme-Bescheinigung

Herr

Andris Vulãns

hat am Seminar

**Grundlagenkurs BlowerDoor-Messung nach DIN EN 13829 und EnEV und Luftdichtheit nach DIN 4108-7**

am 10.12.2010 in Riga teilgenommen.

**Inhalte:**

- Messprinzip BlowerDoor-Messung
- Bedienung der Geräte und Software
- Ortung von Luftleckagen mittels Anemometer und Thermografie
- Durchführung und Auswertung einer Messung
- Konstruktionsprinzipien von Luftdichtheitsebenen

Springe-Eldagsen, den 20. Dezember 2010

Paul Simons (Seminarleiter)

Zertifizierter Prüfer der Gebäude-Luftdichtheit

"Jelgavas Valsts ģimnāzija"
Matera iela 44, Jelgava
Atskaite Nr. BD - 30/06/14(A)
30.06.2014

**BlowerDoor GmbH**
**MessSysteme für Luftdichtheit**
Energie- und Umweltzentrum 1
D-31832 Springe-Eldagsen

Telefon +49(0)5044/975-40
Telefax +49(0)5044/975-44
info@blowerdoor.de
www.blowerdoor.de

# Ēkas logu siltuma caurlaidības koeficientu novērtējums

# Jelgavas Valsts ģimnāzija

# Mātera ielā 44, Jelgavā

***Nr.: BFA-14/06-1***

**Rīga**

**2014/06/30**

# Saturs

1. Pamatinformācija par slēdzienu. ..... 3
2. Darba uzdevums. ..... 4
2.1. Problēmas apraksts. ..... 4
2.2. Situāciju raksturojošā informatīvā bāze. ..... 4
3. Analīzes nosacījumi ..... 4
4. Logu siltumcaurlaidības koeficienta novērtējums ..... 4
4.1. Secinājumi par logu siltuma caurlaidības vērtībām ..... 5
4.2. Logu siltumcaurlaidības koeficienta paaugstinošie risinājumi ..... 5
1. pielikums. Izvērtējuma logu siltuma caurlaidības koeficienta aprēķina izdrukas ..... 7
2. pielikums. Logu siltuma caurlaidības koeficienta uzlabošanas variantu aprēķina izdrukas .....

## 1. Pamatinformācija par slēdzienu.

<table>
<tr><td rowspan="3">Izpildītājs:<br><br>Būvfizika SIA<br><br>Maģ. sc.ing Andris Vulāns<br>Būvfizikas speciālists,<br>sertificēts energoauditors<br><br><br><br>E-pasts: andris@buvfizika.lv<br>Tālr: 26564927<br>www.buvfizika.lv</td><td>Projekta nosaukums:<br><br>Ēkas logu siltuma caurlaidības koeficientu novērtējums, Jelgavas Valsts ģimnāzija, Mātera ielā 44, Jelgavā</td></tr>
<tr><td>Identifikācijas numurs:<br><br>BFA-14/06-1</td></tr>
<tr><td>Slēdziena sagatavošanas datums:<br><br>2014.gada 30.jūnijs<br><br>Objekta apsekojuma datums:<br><br>2014.gada 10.jūnijs</td></tr>
<tr><td>Pasūtītājs:<br><br>Jelgavas pilsētas pašvaldības iestāde „Jelgavas Valsts ģimnāzija”<br>Nr. 90000074738<br><br>Kontaktpersona:<br>Artūrs Rakstiņš</td><td colspan="2">Objekts:<br><br>Jelgavas Valsts ģimnāzija, Mātera ielā 44, Jelgavā</td></tr>
</table>

## 2. Darba uzdevums.

*Pamatojoties uz Pasūtītāja pieteikumu, darba uzdevums sastāv no sekojošām aktivitātēm:*

1.1. Loga elementu (profils, stikla pakete, stiklu atdalošās starplika) siltumtehnisko rādītāju noteikšana objektā, pielietojot instrumentālās metodes, izstrādājumu datu lapas un saistošos ISO standartus.

1.2. Loga kopējās siltuma caurlaidības koeficienta vērtības noteikšana atbilstoši standarta LVS ISO 10077-1 aprēķina metodikai.

1.3. Slēdziena sagatavošana par norobežojošo konstrukciju siltumtehniskajiem parametriem un to atbilstību LBN 002-01 un mūsdienu energoefektivitātes prasībām.

### 2.1. Problēmas apraksts.

Nepieciešams izvērtēt esošo logu, kuri uzstādīti dažādos laika periodos, siltumtehniskos rādītājus, lai novērtētu no nomaiņas nepieciešamību.

### 2.2. Situāciju raksturojošā informatīvā bāze.

Sagatavotā atskaite balstās uz:

- Pasūtītāja pārstāvju mutiski sniegto informāciju par problēmsituāciju klātienē;
- Pasūtītāja pārstāvju elektroniski sniegto informāciju par problēmsituāciju;
- objekta apsekojumu, kas ir veikts šī gada 10.jūnijā. Apsekojuma laikā veikti logu atsevišķo elementu parametru novērtējums, izmantojot instrumentālās apsekojuma metodes.

## 3. Analīzes nosacījumi.

Ēkas novērtējums balstās uz Latvijā spēkā esošo būvnormatīvu, saistošo standartu izmantošanu, kā arī būvfizikas pamatlikumiem un mūsdienu ēku energoefektivitātes prasībām.

Izmantoti sekojoši normatīvie dokumenti:

- **LBN 002-01** „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”;
- **LVS ISO 10077-1** „Logu, durvju un slēģu siltumtehniskās īpašības. Siltumcaurlaidības aprēķināšana. 1.daļa: Vispārīgi”.

## 4. Logu siltumcaurlaidības koeficienta novērtējums

Logu siltumtehniskie parametri ir noteikti, balstoties uz datiem, kas gūti apsekojuma laikā, veicot logu sastāvdaļu parametru kontrolmērījumus. Balstoties uz veikto mērījumu rezultātiem atbilstoši standarta LVS ISO 10077-1 aprēķina metodikai, ir noteiktas logu siltuma caurlaidības koeficienta vērtības. Aprēķina rezultāti ir apkopoti 1.tabulā. Ņemot vērā, ka ēkā logu dimensiju dažādība nav liela tabulā atspoguļotās vērtība raksturo ap 90% no visu logu dimensiju dažādības.

Ņemot vērā, ka stikla pakešu datu precīza noteikšana ir iespējama tika izmantojot ļoti specializētu aprīkojumu, pastāv iespēja, ka faktiskā stikla pakešu vērtība var svārstīties diapazonā ~10% robežās.

Apsekojot ēkas logus ir secināts, ka visi PVC tipa logi ir ar identiskiem logu elementu vērtībām. Līdz ar to logu kopējā siltuma caurlaidības vērtība svārstās tikai atkarībā no tā dimensijām. 1.tabulā ir apkopotas raksturīgāko logu dimensiju siltumtehniskie rādītāji.

**1.tabula. Logu siltumcaurlaidības koeficientu aprēķina vērtības**

| Nr. p.k | Loga apzīmējums | Stāvs | Loga profila U-vērtība, $W/m^2K$ | Stikla paketes U-vērtība, $W/m^2K$ | Loga laukums, $m^2$ | Loga kopējā U-vērtība, $W/m^2K$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **L1** | 3 | 1,6 | 3,0 | 3,71 | **2,7** |
| 2 | **L2** | 3 | 1,6 | 3,0 | 3,27 | **2,6** |
| 3 | **L3** | 2/3 | 1,6 | 3,0 | 0,91 | **2,5** |
| 4 | **L4** | 2 | 1,6 | 3,0 | 2,1 | **2,6** |

*Saskaņā ar LBN 002-01 prasībām (stājās spēkā 2014.gada 22.aprīlī) normatīvā logu siltuma caurlaidības vērtība sabiedriskajām ēkām Jelgavas pilsētas klimatiskajā zonā pie iekštelpas gaisa temperatūras 20 grāds ir* ***1,30 W/(m²K).***

### 4.1. Secinājumi par logu siltuma caurlaidības vērtībām

No apsekojuma un aprēķina datiem var secināt, ka ēkā esošo PVC tipa logu siltumtehniskie rādītāji ir ļoti slikti un neatbilst ne pašreiz spēkā esošajām būvnormatīva prasībām, ne vispārpieņemtām energoefektīvu ēku prasībām.

### 4.2. Logu siltumcaurlaidības koeficienta paaugstinošie risinājumi

Esošo logu siltumtehniskos rādītājus ir iespējams uzlabot divos pamatveidos:

a) Nomainīt tikai esošās stikla paketes uz jaunām, energoefektīvākām t.i., stikla paketes ar cēlgāzes pildījumu un speciālu selektīvo pārklājumu.
b) Veicot visa loga bloka nomaiņu uz jaunu logu t.i., gan ar jaunu stikla paketi, gan profilu.

**2.tabula. Logu nomaiņas variantu salīdzinājums**

| Nr. p.k | Kritērijs | Tikai stikla paketes nomaiņa | Visa loga bloka nomaiņa |
|---|---|---|---|
| **1** | **Konstrukcijas izmaksas** | Lētāk - nepieciešama tika jauna stikla pakete, nav jāveic papildu telpu apdares darbi | Dārgāk – nepieciešams jauns logs un jāveic esošā loga demontāža un arī ailas apdares darbi |
| **2** | **Loga gaiscaurlaidība** | Nesamazinās | Samazinās - mazāki siltuma zudumi, kontrolētāka telpu gaisa apmaiņa |
| **3** | **Loga ekspluatācijas nosacījumi** | Nemainās - esošie loga vērtnes defekti netiek novērsti, furnitūra netiek mainīta | Būtiski uzlabojas – jauna logu furnitūra, viegli atverami/aizverama vērtne |
| **4** | **Loga pieslēguma siltumtehniska uzlabošana** | Iespējama tikai daļēji | Var veikt kvalitatīvu un pareizu jauno logu iebūvi |
| **5** | **Siltuma caurlaidības** | Tikai divu stiklu pakete | Ar divu stiklu paketi |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **koeficienta sasniedzamā vērtība, W/m$^2$K** | 1,4 – 1,6 | 1,2 – 1,3<br>Ar 3 stiklu paketi<br>0,85 – 0,95 |
| **6** | **Papildu ekonomiski/ siltumtehniskie uzlabojumi** | Nav iespējami | Veicot kompleksu nomaiņu iespējams izmanīt logu profilējuma daudzumu – mazāk profila – vairāk stikla – mazāki siltuma zudumi/mazākas loga izmaksas. |

**Veicot tikai stikla paketes nomaiņu jauno elementu iespējamās vērtības:**

- Divu stiklu paketes siltuma caurlaidības koeficents – 1,0 – 1,1 W/m$^2$K
- Stiklu atdalošās starplikas vērtība – 0,04 – 0,08 W/m K.

**Veicot visa loga nomaiņu pret jaunu logu:**

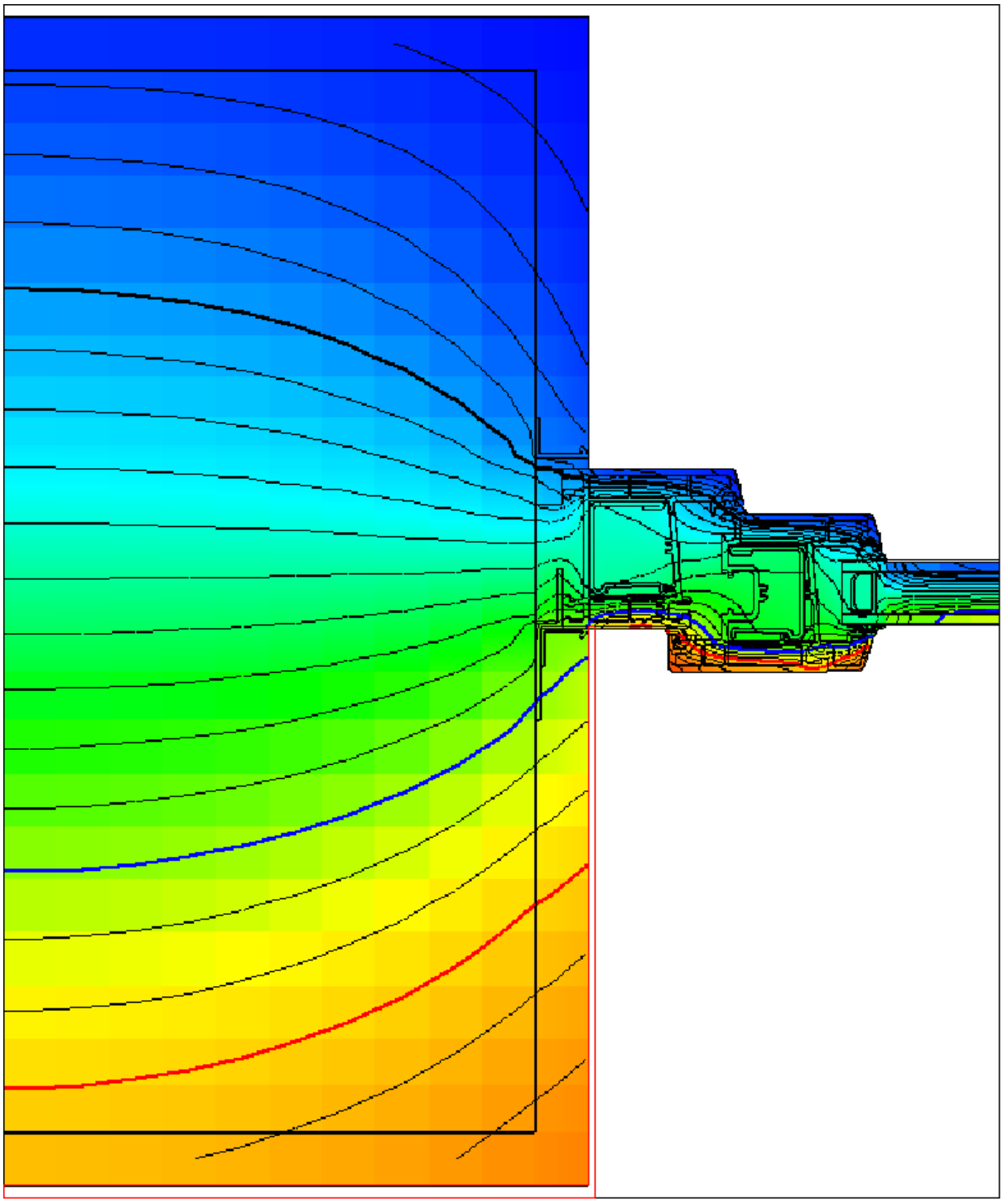
- Divu stiklu paketes siltuma caurlaidības koeficents – 1,0 – 1,1 W/m$^2$K
- Stiklu atdalošās starplikas vērtība – 0,04 – 0,08 W/m K.
- PVC profila (2 stiklu paketei) siltuma caurlaidības koeficents – 1,2 – 1,3 W/m$^2$K

- Trīs stiklu paketes siltuma caurlaidības koeficents – 0,5 – 0,6 W/m$^2$K
- Stiklu atdalošās starplikas vērtība – 0,04 – 0,08 W/m K.
- PVC profila (3 stiklu paketei) siltuma caurlaidības koeficents – 0,80 – 1,0 W/m$^2$K

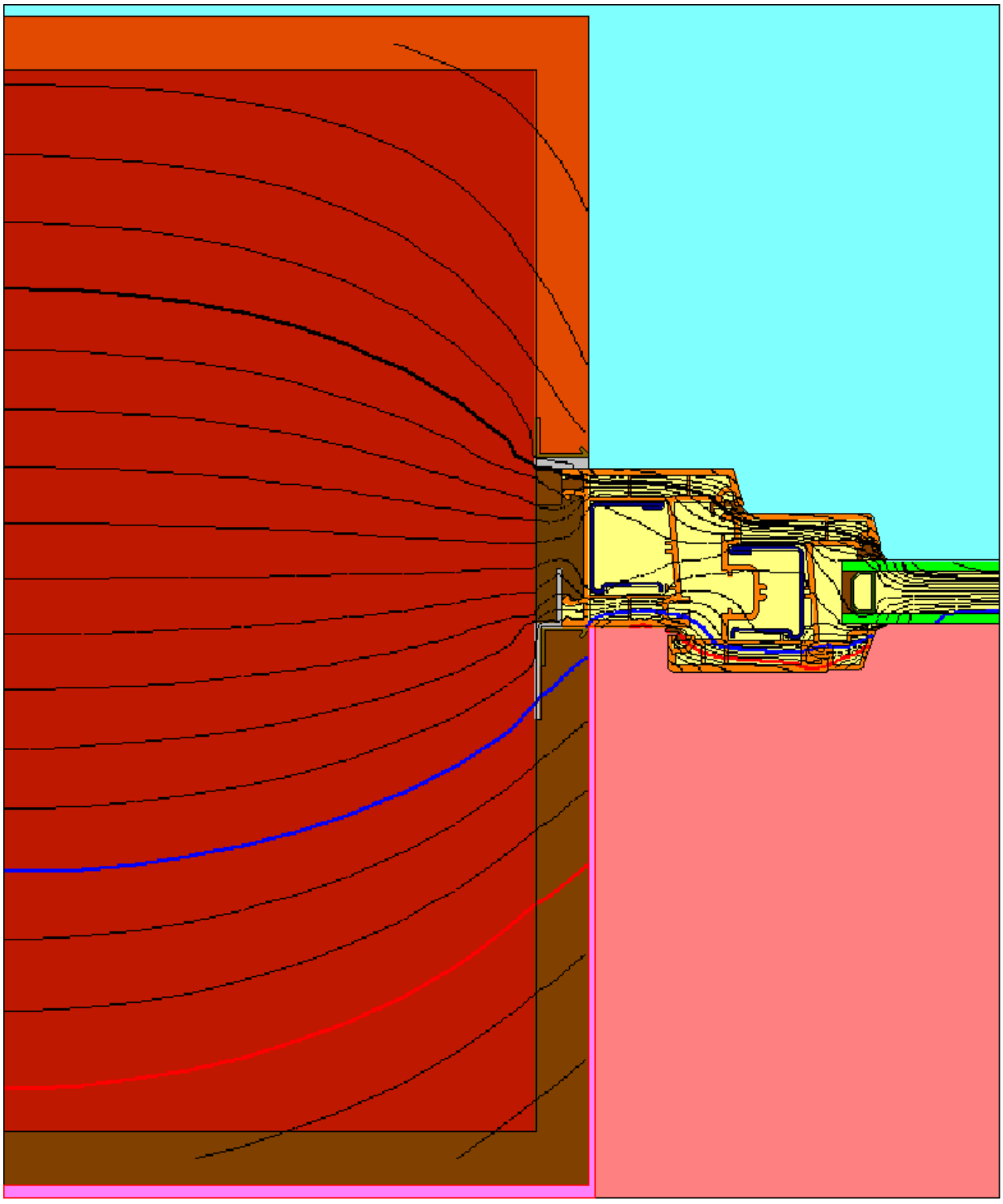
# 1. pielikums.

# Izvērtējuma logu siltuma caurlaidības koeficienta aprēķina izdrukas

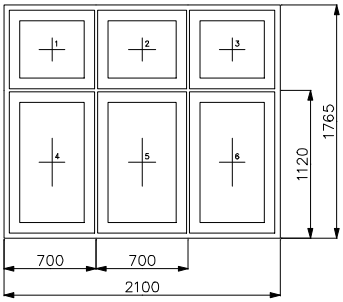
## Wandanschluss mit Temperaturverlauf



## Wandanschluss mit Isothermenverlauf



## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 60
oder gleichwertiger Art

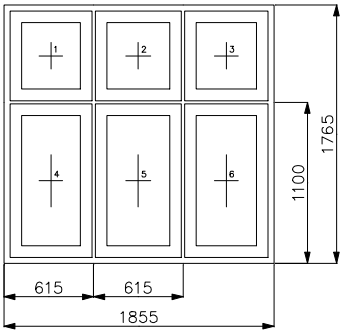
Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, sechsteilig
Breite: 2100 mm, Höhe: 1765 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel
Feld: 5 Fester Flügel
Feld: 6 Fester Flügel

Verglasung: 24mm 4 - 16Luft - 4, Ug=3.0

| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED60 - 1554043 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED60 - 1554013 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 78 ED60 - 1554023 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 2.7 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.70 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.6 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 2.01 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 3.0 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 14.04 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.080 |
| Länge Wandanschluss Le: | 7.73 m |

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 60
oder gleichwertiger Art

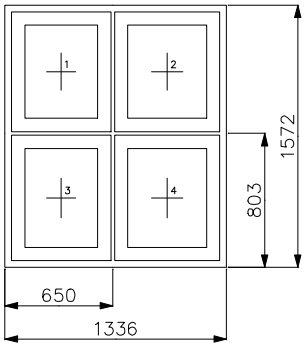
Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, sechsteilig
Breite: 1855 mm, Höhe: 1765 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel
Feld: 5 Fester Flügel
Feld: 6 Fester Flügel

Verglasung: 24mm 4 - 16Luft - 4, Ug=3.0

| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED60 - 1554043 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED60 - 1554013 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 78 ED60 - 1554023 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 2.6 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.59 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.6 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 1.68 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 3.0 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 13.06 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.080 |
| Länge Wandanschluss Le: | 7.24 m |

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 60
oder gleichwertiger Art

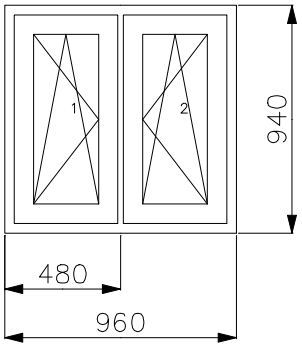
Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, vierteilig 2x2
Breite: 1336 mm, Höhe: 1572 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel

Verglasung: 24mm 4 - 16Luft - 4, Ug=3.0

| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED60 - 1554043 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED60 - 1554013 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 78 ED60 - 1554023 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 2.6 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.05 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.6 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 1.05 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 3.0 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 8.26 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.080 |
| Länge Wandanschluss Le: | 5.82 m |

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 60
oder gleichwertiger Art

Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, zweiteilig
Breite: 960 mm, Höhe: 940 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Dreh-Kipp Links
Feld: 2 Dreh-Kipp Rechts

Verglasung: 24mm 4 - 16Luft - 4, Ug=3.0

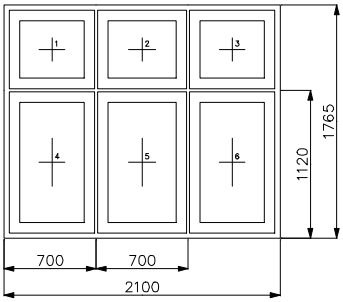
| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED60 - 1554043 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED60 - 1554013 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 78 ED60 - 1554023 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 2.5 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 0.53 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.6 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 0.38 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 3.0 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 3.88 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.080 |
| Länge Wandanschluss Le: | 3.80 m |

# 2. pielikums.

# Logu siltuma caurlaidības koeficienta uzlabošanas variantu aprēķina izdrukas

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 60
oder gleichwertiger Art

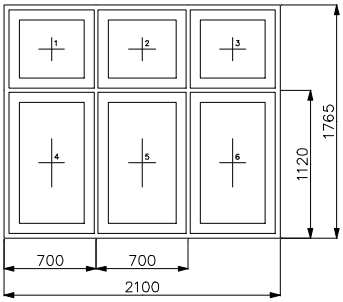
Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, sechsteilig
Breite: 2100 mm, Höhe: 1765 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel
Feld: 5 Fester Flügel
Feld: 6 Fester Flügel

Verglasung: 24mm 4 - 16Ar - 4, Ug=1.0

| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED60 - 1554043 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED60 - 1554013 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 78 ED60 - 1554023 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 1.4 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.70 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.6 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 2.01 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 1.0 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 14.04 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.040 |
| Länge Wandanschluss Le: | 7.73 m |

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU GENEO®
oder gleichwertiger Art

Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, sechsteilig
Breite: 2100 mm, Höhe: 1765 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel
Feld: 5 Fester Flügel
Feld: 6 Fester Flügel

Verglasung: 44mm 4 - 16Ar - 4 - 16Ar - 4, Ug=0.6

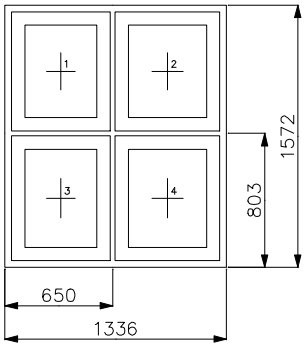
| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 72 GENEO® - 1532015 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 57 GENEO® - 1532036 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 98 GENEO® - 1532055 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 0.93 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.68 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 0.99 W/m²K** |
| Glasfläche Ag: | 2.03 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 0.6 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 14.11 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.040 |
| Länge Wandanschluss Le: | 7.73 m |

** Uf-Wert gewichtet mit unterschiedlichen Profilteilflächen

| | |
|---|---|
| Profilfläche 1: | 0.77 m² / Uf= 0.98 W/m²K |
| Profilfläche 2: | 0.90 m² / Uf= 1.00 W/m²K |

## Ergebnisse der U-Wertberechnung




System: REHAU Euro-Design 70
oder gleichwertiger Art

Fenster/Fenstertür, Rechteckfenster, vierteilig 2x2
Breite: 1336 mm, Höhe: 1572 mm
Farbe: weiß
Feld: 1 Fester Flügel
Feld: 2 Fester Flügel
Feld: 3 Fester Flügel
Feld: 4 Fester Flügel

Verglasung: 24mm 4 - 16Ar - 4, Ug=1.1

| | |
|---|---|
| Rahmenprofil: | Blendrahmen 68 ED70 - 1550733 |
| Flügelprofil: | Flügel Z 60 ED70 - 1550433 |
| Pfostenprofil: | Pfosten 86 ED70 - 1550833 |

| | |
|---|---|
| Uw-Wert nach DIN EN ISO 10077-1: | 1.5 W/m²K |
| Profilfläche Af: | 1.07 m² |
| U-Wert Profil Uf: | 1.3 W/m²K |
| Glasfläche Ag: | 1.03 m² |
| U-Wert Glas Ug: | 1.1 W/m²K |
| Länge Glasrand Lg: | 8.19 m |
| Psi-Wert Glasrand Psig: | 0.080 |
| Länge Wandanschluss Le: | 5.82 m |