



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TARTU KOLLEDŽ

SÄÄSTVA TEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

TAMMEOKSA TALU REKONSTRUEERIMINE JA
ELURUUMIDE LAIENDAMINE ABIHOONESSE

LAIENDATUD ARHITEKTUURNE EELPROJEKT

RECONSTRUCTION OF THE TAMMEOKSA PRIVATE RESIDENCE AND
EXPANSION OF THE LIVING AREA INTO THE OUTBUILDING

EXTENDED PRELIMINARY ARCHITECTURAL DESIGN

Üliõpilane: Rene Kirsal

Juhendajad: Jiri Tintera

Illimar Kalk

Tartu, 2014

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite
tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt
pärinevad andmed on viidatud.

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood:

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: (allkiri)

ABSTRACT

Kirsnel, R. Reconstruction of the Tammeoksa private residence and expansion of the living area into the outbuilding. Extended preliminary architectural design. Master's thesis. In one volume. Tartu, 2014. 72 pages, 16 figures, 10 tables, 16 A4 drawings, 14 A3 drawings. In Estonian language.

Current thesis focuses on creating a new architectural solution for the existing building and on the strength calculations of the wooden roof rafters and the second floor timber beams. The building in question has been built at the end of the 19th century as a farmhouse. As of today, this particular building has lost its purpose as a farmhouse - the living area is still being used, but a large part of the building is unused.

The purpose of current thesis is to create a preliminary architectural design, whereby a historical farmhouse will be reconstructed as a private residence which meets the needs of a four-member family. The building is given a new architectural exterior design where natural materials and the principle of color contrast are used. The two types of characteristic main load bearing walls made of horizontal logs and natural fieldstone are being exhibited in the building's interior. The outbuilding and a part of the second floor are planned to be transformed into a living area.

Architectural drawings were drawn with AutoCAD Architecture 2014. Calculation models, which are necessary for defining internal forces in structures, were created with Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Strength calculations in current thesis are based on the mentioned models and have been carried out according to the valid EVS standards. Constructional self-weight, regional snow loads, wind loads and live loads have been taken into account.

As a result of the current Master's thesis, extended preliminary architectural design, which can be used to apply for the construction permit and as a base documentation for reconstruction, has been created.

Keywords: preliminary architectural design, strength calculation, private residence, reconstruction, horizontal log wall, natural fieldstone wall.

SISUKORD

ABSTRACT	2
SISUKORD	3
TÄHISED JA LÜHENDID	5
SISSEJUHATUS	7
1. EELPROJEKTI SELETUSKIRI	9
1.1 Üldosa	9
1.1.1 Sissejuhatus	9
1.1.2 Üldandmed	9
1.2 Asendiplaan	12
1.2.1 Vastavus lähteandmetele	12
1.2.2 Tehnilised näitajad.....	12
1.2.3 Olemasolev olukord.....	12
1.2.4 Asendiplaani lahendus	13
1.2.5 Vertikaalplaneering	13
1.2.6 Teed ja platsid.....	14
1.2.7 Haljastus ja heakorrastus	15
1.2.8 Tuleohutus	15
1.3 Arhitektuur.....	16
1.3.1 Üldandmed	16
1.3.2 Hoone tehnilised andmed	16
1.3.3 Olemasolev olukord.....	16
1.3.4 Arhitektuurne üldlahendus	17
1.3.5 Sisearhitektuur	18
1.3.6 Tuleohutusnõuded	19
1.3.7 Keskkonnakaitse ja heakorrastus.....	22
1.4 Konstruktsioonid.....	22
1.4.1 Vundament	22
1.4.2 Põrand pinnasel	23
1.4.3 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid	23
1.4.4 Trepid	23
1.4.5 Vahelaed	24
1.4.6 Katus, katuslagi	24

1.4.7	Välisseinad	24
1.4.8	Siseseinad	25
1.4.9	Avatäited.....	25
1.4.10	Terrass	26
1.5	Küte ja ventilatsioon	26
1.6	Veevarustus ja kanalisatsioon	26
1.7	Elekter ja nõrkvool.....	26
2.	TUGEVUSARVUTUSED	27
2.1	Üldosa	27
2.1.1	Kasutatud normdokumendid, arvutiprogrammid ja abimaterjalid	27
2.2	Koormused.....	28
2.2.1	Lumekoormus	29
2.2.2	Tuulekoormus	30
2.2.3	Omakaalukoormus.....	35
2.2.4	Koormuskombinatsioonid	38
2.3	Katusekonstruktsioonid	39
2.3.1	Projekteeritavad penniga sarikad tsoonis A.....	40
2.4	Vahelaekonstruktsioonid	49
2.4.1	Projekteeritav vahelaetala tsoonis E.....	49
2.4.2	Olemasolev vahelaetala ja post tsoonis A	55
2.5	Tulemused.....	60
	KOKKUVÕTE.....	61
	KASUTATUD KIRJANDUS	63
	LISAD	65
	Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon	66
	Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed	67
	Lisa 3. Projekteerimistingimused	70
	Lisa 4. Katusekandjate kolmemõõtmeline arvutusmudel.....	71
	Lisa 5. Graafiline osa.....	72

TÄHISED JA LÜHENDID

Ladina suurtähed

A	ristlõikepindala (mm^2)
A_{ef}	efektiivne kontaktpind ristikiudu survele (mm^2)
$E_{0,05}$	elastsusmooduli 5 % väärtus (N/mm^2)
$E_{0,mean}$	elastsusmooduli keskvärtus (N/mm^2)
F_d	koormuse arvutuslik väärtus (N)
F_k	koormuse normatiivne väärtus (N)
G_k	alaliskoormuse normatiivne väärtus
$I_{y(z)}$	inertsimoment $y(z)$ -telje suhtes (mm^4)
M	paindemoment (Nm)
N	normaaljõud (N)
Q_k	muutuvkoormuse normatiivne väärtus
V	nihkejõud, põikjõud (N)
W_y	vastupanumoment y -telje suhtes (mm^3)
X_k	tugevusomaduse normatiivne väärtus (N/mm^2)
X_d	tugevusomaduse arvutuslik väärtus (N/mm^2)

Ladina väiketähed

b	laius (mm)
b_{ef}	efektiivne laius (mm)
c_p	rõhutegur
$f_{c,0,d}$	arvutuslik survetugevus pikikiudu (N/mm^2)
$f_{c,0,k}$	normatiivne survetugevus pikikiudu (N/mm^2)
$f_{c,90,d}$	arvutuslik survetugevus ristikiudu (N/mm^2)
$f_{c,90,k}$	normatiivne survetugevus ristikiudu (N/mm^2)
$f_{m,y(z),d}$	arvutuslik paindetugevus $y(z)$ -telje suhtes (N/mm^2)
$f_{m,k}$	normatiivne paindetugevus (N/mm^2)
$f_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu (N/mm^2)
$f_{t,0,k}$	normatiivne tõmbetugevus pikikiudu (N/mm^2)
$f_{v,d}$	arvutuslik nihketugevus (N/mm^2)
$f_{v,k}$	normatiivne nihketugevus (N/mm^2)

h	kõrgus (mm)
$i_{y(z)}$	inertsiraadius $y(z)$ -telje suhtes (mm)
$k_{c,y(z)}$	ebastabiilsust arvestav tegur
k_{cr}	pragunemistegur nihkekandevõime jaoks
k_{def}	deformatsioonitegur
k_h	ristlõike kõrguse tegur
k_{mod}	koormuse kestuse ja niiskuse mõju arvestav modifikatsioonitegur
$k_{y(z)}$	ebastabiilsustegur
l_{ef}	efektiivne pikkus (mm)
q_p	tippkiirusrõhk (kN/m^2)
s_k	normatiivne lumekoormus maapinnal (kN/m^2)
z_e	arvutuskõrgus välise tuulekoormuse määramiseks (m)
w	tuulerõhk (kN/m^2)
w_{inst}	hetkeline läbipaine (mm)
$w_{net,fin}$	lõplik netoläbipaine (mm)

Kreeka väiketähed

β_c	sirgsuse tegur
γ_G	alaliskoormuse osavarutegur
γ_M	materjali omaduse osavarutegur
γ_Q	muutuvkoormuse osavarutegur
$\lambda_{rel,y}$	suhteline saledus, mis vastab paindele y -telje suhtes
λ_y	saledus, mis vastab paindele y -telje suhtes
μ_i	lumekoormuse kujutegur
$\sigma_{c,0,d}$	arvutuslik survepinge pikikiudu (N/mm^2)
$\sigma_{c,90,d}$	arvutuslik survepinge ristikiudu (N/mm^2)
$\sigma_{m,y(z),d}$	arvutuslik paindepinge $y(z)$ -telje suhtes (N/mm^2)
$\sigma_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbepinge pikikiudu (N/mm^2)
τ_d	arvutuslik nihkepinge (N/mm^2)
ψ_0	muutuva koormuse kombinatsioonitegur

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teemaks on rohkem kui sajand tagasi ehitatud kahekorruselise taluhoone rekonstrueerimine, mille käigus antakse hoonele tänapäevane otstarve ning uus hingamine. Tammeoksa talu asub Võrumaal Sõmerpalu vallas Järvere külas. Taluhoone on põhiplaanilt T-tähe kujuline, kus peamiselt rõhtpalkidest seinakonstruktsioonidega elamuga ristub maakivimüüridega abihoone.

Hoone on osaliselt kaotanud oma otstarbe - säilinud on eluruumide kasutamine, kuid pool hoonest seisab tühjana. Lõputöö teema kujunes välja taluperemehe vajadusest suurema elamispinna järele ning soovist hoone lagunev katus rekonstrueerida. Kõnealune taluhoone pakkus töö autorile huvi ja väljakutset seostada lõputöö millegi lähitulevikus praktilist kasutust leidvaga. Arvestama peab mitmekesiste vanade konstruktsioonidega, tegeliku situatsiooni ja olemasoleva hoone kujuga ning omaniku sooviga säilitada maalähedane väljanägemine nii interjööris kui ka eksterjööris.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on koostada arhitektuurne eelprojekt, mille käigus kujundatakse ajaloolisest taluhoonest neljaliikmelise perekonna nõudmistele ja vajadustele vastav eramu.

Lähtuvalt magistritöö eesmärgist püstitati järgmised ülesanded:

- Hoone ülesmõõdistamine, kuna sellekohane varasem dokumentatsioon puudub.
- Arhitektuurse lahenduse väljatöötamine, mis arvestab tellija soove, olemasolevat olukorda ning võimaldab eksponeerida hoonele iseloomulikke maakividest ning puidust konstruktsioone.
- Toimiva ruumiprogrammi ja interjöörilahenduse väljatöötamine.
- Lisasoojustust pakkuvate ning hoone olemasolevate konstruktsioonidega arvestavate tehniliste lahenduste väljatöötamine.
- Eelprojekti seletuskirja koostamine.
- Arhitektuursete jooniste koostamine arhitektuurse eelprojekti mahus.
- Asukohale ja hoone parameetritele vastavate lume- ja tuulekoormuste leidmine.
- Vahelae- ja katusekonstruktsioonide tugevusarvutuste teostamine võttes arvesse lisanduvaid omakaalu- ja kasuskoormuseid.

Magistritöö esimese osa moodustab eelprojekti seletuskiri. Kirjeldatud on olemasolev ja planeeritav asendiplaaniline lahendus. Määratud on hoone arhitektuuri üldkontseptsioon ning viimistlusmaterjalid ruumidele ja erinevatele pindadele. Seletuskirja konstruktiivne osa käsitleb piirdetarindeid ja ehitusmaterjalide valikut.

Töö teises osas on teostatud peamised tugevusarvutused olemasolevate ja projekteeritavate vahelaekonstruktsioonide kohta ning projekteeritud uued katusekonstruktsioonid. Arvestatud on erinevate koormuskombinatsioonidega kande- ja kasutuspiirreisundis.

Lisades on esitatud ruumide eksplikatsioon, ehitise olulised tehnilised andmed, Sõmerpalu vallavalitsuse poolt väljastatud projekteerimistingimused, katusekonstruktsioonide projekteerimiseks koostatud kolmemõõtmeline arvutusmudel ning eelprojekti graafiline osa.

1. EELPROJEKTI SELETUSKIRI

1.1 Üldosa

Seletuskirja koostamisel on aluseks võetud EVS 865-1:2013 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri“ [1] üld- ja arhitektuurne osa. Seletuskiri on kooskõlas Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusega nr 67 „Nõuded ehitusprojektile“ [2].

1.1.1 Sissejuhatus

Käesoleva tööga on lahendatud Võrumaal Tammeoksa kinnistul asuva taluhoone rekonstrueerimisprojekti koostamine arhitektuurse eelprojekti staadiumis. Arvestatud on olemasolevat olukorda, tellija poolt esitatud lähteülesannet, õigusakte ja ametlikult kehtestatud nõudeid. Hoone elueaks on arvestatud 50 aastat.

1.1.2 Üldandmed

1.1.2.1 Töö nimetus

Tammeoksa talu rekonstrueerimine.

1.1.2.2 Ehitise asukoht

- Asukoht: Võru maakond, Sõmerpalu vald, Järvere küla
- Lähiaadress: Tammeoksa
- Katastritunnus: 76702:002:1850
- Sihtotstarve: Elamumaa 100%

1.1.2.3 Ehitusgeoloogiliste uurimistööde andmed

Ehitusgeoloogilisi uurimistöid pole teostatud.

1.1.2.4 Ehitusgeodeetiliste uurimistööde andmed

OÜ Maamõõdu- ja Arhitektuuribüroo, gealuse töö nr 014/14.

1.1.2.5 Olemasoleva ehitise mõõdistusprojekti andmed

Mõõdistusprojekt puudub. Käesoleva projekti aluseks võetakse töö autori koostatud hoone ülesmõõdistused.

1.1.2.6 Olemasoleva hoone ekspertiisi andmed

Ekspertiisi pole teostatud.

1.1.2.7 Olemasoleva hoone varasema ehitusprojekti ja ümberehituste tööjooniste andmed

Andmed puuduvad.

1.1.2.8 Tellija soov

Laiendada eluruume abihoonesse, võimalusel planeerida magamistoad katusekorrusele. Säilitada hoone maalähedane väljanägemine nii sise- kui välisarhitektuuris. Ruumiplaneerimisel arvestada nelja alalise elanikuga, kellest kaks on lapsed.

Projekteerida hoonesse saunaruumid, lõuna- või lääneküljele terrass. Katusekuju jätta endiseks, ei soovi vintkappi või muul moel katuse kuju muutmist. Võib kasutada katuseaknaid. Näha ette kogu hoone mõõdukas lisasoojustamine, kütteks tahkeküttekatel.

Katusekattena kasutada betoonkatusekivi Monier Est-Stein Elegant Plus. Isiklikel põhjustel kasutada võimalusel järgnevaid materjale:

- Saematerjal 50x50x6000 mm, C16
- Saematerjal 50x200x6000 mm, C16
- Kergbetoonplokid Fibro
- Soojustusmaterjalid Isover'i tootevalikust

1.1.2.9 Aluseks võetud normdokumendid, õigusaktid ja eeskirjad

Seadused

- Ehitusseadus [3]

Määrused

- Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr. 67/17.09.2010 „Nõuded ehitusprojektile“ [2]
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 315/27.10.2004 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ [4]
- Vabariigi valitsuse määrus nr. 38/26.01.1999 „Eluruumidele esitatavad nõuded“ [5]

Standardid

- EVS 811:2012 – Hoone ehitusprojekt [6]
- EVS 865-1:2013 – Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri [1]
- EVS 812-7 – Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus [7]
- EVS 812-3:2013 – Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid [8]

Projekteerimismid

- EPN 11.1 – Piirdetarindid. Osa 1. Üldnõuded
- EPN 11.2 – Katused
- EPN 14.1 – Ruumide ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded

Kvaliteedinõuded

- Tarindi RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Kande- ja piirdetarindid
- Maa RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Pinnasetööd ja alustarindid
- Viimistlus RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Viimistlustööd ja sisetarindid
- Maalritööde RYL 2001 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Maalritööd ja viimistluskombinatsioonid
- Hoone Tehnosüsteemide RYL 2002 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded

Muud

- Sõmerpalu vallavalituse poolt kehtestatud projekteerimistingimused (vt. Lisa 3)

1.2 Asendiplaan

1.2.1 Vastavus lähteandmete

Projekt on vastavuses Sõmerpalu vallavalitsuse poolt väljastatud projekteerimis-tingimustega nr. 02/2014 (vt. Lisa 3).

1.2.2 Tehnilised näitajad

- Krundi pindala: 1469 m²
- Sihtotstarve: elamumaa 100%
- Ehitusalune pindala, rekonstrueeritav hoone: 211 m²
- Ehitusalune pindala, kokku: 315 m²
- Täisehitusprotsent: 21,4 %
- Parkimiskohtade arv: 2+1
- Krundisest teede ja platside pindala: 280 m²
- Hoone tuleohutusklass: TP-3

1.2.3 Olemasolev olukord

1.2.3.1 Paiknemine

Rekonstrueeritav objekt asub Võrumaal Sõmerpalu vallas Järvere külas Tammeoksa kinnistul (katastritunnus 76702:002:1850). Kinnistu asub Tamme tee ääres ning piirneb sellega loodest. „Tammeoksa“ piirneb põhjast kinnistuga „Elamu kauplus“ (katastritunnus 76702:002:0013), lõunast „Järve“ (katastritunnus 76702:002:0710), idast „Tubli“ (katastritunnus 76702:002:1800) ning läänest „Tamme“ (katastritunnus 76702:002:1892).

1.2.3.2 Olemasolev hoonestus

Rekonstrueeritava hoone asub krundi kesk- ja lääneosas ning selle moodustavad elamu (EHR kood 113012214) ning laut (EHR kood 113012215). Krundi põhjaosas paikneb

garaaž (EHR kood 113012216) ning idaküljel abihoone, mille moodustavad küün (EHR kood 113012217), ait (EHR kood 113012218), ja karjaköök (EHR kood 113012219).

1.2.3.3 Olemasolev reljeef

Kinnistu maapind on lainja reljeefiga, üldine maapinna langus on edelasuunaline. Absoluutkõrgused rekonstrueeritava hoone ümber on 76.14 – 76.60 m.

1.2.3.4 Olemasolev haljastus

Krundi edelaosas asuvad kaks viljapuud. Krunt on kaetud murukattega.

1.2.3.5 Juurdepääsuteed

Kinnistu piirneb loodeosas kruntidevahelise kruusakattega sõiduteega (Tamme tee), kust on juurdepääs krundile mööda kruusakattega sissesõiduteed.

1.2.4 Asendiplaani lahendus

1.2.4.1 Hoonete ja rajatiste paigutus

Hoone asukoht on olemasolev ning välisgabariite projektiga oluliselt ei muudeta. Hoone lääneküljele ehitatakse terrass pindalaga 28,9 m².

1.2.4.2 Ehitusetapid

Ehitusetappideks jagamist ei toimu, ehitustööd teostatakse ühes etapis.

1.2.5 Vertikaalplaneering

1.2.5.1 Vertikaalplaneerimise lahenduse lähteandmed

Lähtutud on olemasolevast olukorrast, maapinna kõrgustest ning kalletest.

1.2.5.2 Hoone paiknemiskõrgus

Hoone nullkõrgus ± 0.00 on määratud hoone esimese korruse põrandapinnaga ning võrdub ligikaudselt absoluutkõrgusega 76.90 m. Hoonet ümbritsev maapind on planeeritud hoone nullkõrgusest 0.68 m madalamaks.

1.2.5.3 Sademevee käitlemine

Sademevesi kogutakse katuselt vihmaveesüsteemidega ning suunatakse maapinna kalletega hoonest eemale haljasalale.

1.2.6 Teed ja platsid

1.2.6.1 Juurdesõidutee

Planeeritakse kinnistu loodeosast paralleelselt hoone põhjaküljega.

1.2.6.2 Krundisisesed teed ja platsid

Kinnistule viivad hoone põhjaküljega paralleelselt sissesõidutee ning hoonele lähemal kõnnitee. Sissesõidutee viib garaaži ning kahele autole rajatud parklasse. Kõnnitee viib hoone õuele, peahoone sissepääsudeni, terrassini ning abihoone sissepääsudeni.

1.2.6.3 Katendi konstruktsioon

Krundisisesene sõidutee ning parkla kaetakse killustikkattega, kõnniteed betoonkividega. Platside ning teede alune pinnas kooritakse vastavalt vajadusele planeeritava kõrguse saavutamiseks. Kooritud pinnasele paigaldatakse geotekstiil. Kõnnitee katendi aluskihiks on tihendatud liivapadi. Sõidutee ning parkla kaetakse peenema fraktsiooniga killustikuga.

1.2.6.4 Äärekivid

Teed ja platsid piiritletakse äärekividega.

1.2.7 Haljastus ja heakorrastus

1.2.7.1 Olemasolev, säilitatav haljastus

Krundil olemasolev kõrghaljastus säilitatakse.

1.2.7.2 Projekteeritud haljastus

Krundile lääneküljele rajatakse viirpuuhekk. Ehitustööde käigus kahjustada saanud murupind taastatakse.

1.2.7.3 Piirded ja väravad

Olemasolevad piirded ja väravad likvideeritakse. Krundi lääneküljele rajatakse metallpostidel lippaed. Sissepääsuks paigaldatakse puidust jalgvärv ning sõidukitele tiibvärv.

1.2.7.4 Jäätmekäitlus

Prügikonteinerid paigaldatakse parkla ja värava vahelisele alale.

1.2.8 Tuleohutus

1.2.8.1 Tuletõrjepääsud

Päästetehnika pääseb hoone juurde krundi läänepoolsel küljel paikneva Tamme tee kaudu.

1.2.8.2 Ehitise tuleohutusklass

Projekteeritav hoone kuulub tuleohutusklassi TP-3 ning vastab kasutusviisile I.

1.2.8.3 Tuleohutuskujad

Rekonstrueeritava hoone ja naaberkinnistutel olevate hoonete vaheline tulekaitsekuja, vähemalt 8 meetrit, on tagatud.

1.3 Arhitektuur

1.3.1 Üldandmed

Rekonstrueeritav hoone on ühe põhikorrusega ja osaliselt väljaehitatud katusekorrusega ühepereelamu. Hoone koosneb kahest riskülikukujulisest põhimahust ning on T-tähe kujulise põhiplaaniga. Hoone lõunaosas ida-lääne suunaline maht on gabariitmõõtmetega 6,34 x 18,04 m. Lõunaosaga ristuv põhja-lõuna suunaline maht on gabariitmõõtmetega 8,08 x 11,97 m. Hoonet katab nelja viiluosaga ühtne viilkatus, mille harjakõrgus maapinnast on 7,10 m. Katusekalded on 40,0° ja 47,5° vastavalt ida-lääne ja põhja-lõuna suunalistel hoonemahtudel.

1.3.2 Hoone tehnilised andmed

- Otstarve: Elumaja
- Hoonealune pindala: 211 m²
- Korruselisus: 2K (põhikorrus + katusekorrus)
- Suletud netopindala: 243,5 m²
- Kasulik pindala: 243,5 m²
- Kõetav pindala: 193,7 m²
- Hoone maht: 669 m³
- Kasutusiga: 50 aastat

1.3.3 Olemasolev olukord

Hoone lõunapoolse põhimahu kandekonstruktsioonideks on peamiselt rõhtpalkidest välisseinad ning kaks vaheseina. Idatiib on jaotatud vaheseintega viieks ruumiks ning kandvateks konstruktsioonideks on kehvas seisukorras puitkarkass-seinad. Lõunapoolne põhimaht on kasutuses eluruumidena. Põhjapoolsel põhimahul on massiivsed maakividest välis- ja vaheseinad. Hoone fassaadid on viimistletud suuremas osas krohviga ning osaliselt voodrilauaga. Hoonet katab puitkonstruktsioonidel eterniitkatus.

1.3.4 Arhitektuurne üldlahendus

1.3.4.1 Hoone paiknemine, planeeringu piirangud

Hoone paikneb krundi lääneküljel. Hoone paiknemist, katusekaldeid ja harjakõrgust ei muudeta. Hoone välisgabariidid suurenevad lisasoojustuse arvelt.

1.3.4.2 Hoone ehitusetapid ja laiendamise võimalused

Hoone rekonstrueeritakse ühes etapis ning tulevikus laiendamisega ei arvestata.

1.3.4.3 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon

Hoone lõunapoolses põhimahus säilitatakse rõhtpalkidest välisseinad ja vaheseinad ning eksponeeritakse neid sisearhitektuuris. Puitkarkass-seintega idatiib ehitatakse uuesti üles kergbetoonplokkidest. Hoone põhjapoolne põhimaht võetakse kasutusele eluruumidena, säilitatakse olemasolevad maakividest seinad ning eksponeeritakse neid sisearhitektuuris. Vaheseinad ehitatakse kergbetoonplokkidest. Põhikorrusele planeeritakse elamispinnad ja abiruumid. Katusekorrus ehitatakse osaliselt välja ning sinna tulevad magamistoad. Hoone lääneküljele rajatakse terrass.

1.3.4.4 Hoone ruumid

Lõunapoolse hoonemahu idatiivas asub peasissepääsuga esik. Esik avaneb kööki, mis on ette nähtud ka söögiruumina. Köögi abiruumiks on sahvver, mille sissepääs asub köögi põhjaseinas. Köök avaneb elutuppa, mis asub lõunapoolse hoonemahu keskosas. Elutoast viib trepp katusekorrusele, kus asuvad kaks magamistuba. Hoone läänetiivas asub kontor/külalistetuba, kuhu pääseb elutoast.

Elutoast pääseb hoone põhjapoolses põhimahus asuvasse koridori. Koridorist viib uks lääneküljel asuvale terrassile ning avaneb puhkeruumi. Koridor on ühtlasi kasutusel ka pesuruumina. Puhkeruum on avatud kuni katuseni ning leiab kasutust ka sauna eesruumina. Puhkeruum on ühenduses veel vannitoa, WC ja katlaruumiga. Vannituba on kasutusel ka sauna pesemisruumina ning ühenduses leiliruumiga. Katlaruum on hoone

kõige põhjapoolsem ruum, mis on neljast küljest eraldatud maakiviseintega ning olemasoleva tellisvõlvlaega. Katlaruumi on planeeritud eraldi väljapääs hoone õuele.

1.3.5 Sisearhitektuur

1.3.5.1 Seinapinnad

Rõhtpalkseinte nähtavale jäävad pinnad kaetakse tärpentini linaõliga.

Maakiviseinte nähtavale jäävad pinnad puhastatakse, vajadusel täidetakse vuugid ning kaetakse kivi õliga, mis toob esile maakivide tekstuuri.

Kergbetoonist eluruumide seinapinnad kaetakse tasanduskrohvi, viimistluspahtli ning värviga.

Niiskete ruumide seinad plaaditakse horisontaalselt paigaldatud keraamiliste seinaplaatidega mõõtudega 200x250 mm.

Kipsplaatidega kaetud seinapinnad pahteldatakse ja värvitakse.

Leiliruumi seinad kaetakse sauna sisevoodrilauaga 12x70 mm ning viimistletakse hiina puuõli baasil valmistatud puiduõliga.

1.3.5.2 Põrandakatted

Eluruumide põrandapindade katteks on sulundiga põrandalauad, mis viimistletakse linaõli baasil valmistatud põrandaõliga.

Katlaruumi betoonpõrand töödeldakse värvitu betoonpindasid tugevdava ja tolmuwabaks muutva lahusega.

Niiskete ruumide põrandad plaaditakse keraamiliste põrandaplaatidega mõõtudega 300x300 mm. Plaadid paigaldatakse ruumi diagonaalselt, 45° nurga all.

1.3.5.3 Laepinnad

Põhikorruse kuivade ruumide vahelaetalad on altpoolt avatud, vahed viimistletakse hõreda kahekihilise servamata laudkattega. Pinnad on töödeldakse täpentina linaõliga.

Kipsplaatidega kaetud laepinnad pahteldatakse ja värvitakse.

Leiliruumi laed kaetakse sauna sisevoodrilauaga 12x70 mm ning viimistletakse hiina puuõli baasil valmistatud puiduõliga.

1.3.5.4 Avatäited

Ruumidevahelised siseuksed on klassikalise välimusega täispuidust tahveluksed. Katlaruumi ja puhkeruumi vahel asuv uks on puidust tuletõkkeuks tulepüsivusklassiga EI-15 või parem. Leiliruumi viib toonitud klaasist saunauks.

1.3.5.5 Sisetrepid

Elutuppa ehitatakse puidust kandekonstruktsiooniga trepp, mis viib katusekorrusele. Trepiastmed viimistletakse linaõli baasil valmistatud põrandaõliga.

1.3.5.6 Muud konstruktsioonid

Leiliruumi lava ehitatakse puitkonstruktsioonidest, kaetakse haavast sauna lavalaudadega 28x90 mm ning viimistletakse linaõli baasil valmistatud saunalava immutusainega.

1.3.6 Tuleohutusnõuded

1.3.6.1 Arvestuslik inimeste arv hoones

Alaliselt elab hoones 4 inimest. Tõenäoliselt võimalik maksimaalne hoones viibivate inimeste arv on kuni 10.

1.3.6.2 Hoone kasutusviis

I kasutusviis.

1.3.6.3 Hoone tuleohutusklass

Rekonstrueeritav hoone kuulub tuleohutusklassi TP-3.

1.3.6.4 Tulekaitsetase

I kasutusviisi puhul tulekaitsetaset ei normeerita.

1.3.6.5 Kandekonstruktsioonide tulepüsivused

Ehitise kandekonstruktsioonide tulepüsivust ei normeerita.

1.3.6.6 Korruste arv

2K (põhikorrus + katusekorrus)

1.3.6.7 Minimaalsed tuletundlikkuse klassid

- Seinte sisepind ja laed: D-s2,d2
- Põrandad: ei normeerita
- Välisseinte välispind: D-s2,d2
- Katusekate: B_{ROOF}

1.3.6.8 Tuletõkkesektsioonid, tulepüsivus

Hoone on jaotatud kahte tuletõkkesektsiooni. Eraldi tuletõkkesektsiooni moodustab katlaruum, ülejäänud hoone kuulub ühisesse tuletõkkesektsiooni.

Tuletõkkesektsiooni piirdekonstruktsioonid on tulepüsivusklassiga EI-30, avatäited EI-15.

1.3.6.9 Evakuatsiooniteede ja –pääsude kirjeldus

Evakuatsioon toimub esimeselt korruselt välisuste kaudu õue. Teiselt korruselt toimub evakuatsioon trepi kaudu esimesele korrusele ning sealt välisuste kaudu õue. Evakuatsioonitee pikkus on alla 30 m. Evakuatsioonitee ja –uste laius on vähemalt 900 mm.

1.3.6.10 Suitsuärastus

Suitsuärastus toimub läbi avatavate akende/uste.

1.3.6.11 Tuleohutusabinõud hoones

Hoonesse peab olema paigaldatud vähemalt üks autonoomne tulekahjusignali-satsiooniandur esimesele korrusele ja teine teisele korrusele. Soovituslikult peaks hoones olema vähemalt üks pulberkustuti.

1.3.6.12 Tuleohutusabinõud hoone välisperimeetril

Lähim tuletõrje veevõtukoht on Vagula järv, mis asub ligikaudu 300 m kaugusel krundist. Hoonele on tagatud juurdepääs tuletõrjevahenditega. Hoone katusele pääseb redeliga.

1.3.6.13 Kommunikatsioonide läbiviigud tuletõkke konstruktsioonidest

Kõigi tuletõkkekonstruktsioone läbivate tehnosüsteemide tulepüsivusaeg peab olema vähemalt pool tuletõkkekonstruktsioonile ettenähtud tulepüsivusajast.

1.3.6.14 Viited seletuskirja teistele tuleohutust käsitlevatele osadele

Tuleohutuse asendiplaanilised andmed, esitatud peatükis 1.2.7.

1.3.7 Keskkonnakaitse ja heakorrastus

Jäätmete käitlemisel tuleb lähtuda Jäätmeseadusest ja Sõmerpalu valla jäätmehooldus-eeskirjast. Ehitustööde käigus tekkivad jäätmed sorteeritakse liikide kaupa. Jäätmekäitlus korraldatakse vastavalt jäätmekäitlusettevõttega sõlmitava lepingu alusel.

Rekonstrueerimistöödega ei kaasne keskkonda reostavat tegevust. Hoone läheduses asuvad puud kaitstakse ehitusaegselt turvistega. Peale ehitustööde lõppu krunt heakorrastatakse.

1.4 Konstruktsioonid

Rekonstrueerimisprojekti konstruktsioonid on projekteeritud Eesti Vabariigi projekteerimismääruste alusel.

Hoone seinte kandekonstruktsiooniks lõunapoolses hoonemahus on olemasolevad rõhtpalkseinad paksusega 200 mm. Olemasolevad puitkarkass-seinad lammutatakse ning ehitatakse uuesti üles kergbetoonplokkidest paksusega 200 mm. Põhjapoolse hoonemahu kandeseinteks on olemasolevad maakivimüürid ligikaudse paksusega 500 mm ja 650 mm.

Vahelae kandekonstruktsiooniks on olemasolevad ja projekteeritavad puidust vahelaetalad, katusekonstruktsiooniks uued projekteeritavad sarikad koos pennidega.

1.4.1 Vundament

Hoone on täies mahus ehitatud maakivivundamendile. Olemasolevad vundamendid säilitatakse. Vundamendi praod täita ja ebatasasused katta lubimördiga ning hüdroisoleerida. Väljast soojustatakse vundament 100 mm EPS 100 vahtpolüstüreen-plaadiga. Plaat kaetakse krohviga.

1.4.2 Põrand pinnasel

Betoonpõranda aluskihiks on ühtlaselt kihtide kaupa tihendatud liivalus 200 mm. Põranda soojustuseks on 200 mm EPS 100 vahtpolüstüreenplaat. Soojustuse peale paigaldada ehituskile ning valada 80 mm armeeritud raudbetoonplaat betooni tugevusklassiga C20/25. Laudisega kaetud põrandate puhul paigaldatakse betoonplaadile hüdroisolatsiooniribade peale puitlaagid 50x50 mm sammuga 300 mm. Laagide peale paigaldatakse sulundiga põrandalaudis paksusega 33 mm. Niisketes ruumides antakse tasandusseguga põrandapinnale vajalikud kalded, kaetakse hüdroisolatsiooniga ning viimistletakse keraamiliste plaatidega.

1.4.3 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid

Lõunapoolse hoonemahu vertikaalsed kandekonstruktsioonid moodustavad olemasolevad rõhtpalkseinad paksusega 200 mm ning projekteeritavad kergbetoonseinad Fibo 3 paksusega 200 mm.

Põhjapoolse hoonemahu vertikaalseteks kandekonstruktsioonideks on olemasolevad maakivimüürid paksustega 500 mm ja 650 mm ning projekteeritav kandev kergbetoonvahesein Fibo 3 paksusega 200 mm.

Horisontaalseteks kandekonstruktsioonideks on olemasolevad ning projekteeritavad puidust vahelaetalad. Talade ristlõiked ja tugevusklassid määratud vahelaetalade plaanil (vt. Lisa 5 Leht 15).

Katuslagede kandvateks konstruktsioonideks on puidust katusesarikad. Ristlõiked ja tugevusklassid määratud katusesarikate plaanil (vt. Lisa 5 Leht 14).

1.4.4 Trepid

Hoonesse viivate sissepääsude ette ehitatakse betoontrepid. Elutuppa ehitatakse puidust kandekonstruktsiooniga trepp, mis viib katusekorrusele.

1.4.5 Vahelaed

Kuivade ruumide vahelaetalad on altpoolt avatud, vahed viimistletud hõreda kahekihilise servamata laudkattega. Niiskete ruumide vahelaetalad on altpoolt kaetud aurutõkkega, distantssliistuga 32x50 mm sammuga 400 mm ja kahekordse niiskuskindla kipsplaadiga.

Talade vahel on 100-150 mm mineraalvillsoojustust Isover KL 37. Käidavatel vahelagedel paigaldatakse talade peale roovitus 50x50 mm sammuga 300 mm ning sulundiga põrandalaudis 28 mm. Käidava pööningu vahelaetalade peale paigaldatakse lisaprussid 50x150 mm sammuga 900 mm. Nende peale paigaldatakse roovitus 50x50 mm sammuga 300 mm. Prusside ja roovide vahed täidetakse mineraalvillsoojustusega Isover KL 37. Põrandakatteks on sulundiga põrandalaudis paksusega 28 mm. Mittekäidava pööningu vahelaetalade peale paigaldatakse 200 mm mineraalvilla Isover KL 37 ning tuuletõkkeplaat 13 mm Isover VKL.

1.4.6 Katus, katuslagi

Katusekattematerjaliks on betoonkatusekivi Monier Est-Stein Elegant Plus, mis on paigaldatud roovitusele 50x50 mm sammuga 350 mm. Roovituse all on sügavimmutatud tuulutussliist 32x50 mm ning hingav aluskate. Pööningu kohal võib kasutada mittehingavat aluskatet.

Eluruumi kohal on sarikate vahel mineraalvillsoojustus Isover KL 33. Sarikate alla on paigaldatud aurutõke, millele järgneb seespool roovitus 50x50 mm sammuga 600 mm, roovide vahele paigaldatud mineraalvillsoojustus Isover KL 33. Sisemisteks kihtideks on puitlaastplaat OSB3 ja kipsplaat.

1.4.7 Välisseinad

Olemasolev rõhtpalkidest välissein ja projekteeritav kergbetoonplokkidest välissein soojustatakse väljast 100 mm mineraalvillaga Isover KL 33, mille peale paigaldatakse

30 mm tuuletõkkeplaat Isover RKL-31 Facade. Tuuletõkkeplaadile paigaldatakse distantssliist 22x50 mm sammuga 600 mm ning välisvoodrilaudis.

Olemasolevad maakividest välisseinad soojustatakse väljastpoolt rooplaatidega 50+50 mm, mis krohvatakse lubikrohviga ning värvitakse lubivärviga.

1.4.8 Siseseinad

Olemasolevaid maakividest ja rõhtpalkidest siseseinu eksponeeritakse sisearhitektuuris. Projekteeritavad kergbetoonvaheseinad Fibo 3 plokkidest kaetakse krohvi ja värvikihiga. Niiskete ruumide seinad kaetakse tasanduskrohviga, hüdroisolatsiooniga ja keraamiliste seinaplaatidega.

Leiliruumi seinad kaetakse tasanduskrohviga, 25 mm fooliumkattega isolatsiooniplaadiga Isover Sauna. Sellele paigaldatakse distantssliist 32x50 mm sammuga 400 mm ning kaetakse sisevoodrilauaga.

Katuskorrusele on projekteeritud 50 mm paksusest metallkarkassist vaheseinad. Karkassi vahele paigaldatakse heliisolatsiooniks Isover KL 37 50 mm ja kaetakse kahelt poolt puitlaastplaadiga OSB3 ning kipsplaadiga.

1.4.9 Avatäited

Välisüksed on soojustatud tahvlitega täispuidust uksed. Terrassiuks on sügavimmutatud puidust kahekihilise klaaspaketiga uks.

Aknad on puidust, üheraamsed, väljapoole avanevad, kahekihilise klaaspaketiga. Katuseaknad on kahesüsteemsed, puidust raamiga, kahekihilise klaaspaketiga, alt avatavad.

1.4.10 Terrass

Hoone lääneküljele rajatakse puitkonstruktsioonidega terrass, mis on toetatud kruvivundamendile. Terrass on kaetud soonelise immutatud terrassilaudisega 28x120 mm.

1.5 Küte ja ventilatsioon

Hoonele on ette nähtud lokaalne keskküte tahkeküttekatalaga. Küttekehadeks on eluruumides radiaatorid. Lisaküttevõimaluseks on elutoa ning kontori vahel asuv ahi ning puhkeruumis asuv kaminahi.

Hoone eluruumides on ette nähtud loomulik ventilatsioon avatavate uste ja akende kaudu. Vannitoa ja sauna ventilatsioon toimub läbi loomuliku väljatõmbesüsteemi. Väljatõmbeventilatsioon on ette nähtud kööki elektripliidi kohale ja WC-sse.

Küte ja ventilatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.6 Veevarustus ja kanalisatsioon

Asula piirkonnas on olemas ühtne vee- ja kanalisatsioonisüsteem. Süsteemide liitumissõlmed asuvad krundi lääneosas.

Veevarustuse ja kanalisatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.7 Elekter ja nõrkvool

Hoonel on olemas liitumine elektrivõrguga. Liitumispunkt asub krundi lõunaosas. Nõrkvoolu pole hoonesse ette nähtud.

Elektri osa lahendatakse eraldi projektiga.

2. TUGEVUSARVUTUSED

2.1 Üldosa

Käesolevas töös on teostatud projekteeritavate katusekonstruktsioonide ristlõigete tugevuskontrollid kandepiirseisundis. Olemasolevate ja projekteeritavate vahelaekonstruktsioonide ristlõigete tugevuskontrollid on teostatud kandepiirseisundis ja lisaks on kontrollitud vahelaekonstruktsioonide deformatsioonide jäämist lubatud piiridesse kasutuspiirseisundis. Konstruktsioonisõlmesid käesolev töö ei käsitle.

2.1.1 Kasutatud normdokumendid, arvutiprogrammid ja abimaterjalid

Standardid

- EVS-EN 1990:2002+NA:2002 – Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused [9]
- EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 – Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused [10]
- EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 – Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus [11]
- EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 – Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus [12]
- EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 – Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks [13]

Arvutiprogrammid

- Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 (edaspidi ARSAP2014)
- AutoCAD Architecture 2014

Abimaterjalid

- Ehituskonstruktorigi käsiraamat [14]

2.2 Koormused

Koormused liigitatakse ajalise kestuse järgi alalisteks, muutuvateks ja erakorralisteks koormusteks. Piirseisundi kontrollimisel lähtutakse koormuse normväärtusest. Arvutused tehakse arvutusväärtustega, mis saadakse normväärtuse korrutamisel osavaruteguriga. Osavarutegur võtab arvesse koormuse võimalikku hälvet normväärtusest ebasoodsamas suunas. Koormusi rakendatakse arvutustes kombinatsioonidena. Koormuskombinatsioonis korrutatakse muutuvkoormuse arvutusväärtus kombinatsiooniteguriga, mis arvestab samaaegselt mõjuvate muutuvkoormuste kõige soodsamate väärtuste samaaegse mõjumise tõenäosust. [14]

Koormuste arvutusväärtuse ning koormuskombinatsioonide üldvalemid on võetud projekteerimise aluseid käsitlevast standardist EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [9].

Koormuse arvutusväärtuse üldvalem:

$$F_d = \gamma_f F_k, \quad (2.2.1)$$

kus

γ_f – koormuse osavarutegur,

F_k – koormuse normväärtus.

Kandepiirseisundi alaliste ja ajutiste arvutusolukordade koormuskombinatsioonide üldvalem:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \quad (2.2.2)$$

kus

γ – koormuse osavarutegur vastavalt indeksile,

G – alaliskoormus,

P – eelpingestuskoormuse esindusväärtus,

Q – muutuvkoormus,

ψ_0 – muutuvkoormuse kombinatsioonitegur.

Kasutuspiirseisundi normatiivsete koormuskombinatsioonide üldvalem:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (2.2.3)$$

2.2.1 Lumekoormus

Lumekoormus on muutuvkoormus. Lumekoormuse määramisel on arvestatud katuse kuju ning lume võimalikku paiknemist katusel tuulevaikse ja tuulise ilmaga. [14]

Käesolevas töös on leitud lumekoormused viilkatustele kaldenurkadega 40° ja $47,5^\circ$ ning katuseneelus mõjuv lumekoormus.

Lumekoormuse arvutustes on kasutatud standardit EVS-EN 1991-1-3:2006 [11].

Lumekoormuse normsuurus katusele leitakse valemiga:

$$s = \mu_i s_k, \quad (2.2.4)$$

kus

μ_i – lumekoormuse kujutegur,

s_k – normatiivne lumekoormus maapinnal.

Viilkatuse lumekoormuse kujutegur, juhul kui katuse kaldenurk α jääb vahemikku $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, on leitud standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11] tabeli 5.1.1 järgi valemiga:

$$\mu_1 = \frac{0,8(60 - \alpha)}{30}, \quad (2.2.5)$$

kus

α – katuse kaldenurk.

Võrumaal mõjuv lumekoormuse normsuurus maapinnal on määratud vastavalt standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11] rahvusliku lisa joonisele NA.4.1:

$$s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

2.2.1.1 Põhja-lõuna suunalise katuseosa lumekoormus

Katuse kaldenurk käsitletavas katuseosas on $\alpha = 40,0^\circ$.

Lumekoormuse kujutegur valemi 2.2.5 kohaselt:

$$\mu_1 = \frac{0,8(60 - 40,0)}{30} = 0,533$$

Lumekoormuse normsuurus katusele valemi 2.2.4 kohaselt:

$$s = 0,533 \cdot 1,5 = 0,800 \text{ kN/m}^2$$

2.2.1.2 Ida-lääne suunalise katuseosa lumekoormus

Katuse kaldenurk käsitletavas katuseosas on $\alpha = 47,5^\circ$.

Lumekoormuse kujutegur valemi 2.2.5 kohaselt:

$$\mu_1 = \frac{0,8(60 - 47,5)}{30} = 0,333$$

Lumekoormuse normsuurus katusele valemi 2.2.4 kohaselt:

$$s = 0,333 \cdot 1,5 = 0,500 \text{ kN/m}^2$$

2.2.1.3 Katuse neeluosade lumekoormus

Erinevate kalletega katuseosade ühenduskohtades tekivad neelukohad. Neelu tuleb vaadelda kui saagkatust. Neelukohas on standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11] tabeli 5.1.1 alusel lumekoormuse kujuteguriks $\mu_2 = 1,6$, mida tuleb kasutada kogu neelupõhja ulatuses.

Lumekoormuse normsuurus neeluosas valemi 2.2.4 kohaselt:

$$s = 1,6 \cdot 1,5 = 2,4 \text{ kN/m}^2$$

2.2.2 Tuulekoormus

Tuulekoormus on muutuvkoormus. Tuulekoormus esitatakse üldjuhul risti konstruktsiooni pinnaga mõjuva tuulerõhuna. [14]

Hoone katusele mõjuvate tuulekoormuste määramise ning arvutuste teostamise aluseks on võetud standard EVS-EN 1991-1-4:2005 [12].

Konstruksiooni välispindadele mõjuv tuulerõhk leitakse valemiga:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (2.2.6)$$

kus

$q_p(z_e)$ – tippkiirusrõhk,

z_e – välisrõhu arvutuskõrgus,

c_{pe} – välisrõhu rõhutegur.

Standardi EVS-EN 1991-1-4:2005 [12] tabeli 4.1 alusel asub rekonstrueeritav hoone III maastikutüübi alal ja kuna hoone on kõrgem kui 5 m, siis on võetud välisrõhu arvutuskõrgus võrdseks hoone kõrgusega $z_e = h = 7,1$ m.

Tuule kiirusrõhk III maastikutüübi alal leitakse valemiga [14]:

$$q_p = 12,81 \ln^2 \frac{z_e}{0,3} + 89,64 \ln \frac{z_e}{0,3}, \quad (2.2.7)$$

kus

z_e – arvutuskõrgus.

Tuule kiirusrõhk vastavalt valemile 2.2.7:

$$q_p = 12,81 \ln^2 \frac{7,1}{0,3} + 89,64 \ln \frac{7,1}{0,3} = 411 \text{ N/m}^2 = 0,411 \text{ kN/m}^2$$

2.2.2.1 Põhja-lõuna suunalise katuseosa tuulekoormus

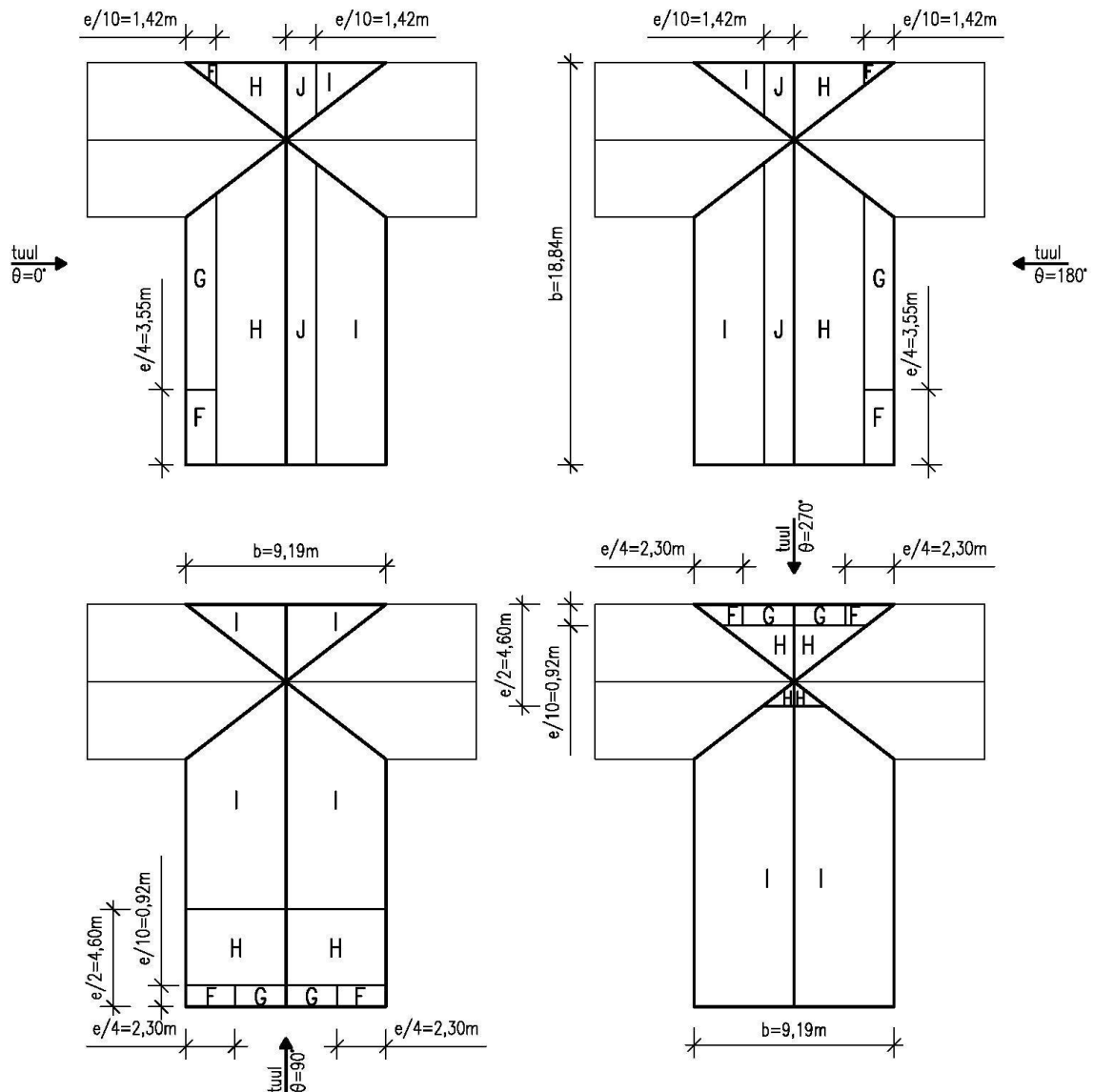
Tegemist on kahekaldelise katusega, kus katuse kaldenurk $\alpha = 40,0^\circ$. Käesolevas töös on leitud tuulerõhud koormustsoonidele erinevate tuule suundade 0° , 90° , 180° ja 270° puhul ning saadud tulemused on sisestatud kolmemõõtmelisele arvutusmudelile (vt. Lisa 4) pinnakoormustena.

Koormustsoonide mõõtmed ning koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhutegurid on leitud kasutades standardi EVS-EN 1991-1-4:2005 [12] joonist 7.8 ning tabeleid 7.4a ja 7.4b. Hoone kandekonstruksiooni arvutamiseks tervikuna mõeldud tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ on määratud nimetatud tabelite põhjal interpoleerides. Katuse kaldele $40,0^\circ$ vastavad tuulerõhutegurid on toodud alljärgnevas tabelis 2.2.1. Arvestatud on eelkõige tuule suruvat mõju.

Tabel 2.2.1 Kahekaldelise katuse kaldenurgaga $\alpha = 40,0^\circ$ tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ [12]

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°					Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
30°	+0,7	+0,7	+0,4	+0,0	+0,0	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
40°	+0,7	+0,7	+0,533	+0,0	+0,0	-1,1	-1,4	-0,866	-0,5
45°	+0,7	+0,7	+0,6	+0,0	+0,0	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5

Põhja-lõuna suunalise katuseosa tuulerõhu koormustsoonid, nende mõõtmed ja tuule suundade määratlus on esitatud alljärgneval joonisel 2.2.1, kus $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem (b on mõõde tuule ristisihis ja $h = 7,1$ m on katuse kõrgus).



Joonis 2.2.1 Põhja-lõuna suunalise katuseosa koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhud on leitud valemiga 2.2.6 ning on esitatud tabelikujul (vt. Tabel 2.2.2).

Tabel 2.2.2 Põhja-lõuna suunalise katuseosa koormustsoonide tuulerõhud

Tsoon	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°					Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
Tuulerõhutegur $c_{pe,10}$	+0,7	+0,7	+0,533	+0,0	+0,0	-1,1	-1,4	-0,866	-0,5
Tuulerõhk w_e (kN/m ²)	+0,288	+0,288	+0,219	+0,0	+0,0	-0,452	-0,575	-0,356	-0,206

2.2.2.2 Ida-lääne suunalise katuseosa tuulekoormus

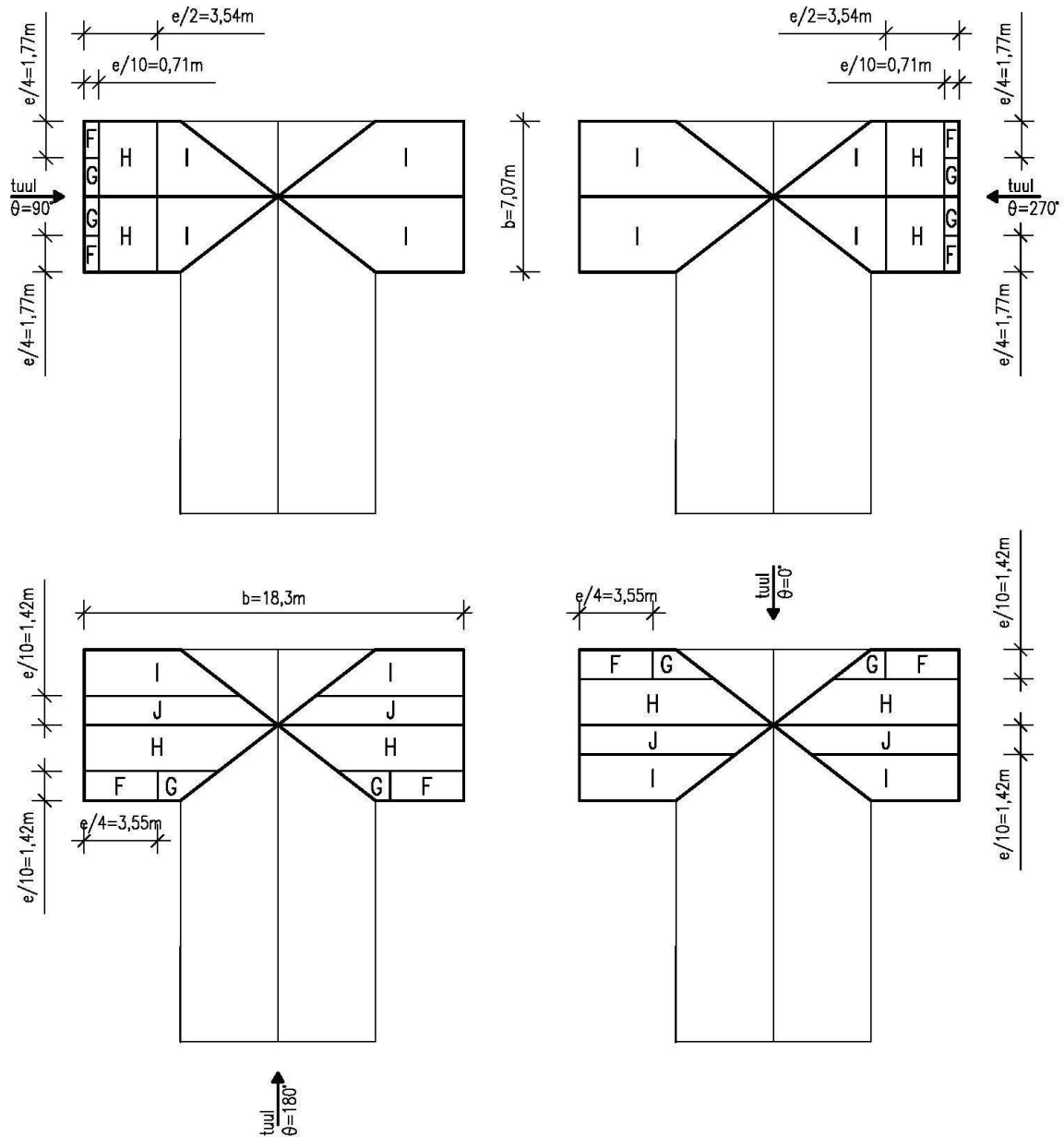
Tegemist on kahekaldelise katusega. Katuse kaldenurk $\alpha = 47,5^\circ$. Käesolevas projektis on leitud tuulerõhud koormustsoonidele erinevate tuule suundade 0° , 90° , 180° ja 270° puhul ning saadud tulemused on sisestatud kolmemõõtmelisele arvutusmodelile (vt. Lisa 4) pinnakoormustena.

Koormustsoonide mõõtmed ning koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhutegurid on leitud kasutades standardi EVS-EN 1991-1-4:2005 [12] joonist 7.8 ning tabelleid 7.4a ja 7.4b. Hoone kandekonstruktsiooni arvutamiseks tervikuna mõeldud tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ on määratud nimetatud tabelite põhjal interpoleerides. Katuse kaldele $47,5^\circ$ vastavad tuulerõhutegurid on toodud alljärgnevas tabelis 2.2.3. Arvestatud on eelkõige tuule suruvat mõju.

Tabel 2.2.3 Kahekaldelise katuse, kaldenurgaga $\alpha = 47,5^\circ$, tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ [12]

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°					Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
45°	+0,7	+0,7	+0,6	-0,2	-0,3	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
47,5°	+0,7	+0,7	+0,617	-0,2	-0,3	-1,1	-1,367	-0,883	-0,5
60°	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,3	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5

Ida-lääne suunalise katuseosa tuulerõhu koormustsoonid, nende mõõtmed ja tuule suundade määratlus on esitatud alljärgneval joonisel 2.2.2, kus $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem (b on mõõde tuule ristisihis ja $h = 7,1$ m on katuse kõrgus).



Joonis 2.2.2 Ida-lääne suunalise katuseosa koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhud on leitud valemiga 2.2.6 ning on esitatud tabelikujul (vt. Tabel 2.2.4).

Tabel 2.2.4 Ida-lääne suunalise katuseosa koormustsoonide tuulerõhud

Tsoon	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°					Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
Tuulerõhutegur $c_{pe,10}$	+0,7	+0,7	+0,617	-0,2	-0,3	-1,1	-1,367	-0,883	-0,5
Tuulerõhk w_e (kN/m²)	+0,288	+0,288	+0,254	-0,082	-0,123	-0,452	-0,562	-0,363	-0,206

2.2.3 Omakaalukoormus

Materjalide mahukaalud on võetud standardist EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 [10], Ehituskonstruktori käsiraamatust [14], Isoveri toodete koondtabelist, Monieri tootekataloogist, Probex OÜ tootelehel.

Käesolevas töös on hoone jaotatud koormuste ja lähteparameetrite erinevuste alusel tsoonideks. Omakaalukoormused vahelae- ja katuslaetarinditele on leitud tsoonide kaupa. Tsoonideks määramine on esitatud jaotistes 2.3 ja 2.4 (vt. Joonised 2.3.1 ja 2.4.1).

Töös kirjalikult vormistatud kandevõimearvutuste kohased omakaalukoormused on esitatud tabelkujul (vt. Tabelid 2.2.5; 2.2.6 ja 2.2.7). Teiste asjakohaste piirdetarindite omakaalukoormused on töö raames leitud ja tulemused on esitatud koondtabelites (vt. Tabelid 2.2.8 ja 2.2.9).

2.2.3.1 Katuslae omakaal tsoonides A ja D

Tsoonis A ja B asub soojustatud katuslagi. Käesolevas töös on katuslagede omakaal on jaotatud normatiivseks lauskoormuseks katusepinnale ja normatiivseks joonkoormuseks katusesarikatele. Tsoonides A ja D asuvad sama konstruktsiooni ning materjalikihtidega katuslaed, mille omakaalukoormuste leidmine on esitatud alljärgnevas tabelis 2.2.5.

Tabel 2.2.5 Katuslae omakaal tsoonides A ja D

Kiht	Paksus (mm)	Laius (mm)	Mahukaal (kN/m ³)	Samm (mm)	Lauskoormus $g_{k,p}$ (kN/m ²)	Joonkoormus $g_{k,j}$ (kN/m)
Katusekivi	-	-	-	-	0,383	-
Roovlatt	50	50	5	350	0,036	-
Tuulutusliist	32	50	5	-	-	0,008
Aluskate Divoroll	-	-	-	-	0,002	-
Sarikas	200	50	5	600/900	-	0,050
MV Isover KL 33	200	600/900	0,245	600/900	0,049	-
Aurutõke	-	-	-	-	0,001	-
Roovlatt	50	50	5	600	0,021	-
MV Isover KL 33	50	600	0,245	600	0,012	-
Puitlaastplaat OSB3	15	1200	6,280	1200	0,094	-
Kipsplaat	12,5	1200	-	1200	0,101	-
					$\sum g_{k,p}$ = 0,699	$\sum g_{k,j}$ = 0,058

2.2.3.2 Vahelae omakaal tsoonis A

Tsoonis A asub olemasolev kaheksildelistel jätkuvtaladel käidav vahelagi. Vahelae omakaal on esitatud normatiivse lauskoormusena põrandapinnale alljärgnevas tabelis 2.2.6.

Tabel 2.2.6 Vahelae omakaal tsoonis A

Kiht	Paksus (mm)	Laius (mm)	Mahukaal (kN/m ³)	Samm (mm)	Lauskoormus g_k (kN/m ²)
Põrandalaud	28	145	5	145	0,140
Roovlatt	50	50	5	150	0,083
MV Isover KL 37	50	150	0,147	150	0,007
Vahelaetalad	250	200	5	1400	0,178
MV Isover KL 37	100	1400	5	1400	0,015
Laelaudis	20	-	5	-	0,100
					$\sum g_k = 0,523$

2.2.3.3 Vahelae omakaal tsoonis E

Tsoonis E asub projekteeritav käidav vahelagi. Vahelae omakaal on esitatud normatiivse lauskoormusena põrandapinnale alljärgnevas tabelis 2.2.7.

Tabel 2.2.7 Vahelae omakaal tsoonis E

Kiht	Paksus (mm)	Laius (mm)	Mahukaal (kN/m ³)	Samm (mm)	Lauskoormus g_k (kN/m ²)
Põrandalaud	28	145	5	145	0,140
Roovlatt	50	50	5	300	0,042
Vahelaetalad	200	50	5	300	0,167
MV Isover KL 37	150	300	0,147	300	0,022
Aurutõke	-	-	-	-	0,001
Roovlatt	32	50	5	400	0,020
Kipsplaat x2	25	1200	-	1200	0,179
					$\sum g_k = 0,571$

2.2.3.4 Kõigi tsoonide katuslagede ja vahelagede omakaalukoormused

Katuslagede puhul on kolmemõõtmelises arvutusmudelis (vt. Lisa 4) üldine katusekihtide lauskoormus $\sum g_{k,p}$ lisatud katusepindadele ning otsene joonkoormus $\sum g_{k,j}$ (sarikate ja distantssliistude omakaal) otse katusesarikatele. Sarikavaheliste pennide omakaal on lisatud pennidele joonkoormusena. Selline liigendus on tehtud katuse kande-konstruksioonelementide varieeruva sammupikkuse ning keerulise ehituse tõttu põhjalõuna ja ida-lääne suunalise katuseosa ühenduskohas tsoonis A. Omakaalukoormused on esitatud tsoonide kaupa alljärgnevas koondtabelis (vt. Tabel 2.2.8).

Tabel 2.2.8 Katuslagede omakaalukoormused tsoonide kaupa

	A	B	C	D
Tüüplõike nimetus graafilises osas (vt. Lisa 5)	-	KL-2	KL-2	KL-1
Lauskoormus katusepinnale $\sum g_{k,p}$ (kN/m ²)	0,699	0,421	0,421	0,699
Joonkoormus sarikale $\sum g_{k,j}$ (kN/m)	0,058	0,058	0,058	0,058

Vahelagede puhul on kasutatud kahemõõtmelisi arvutusmudeleid. Vahelagede omakaalu-koormused on esitatud tsoonide kaupa alljärgnevas koondtabelis (vt. Tabel 2.2.9).

Tabel 2.2.9 Vahelagede omakaalukoormused tsoonide kaupa

	A	B	C	E	F
Tüüplõike nimetus graafilises osas (vt. Lisa 5)	-	VL-3	VL-4	VL-1	VL-2
Lauskoormus laepinnale $\sum g_k$ (kN/m ²)	0,523	0,215	0,617	0,571	0,348

2.2.4 Koormuskombinatsioonid

Koormuskombinatsioon on samaaegselt mõjuvate üksikkoormuste kogum [14]. Koormuskombinatsioonide koostamisel on lähtutud projekteerimise aluseid käsitlevast standardist EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [9]. Koormuskombinatsioonide üldvalemid on esitatud käesoleva töö jaotises 2.2.

Koormuskombinatsioonidel on puitkonstruktsioonide projekteerimisel suur mõju, sest lisaks tavalistele osavaruteguritele rakendatakse puitmaterjalide tugevus- ja deformatsiooniomadustele koormuse kestusest sõltuvat tegurit k_{mod} . Mida pikaajalisem on elementi mõjutava koormuse kestusklass, seda rohkem vähendatakse puitmaterjali arvutuslikke tugevusomadusi. [14]

Käesolevas töös on osutunud määravateks ning võetud arvesse järgnevaid kandepiirseisundi koormuskombinatsioone:

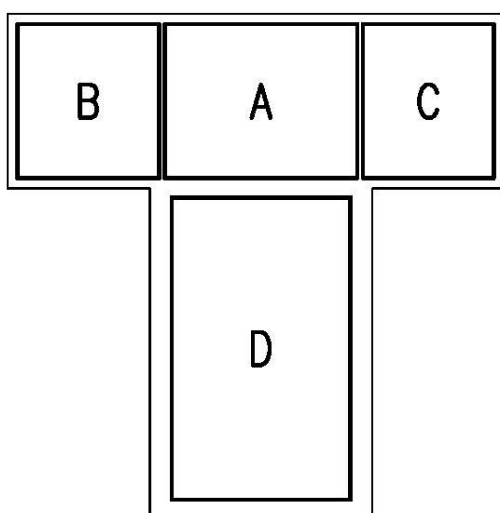
- KK1: omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mittedomineeriv tuulekoormus,
- KK2: omakaalukoormus + domineeriv tuulekoormus + mittedomineeriv lumekoormus,
- KK3: omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus,
- KK4: omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mittedomineeriv lumekoormus,
- KK5: omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus.

Vahelaetalade kasutuspiirseisundi tugevuskontrollide juures on arvestatud järgnevate koormuskombinatsioonidega:

- KK6: omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus,
- KK7: omakaalukoormus.

2.3 Katusekonstruktsioonid

Katusekonstruktsioonideks on sarikad koos pennidega. Vertikaalsed jõud toesõlmedes võtavad vastu kandvad seinad ning horisontaalsed jõud vahelaetalad, mis on seotud müüri lattidega või otseselt sarikatega. Hoone katus koosneb kahest viilkatusega katuseosast. Põhja-lõuna suunalise katuseosa kaldenurk on $40,0^\circ$ ja ida-lääne suunalise kaldenurk $47,5^\circ$. Käesolevas töös on katus jagatud neljaks tsooniks. Jaotuse aluseks on koormuste ja lähteparametrite erinevused. Tsoonide määratlus on näidatud alljärgneval joonisel 2.3.1.



Joonis 2.3.1 Katusekonstruktsioonide tsoonid

Kõigi katusekandjate kohta on koostatud kolmemõõtmeline arvutusmudel (vt. Lisa 4). Selle kasuks on otsustatud mitmel põhjusel. Nendest peamine on katusekonstruktsioonide keerukus tsoonis A, kus põhja-lõuna suunalise katuseosa sarikatele toetuvad teise katuseosa konstruktsioonid. Lisaks on selles osas ebaühtlase suurusega lume lauskoormus neeluosade tõttu ning kogu mudelis on arvesse võetud kõikide tuulekoormustsoonide erinevaid väärtuseid. Kasutatud on arvutiprogrammi ARSAP2014, kust on saadud kandevõimearvutuste teostamiseks vajalikud sisejõud.

Käesolevas töös on vormistatud ainult tsoonis A asuvate sarikate ja pennide kandevõimearvutused, kuna seal mõjuvad kõige suuremad jõud ning tegemist on tüüparvutustega. Teistes tsoonides asuvate elementide arvutused on töö raames teostatud ja arvutustulemused ning projekteeritud ristlõiked on esitatud jaotises 2.5 (vt. Tabel 2.5.1).

2.3.1 Projekteeritavad penniga sarikad tsoonis A

Katuslae sarikate ja pennide tugevuskontrollide teostamisel on lähtutud standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [9], EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [13] ja Ehituskonstruktori käsiraamatust [14].

Tsoonis A kasutatakse sarikatel tugevussorteeritud konstruktsioonipuitu ristlõikega 45x195 mm, tugevusklass C24. Pennid on ristlõikega 50x200 mm, tugevusklass C16. Katusekandjad paigaldatakse sammuga 600 mm.

Tugevusklassile C24 vastavad ja arvutustes kasutatavad normatiivsed tugevusomadused on saadud Ehituskonstruktori käsiraamatu [14] tabelist 14.5:

- Paindetugevus: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- Survetugevus: $f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$ (pikikiudu)
- Nihketugevus: $f_{v,k} = 4,0 \text{ N/mm}^2$
- Elastusmoodul: $E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$ (5% pikikiudu)

Materjali omaduste arväärtused leitakse valemiga:

$$X_d = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M}, \quad (2.3.1)$$

kus

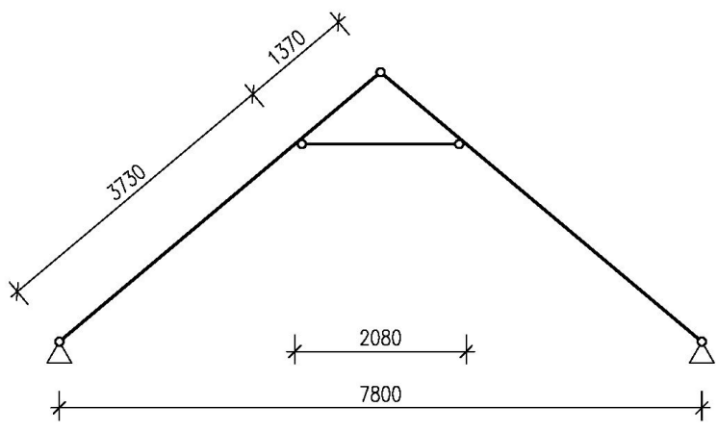
k_{mod} – koormuse kestuse ja niiskussisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur,

X_k – tugevusomaduse normväärtus,

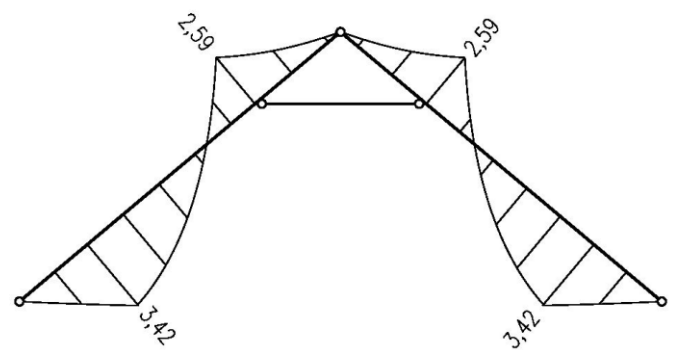
γ_M – materjali omaduse osavarutegur.

Katusekandjate tugevuskontrollid teostatakse igas tsoonis vastavalt kõige ohtlikuma koormuskombinatsiooni alusel osavarutegurite meetodit kasutades. Tsoonis A osutub määravaks koormuskombinatsioon KK3 (omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus). Koormuskombinatsioonis KK1 (omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mittedomineeriv tuulekoormus) on elementidel küll marginaalselt suuremad sisejõud, aga modifikatsioonitegur k_{mod} vähendab tugevusparameetreid keskkestvasse kestusklassi kuuluva lumekoormuse puhul rohkem ning see saab määravaks.

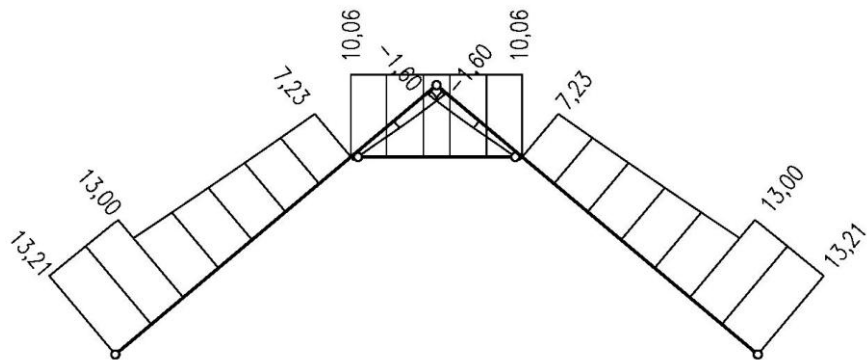
Kriitilise sarikapaari ja penni skeem ning paindemomendi, pikijõu ja põikjõu epüürid on esitatud alljärgnevalt (vt. Joonised 2.3.2; 2.3.3; 2.3.4 ja 2.3.5).



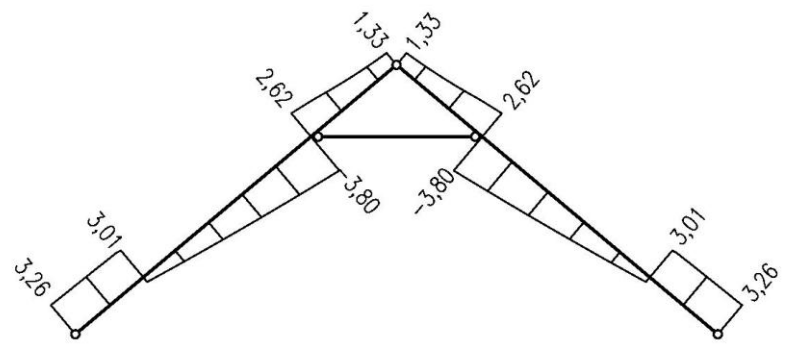
Joonis 2.3.2 Sarikapaari ja penni skeem



Joonis 2.3.3 Sarikapaari ja penni paindemomendi epüür, M (kNm)



Joonis 2.3.4 Sarikapaari ja penni pikijõu epüür, N (kN)



Joonis 2.3.5 Sarika ja penni põikjõu epüür, Q (kN)

2.3.1.1 Sarika kandevõime arvutusmeetod survele koos paindega (nõtk)

Sarika kandevõime arvutusel lähtutakse surutud ja painutatud posti arvutusmeetodist.

Suhtelise saleduse $\lambda_{rel} > 0,3$ puhul peavad olema täidetud järgnevad tingimused:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad (2.3.2)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad (2.3.3)$$

kus

$\sigma_{c,0,d}$ – arvutuslik survepinge pikikiudu,

$\sigma_{m,y,d}$ ja $\sigma_{m,z,d}$ – arvutuslik paindepinge peatelgede suhtes,

$f_{c,0,d}$ – pikikiudu survetugevuse arvutusväärtus,

$f_{m,y,d}$ ja $f_{m,z,d}$ – paindetugevuse arvutusväärtused,

$k_{c,y}$ ja $k_{c,z}$ – nõtketegurid peatelgede suhtes.

Arvutuslik survepinge (ja tõmbepinge) pikikiudu leitakse valemiga:

$$\sigma_{c(t),0,d} = \frac{F_{c(t),d}}{A}, \quad (2.3.4)$$

kus

$F_{c,d}$ – tsentrilise survejõu (või tõmbejõu) arvutusväärtus,

A – ristlõike pindala.

Arvutuslik paindepinge leitakse valemiga:

$$\sigma_{m,y(z),d} = \frac{M_{y(z),d}}{W_{y(z)}}, \quad (2.3.5)$$

kus

$M_{y(z),d}$ – paindemoment peatelgede suhtes,

$W_{y(z)}$ – ristlõike vastupanumoment peatelgede suhtes.

Tegurid $k_{c,y(z)}$ ja $k_{y(z)}$ leitakse valemitega:

$$k_{c,y(z)} = \frac{1}{k_{y(z)} + \sqrt{k_{y(z)}^2 - \lambda_{rel,y(z)}^2}}, \quad (2.3.6)$$

$$k_{y(z)} = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y(z)} - 0,3) + \lambda_{rel,y(z)}^2], \quad (2.3.7)$$

kus

γ_f – koormuse osavarutegur,

β_c – sirgsuse tegur, mis saepuidu puhul on 0,2.

Suhtelised saledused telgede suhtes leitakse valemiga:

$$\lambda_{rel,y(z)} = \frac{\lambda_{y(z)}}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}, \quad (2.3.8)$$

kus

$\lambda_{y(z)}$ – saledus peatelgede suhtes.

Saledused telgede suhtes leitakse valemiga:

$$\lambda_{y(z)} = \frac{l_{ef,y(z)}}{i_{y(z)}}, \quad (2.3.9)$$

kus

$l_{ef,y(z)}$ – nõtkepikkus peatelgede suhtes,

$i_{y(z)}$ – inertsiraadius peatelgede suhtes.

Inertsiraadiused ristkülikulise ristlõike puhul leitakse valemitega:

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}}, \quad (2.3.10)$$

$$i_z = \frac{b}{\sqrt{12}}, \quad (2.3.11)$$

kus

h – ristlõike kõrgus,

b – ristlõike laius.

Nõtkepikkused vardal, millel on põikkoormus, kuid pole kinnituspunkte:

$$- \text{äärmine sille } l_{ef} = 0,8 \cdot s, \quad (2.3.12)$$

$$- \text{vahepealne sille ja sõlmed } l_{ef} = 0,6 \cdot s, \quad (2.3.13)$$

kus

s – silde pikkus või pikema silde pikkus sõlme kõrval.

2.3.1.2 Sarika kandevõime kontroll survele koos paindega

Peatükis 2.3.1 esitatud joonistelt (vt. Joonised 2.3.3 ja 2.3.4) selgub, et kriitiliseks osutuvad punktid, kuhu toetuvad ristuvate katuseosade lühikesed sarikad katuse neelukohas (vt. Lisa 4). Maksimaalne paindemoment on väärtusega $M_{sd} = 3,42$ kNm, samas punktis on pikijõu suurus $N_d = 13,00$ kN.

Nõtkepikkus y-telje suhtes lähtub sarika arvutusskeemist (vt. Joonis 2.3.2) ja leitakse valemiga 2.3.12:

$$l_{ef,y} = 0,8 \cdot 3730 = 2984 \text{ mm}$$

Nõtkepikkus z-telje suhtes on piiratud roovide sammuga $s = 350$ mm ning leitakse valemiga 2.3.13:

$$l_{ef,z} = 0,6 \cdot 350 = 210 \text{ mm}$$

Inertsiraadiused leitakse valemitega 2.3.10 ja 2.3.11:

$$i_y = \frac{195}{\sqrt{12}} = 56,3 \text{ mm}$$

$$i_z = \frac{45}{\sqrt{12}} = 13,0 \text{ mm}$$

Saledused peatelgede suhtes leitakse valemiga 2.3.9:

$$\lambda_y = \frac{2984}{56,3} = 53,0$$

$$\lambda_z = \frac{210}{13,0} = 16,2$$

Suhtelised saledused peatelgede suhtes leitakse valemiga 2.3.8:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{53,0}{\pi} \sqrt{\frac{21}{7400}} = 0,899$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{16,2}{\pi} \sqrt{\frac{21}{7400}} = 0,275 < 0,3$$

Sarikat katavad kahelt poolt roovid, mis ei lase sarikal z-telje suhtes nõtkuda ning sellest tulenevalt on tegur $k_{c,z} = 1$. Nõtket z-telje suhtes ei arvestata.

Tegur k_y leitakse valemiga 2.3.7:

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,899 - 0,3) + 0,899^2] = 0,964$$

Tegur $k_{c,y}$ leitakse valemiga 2.3.6:

$$k_{c,y} = \frac{1}{0,964 + \sqrt{0,964^2 - 0,899^2}} = 0,762$$

Arvutuslik survepinge ja paindepinge leitakse valemitega 2.3.4 ja 2.3.5:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{13,00 \cdot 10^3}{45 \cdot 195} = 1,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{3,42 \cdot 10^6 \cdot 6}{45 \cdot 195^2} = 11,99 \text{ N/mm}^2$$

Vastavalt standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] jaotisele 6.1.6 võetakse täisnurkse ristlõike korral $k_m = 0,7$, vastavalt tabelile 2.3 on saepuidu osavarutegur $\gamma_M = 1,3$ ja tabeli 3.1 järgi $k_{mod} = 0,80$ keskmise kestusega koormuse korral.

Arvutuslik paindetugevus ja survetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{m,d} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$$

Tugevustingimuste kontroll vastavalt valemitele 2.3.2 ja 2.3.3:

$$\frac{1,48}{0,762 \cdot 12,92} + \frac{11,99}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{0}{14,77} = 0,96 < 1$$

$$\frac{1,48}{1 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{11,99}{14,77} + \frac{0}{14,77} = 0,68 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.3.1.3 Sarika kandevõimekontroll põikjõule

Sarika nihkel peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1, \quad (2.3.14)$$

kus

τ_d – arvutuslik nihkepinge,

$f_{v,d}$ – nihketugevuse arvutusväärtus.

Arvutuslik nihkepinge ristkülikulise ristlõike puhul leitakse valemiga:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{sd}}{b_{ef} \cdot h}, \quad (2.3.15)$$

kus

V_{sd} – arvutuslik põikjõud,

b_{ef} – ristlõike efektiivlaius,

h – ristlõike kõrgus.

Pragude mõju arvestav efektiivlaius leitakse valemiga:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b, \quad (2.3.16)$$

kus

k_{cr} – pragunemistegur, mille soovituslik väärtus saepuidu jaoks on 0,67.

Efektiivlaius leitakse valemiga 2.3.16:

$$b_{ef} = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Suurim arvutuslik põikjõud jaotise 2.3.1 joonise 2.3.5 põhjal: $V_{sd} = 3,80 \text{ kN}$.

Arvutuslik nihkepinge leitakse valemiga 2.3.15:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot 3,80 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 195} = 0,97 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik nihketugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{v,d} = 0,8 \cdot \frac{4,0}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile 2.3.14:

$$\frac{0,97}{2,46} = 0,39 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.3.1.4 Penni kandevõime kontroll nõtketele

Kõigis tsoonides kasutatakse pennide jaoks saematerjali ristlõikega 50x200 mm, tugevusklass C16. Vajalikud normatiivsed tugevusomadused on saadud Ehituskonstruktori käsiraamatu [14] tabelist 14.5:

- Survetugevus: $f_{c,0,k} = 17 \text{ N/mm}^2$ (pikikiudu)
- Elastusmoodul: $E_{0,05} = 5400 \text{ N/mm}^2$ (5% pikikiudu)

Arvutuslik survejõud pennile saadakse pikijõu epüürilt (vt. Joonis 2.3.4):

$$F_{c,d} = 10,06 \text{ kN}$$

Saleda varda ($\lambda_{rel} > 0,3$) puhul peavad olema täidetud tingimused:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (2.3.17)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (2.3.18)$$

Penni saledus on suurem z-telje suhtes ning määravaks saab tingimus 2.3.18. Järgnevalt on arvutatud kandevõime lähtudes sellest tingimusest.

Vastavalt Ehituskonstruktori käsiraamatu tabelile 14.19 on kahest otsast liigendkinnitusega posti efektiivne nõtkepikkus $l_{ef} = l = 2080 \text{ mm}$.

Inertsiraadius leitakse valemiga 2.3.10:

$$i_z = \frac{50}{\sqrt{12}} = 14,4 \text{ mm}$$

Saledus leitakse valemiga 2.3.9:

$$\lambda_z = \frac{2080}{14,4} = 144,4$$

Suhteline saledus leitakse valemiga 2.3.8:

$$\lambda_{rel,z} = \frac{144,4}{\pi} \sqrt{\frac{17}{5400}} = 2,58$$

Tegur k_z leitakse valemiga 2.3.7:

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (2,58 - 0,3) + 2,58^2] = 4,06$$

Tegur $k_{c,z}$ leitakse valemiga 2.3.6:

$$k_{c,z} = \frac{1}{4,06 + \sqrt{4,06^2 - 2,58^2}} = 0,139$$

Arvutuslik survepinge leitakse valemiga 2.3.4:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{10,06 \cdot 10^3}{50 \cdot 200} = 1,006 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik survetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{c,0,d} = 0,8 \cdot \frac{17}{1,3} = 10,46 \text{ N/mm}^2$$

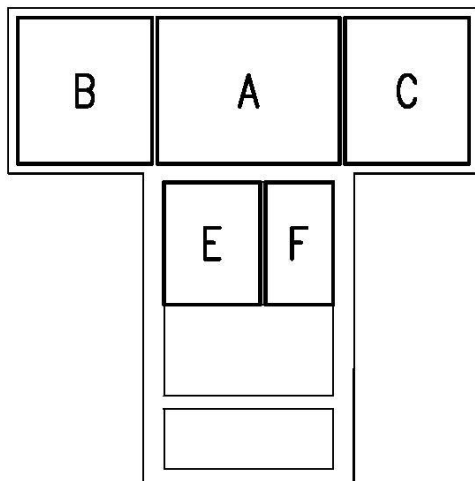
Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile 2.3.18:

$$\frac{1,006}{0,139 \cdot 10,46} = 0,69 \leq 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.4 Vahelaekonstruktsioonid

Vahelaekonstruktsioonideks on olemasolevad ning projekteeritavad vahelaetalad. Hoone on jagatud vastavalt koormuste ja sildeavade erinevuste tõttu viieks tsooniks. Kolm esimest tsooni ühtivad katusekonstruktsioonide tsoonidega (vt. Joonis 2.3.1). Määratlus on näidatud alljärgneval joonisel 2.4.1.



Joonis 2.4.1 Vahelaekonstruktsioonide tsoonid

Käesolevas töös on vormistatud tsoonis E projekteeritavate ühesildeliste vahelaetalade, tsoonis A olemasolevate kahesildeliste vahelaetalade ning tsoonis A talasid toetavate postide kandevõimete kontrollid. Lisaks on tsoonis E vormistatud vahelaetalade deformatsioonide lubatud piiridesse jäämise kontroll kasutuspiirsesundis. Valitud on kõige suuremate koormustega ning erinevat tüüpi arvutused. Teistes tsoonides asuvate elementide sarnased arvutused on töö raames teostatud ja arvutustulemused ning projekteeritud ristlõiked on esitatud jaotises 2.5 (Tabel 2.5.1).

2.4.1 Projekteeritav vahelaetala tsoonis E

Vahelaetalade tugevuskontrolli teostamisel on lähtutud standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [9], EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [13] ja Ehituskonstruktorigi käsiraamatust [14].

Tsoonis E kasutatakse saematerjali ristlõikega 50x200 mm, tugevusklass C16. Vahelaetad paigaldatakse sammuga 300 mm. Talade samm sõltub katusesarikate sammust antud tsoonis. Vajalikud normatiivsed tugevusomadused on saadud Ehituskonstruktori käsiraamatu [14] tabelist 14.5:

- Paindetugevus: $f_{m,k} = 16 \text{ N/mm}^2$
- Tõmbetugevused: $f_{t,0,k} = 10 \text{ N/mm}^2$
- Nihketugevus: $f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$
- Elastsusmoodul: $E_{0,mean} = 8000 \text{ N/mm}^2$

2.4.1.1 Koormused

Tala töötab paindele ja tõmbele. Talale mõjuv normatiivne omakaalukoormus vastavalt jaotises 2.2.3.3 asuvale tabelile 2.2.7 on $g_k = 0,571 \text{ kN/m}^2$. Normatiivne kasuskoormus standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11] tabeli 6.2 järgi on $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$. Talale mõjuvad normatiivsed joonkoormused:

- $g_{k,j} = 0,571 \cdot 0,30 = 0,171 \text{ kN/m}$
- $q_{k,j} = 2,0 \cdot 0,30 = 0,6 \text{ kN/m}$

Talale mõjuvad normatiivsed tõmbekoormused katuse lae omakaalust ja lumekoormusest läbi sarika (saadud ARSAP's koostatud mudeli alusel):

- $g_{k,t,0} = 2,81 \text{ kN}$
- $q_{k,lumi,t,0} = 2,0 \cdot 0,45 = 2,24 \text{ kN}$

Kandepiir seisundis osutus määravaks koormuskombinatsioon:

KK4: omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mittedomineeriv lumekoormus.

Vastavalt koormuskombinatsioonide üldvalemile 2.2.2 mõjuvad talale arvutuslik joonkoormus:

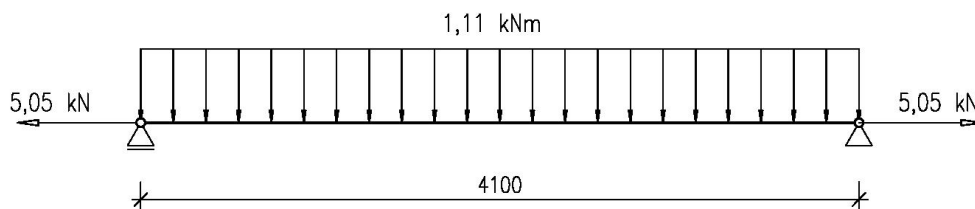
$$\gamma_G g_{k,j} + \gamma_Q q_{k,j} = 1,2 \cdot 0,171 + 1,5 \cdot 0,6 = 1,11 \text{ kN/m}$$

ja arvutuslik horisontaalne punktkoormus tala otsas:

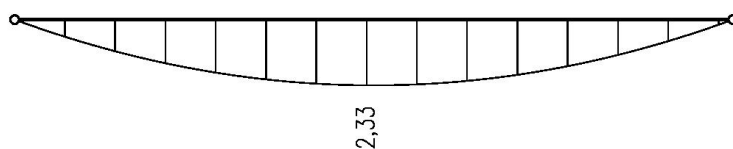
$$\gamma_G g_{k,t,0} + \gamma_Q \psi_0 q_{k,lumi,t,0} = 1,2 \cdot 2,81 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2,24 = 5,05 \text{ kN}$$

kus modifikatsioonitegur $\psi_0 = 0,5$ [14] mittedomineeriva lumekoormuse korral

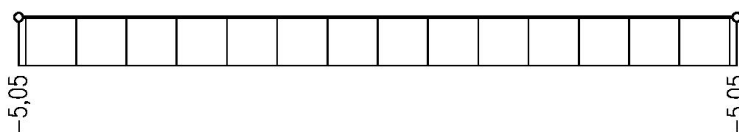
Tala arvutuskeem ning paindemomendi, pikijõu ja põikjõu epüürid on esitatud alljärgnevalt (vt. Joonised 2.4.2; 2.4.3; 2.4.4 ja 2.4.5).



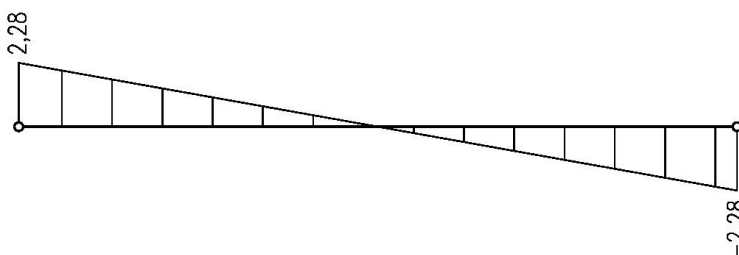
Joonis 2.4.2 Vahelaetala arvutuskeem



Joonis 2.4.3 Vahelaetala paindemomendi epüür, M (kNm)



Joonis 2.4.4 Vahelaetala pikijõu epüür, N (kN)



Joonis 2.4.5 Vahelaetala põikjõu epüür, Q (kN)

2.4.1.2 Vahelaetala kandevõime kontroll tõmbel koos paindega

Alajaotisest 2.4.1.1 (vt Joonised 2.4.3 ja 2.4.4) selgub, et maksimaalne paindemoment asub tala keskpunktis ja on väärtusega $M_{sd} = 2,33$ kNm, samas punktis on pikijõu suurus $N_d = 5,05$ kN.

Kuna talade jäikus on külgsuunas tagatud katvate põrandakihtidega, siis kiiveohtu pole.

Painutatud ja tõmmatud tala korral peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \quad (2.4.1)$$

Arvutuslik tõmbepinge ja paindepinge leitakse valemitega 2.3.4 ja 2.3.5:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{5,05 \cdot 10^3}{50 \cdot 200} = 0,51 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} = \frac{2,33 \cdot 10^6 \cdot 6}{50 \cdot 200^2} = 6,99 \text{ N/mm}^2$$

Vastavalt standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] tabelile 2.3 on saepuidu osavarutegur $\gamma_M = 1,3$ ja tabeli 3.1 järgi $k_{mod} = 0,80$ keskmise kestusega koormuse korral.

Arvutuslik paindetugevus ja tõmbetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{16}{1,3} = 9,85 \text{ N/mm}^2$$
$$f_{t,0,d} = 0,8 \cdot \frac{10}{1,3} = 6,15 \text{ N/mm}^2$$

Vastavalt standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] jaotisele 3.2 võib saepuidu, mille laius tõmbel on väiksem kui 150 mm, normtugevust tõmbel suurendada teguriga k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^2, 1,3 \right\} \quad (2.4.2)$$

kus

h - paindeelemendi kõrgus või tõmbeelemendi laius.

Teguri k_h väärtus vastavalt valemile 2.4.2:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{50} \right)^{0,2} = 1,25 \rightarrow \min, 1,3 \right.$$

Tugevustingimuste kontroll vastavalt valemile 2.4.1:

$$\frac{0,51}{6,15 \cdot 1,25} + \frac{6,99}{9,85} = 0,78 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.4.1.3 Vahelaetala kandevõimekontroll põikjõule

Efektiivlaidus leitakse valemiga 2.3.16:

$$b_{ef} = 0,67 \cdot 50 = 33,5 \text{ mm}$$

Suurim arvutuslik põikjõud jaotise 2.4.1.1 (vt. Joonis 2.4.5) põhjal $V_{sd} = 2,28 \text{ kN}$.

Arvutuslik nihkepinge leitakse valemiga 2.3.15:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot 2,28 \cdot 10^3}{33,5 \cdot 200} = 0,51 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik nihketugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{v,d} = 0,8 \cdot \frac{3,2}{1,3} = 1,97 \text{ N/mm}^2$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile 2.3.14:

$$\frac{0,51}{1,97} = 0,26 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.4.1.4 Vahelaetala kontroll kasutuspiirseisundis

Talale mõjuvad normatiivsed koormused vastavalt alajaotisele 2.4.1.1:

- $g_{k,j} = 0,571 \cdot 0,30 = 0,171 \text{ kN/m}$
- $q_{k,j} = 2,0 \cdot 0,30 = 0,6 \text{ kN/m}$

Talade läbipainde soovitud piirväärtused standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] rahvusliku lisa tabeli NA.7.2 järgi:

- Hetkeline läbipaine muutuvast koormusest $w_{inst,Q} \leq \frac{L}{400} = \frac{4100}{400} = 10,25 \text{ mm}$
- Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest $w_{net,fin} \leq \frac{L}{300} = \frac{4100}{300} = 13,67 \text{ mm}$

Hetkelised läbipainded alalisest ja muutuvast koormusest leitakse valemitega:

$$w_{inst,G} = \frac{5 \cdot g_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y}, \quad (2.4.3)$$

$$w_{inst,Q} = \frac{5 \cdot q_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y}, \quad (2.4.4)$$

kus

g_k ja q_k – normatiivsed joonkoormused,

I_y – ristlõike inertsimoment,

L – sildeava pikkus.

Hetkelised läbipainded vastavalt valemitele 2.4.3 ja 2.4.4:

$$w_{inst,G} = \frac{5 \cdot 0,171 \cdot 4100^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 50 \cdot 200^3} = 1,99 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q} = \frac{5 \cdot 0,6 \cdot 4100^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 50 \cdot 200^3} = 8,28 \text{ mm} < 10,25 \text{ mm}$$

Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest leitakse valemitega:

$$w_{net,fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}), \quad (2.4.5)$$

$$w_{net,fin,Q} = w_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}), \quad (2.4.6)$$

kus

k_{def} – deformatsioonitegur (vastavalt EVS-EN 1995-1-1:2005 tabelile 3.2 on $k_{def} = 0,6$),

ψ_2 – kombinatsioonitegur, mis eluruumide kasuskoormuse korral on 0,3 [14].

Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest leitakse valemitega 2.4.5 ja 2.4.6:

$$w_{net,fin,G} = 2,36 \cdot (1 + 0,6) = 3,78 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin,Q} = 8,28 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 9,77 \text{ mm}$$

Kogu lõplik läbipaine:

$$w_{net,fin} = w_{net,fin,G} + w_{net,fin,Q} = 3,18 + 9,77 = 13,55 \text{ mm} < 13,67 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

2.4.2 Olemasolev vahelaetala ja post tsoonis A

Vahelaetalade ja tsoonis A vahelaetalasid toetavate postide tugevuskontrollide teostamisel on lähtunud standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [9], EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [13] ja Ehituskonstruktori käsiraamatust [14].

Tsoonis A asuvad olemasolevad vahelaetalad ristlõikega 200x250 mm ja maksimaalse sammuga 1400 mm. Vahelaetalad on kahesildelised jätkuvtalad, mis on keskosast toetatud postile ristlõikega 200x200 mm. Saematerjali tugevusklassiks eeldatakse C16. Vajalikud normatiivsed tugevusomadused on Ehituskonstruktori käsiraamatu [14] tabelist 14.5:

- Paindetugevus: $f_{m,k} = 16 \text{ N/mm}^2$
- Survetugevus: $f_{c,90,k} = 2,2 \text{ N/mm}^2$ (ristikiudu)
- Elastsusmoodul: $E_{0,05} = 5400 \text{ N/mm}^2$ (5% pikikiudu)

2.4.2.1 Koormused

Talale mõjuv normatiivne omakaalukoormus vastavalt jaotisele 2.2.3.3 (vt. Tabel 2.2.7) on $g_k = 0,481 \text{ kN/m}^2$. Normatiivne kasuskoormus standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11] tabeli 6.2 järgi on $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$. Talale mõjuvad normatiivsed joonkoormused:

- $g_{k,j} = 0,523 \cdot 1,4 = 0,732 \text{ kN/m}$
- $q_{k,j} = 2,0 \cdot 1,4 = 2,8 \text{ kN/m}$

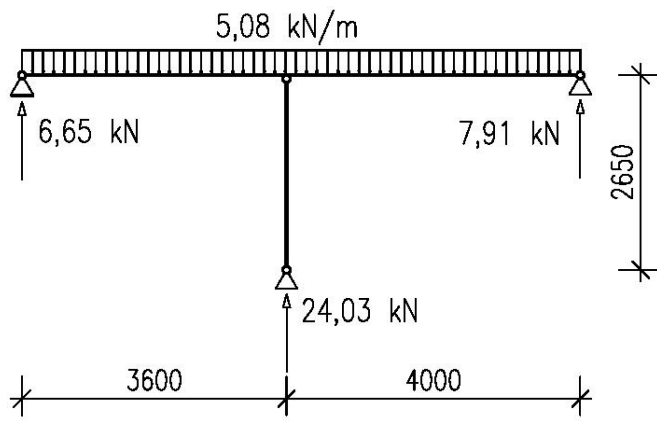
Kandepiir seisundis osutus määravaks koormuskombinatsioon:

KK5: omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus

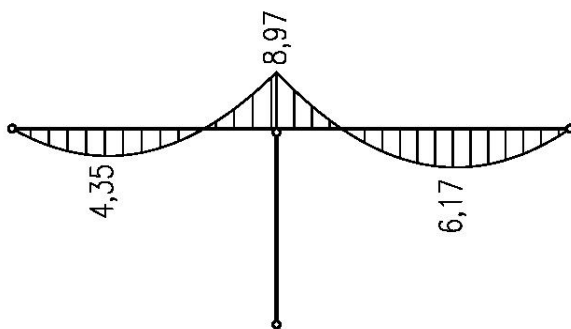
Vastavalt koormuskombinatsioonide üldvalemile 2.2.2 mõjub talale arvutuslik joonkoormus:

$$\gamma_G g_{k,j} + \gamma_Q q_{k,j} = 1,2 \cdot 0,732 + 1,5 \cdot 2,8 = 5,08 \text{ kN/m}$$

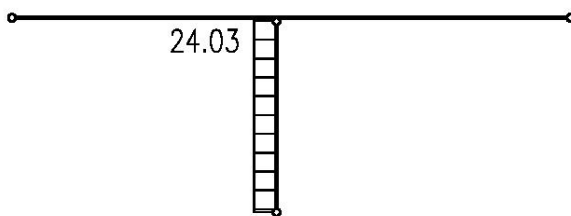
Tala ja posti arvutuskeem ning paindemomendi, pikijõu ja põikjõu epüürid on esitatud alljärgnevalt (vt. Joonised 2.4.6; 2.4.7; 2.4.8 ja 2.4.9).



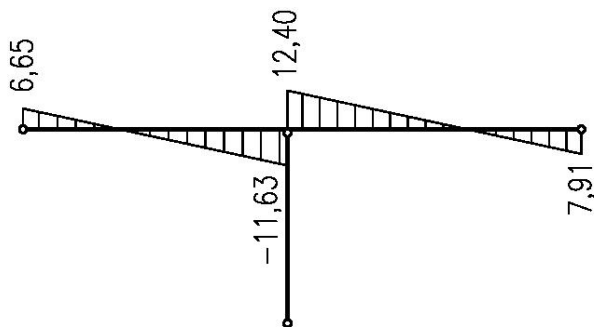
Joonis 2.4.6 Tala ja posti arvutuskeem ning toereaktsioonid



Joonis 2.4.7 Tala ja posti paindemomendi epüür, M (kNm)



Joonis 2.4.8 Tala ja posti pikijõu epüür, N (kN)



Joonis 2.4.9 Tala ja posti põikjõu epüür, Q (kN)

2.4.2.2 Vahelaetala kandevõime kontroll paindele

Ühe telje suhtes painutatud tala korral peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \quad (2.4.7)$$

Alajaotisest 2.4.2.1 (vt. Joonis 2.4.7) selgub, et maksimaalne paindemoment asub posti juures oleval toel ja on väärtusega $M_{sd} = 8,97$ kNm.

Arvutuslik paindepinge leitakse valemiga 2.3.5:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{8,97 \cdot 10^6 \cdot 6}{200 \cdot 250^2} = 4,31 \text{ N/mm}^2$$

Vastavalt standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] tabelile 2.3 on saepuidu osavarutegur $\gamma_M = 1,3$ ja tabeli 3.1 järgi $k_{mod} = 0,80$ keskmise kestusega koormuse korral.

Arvutuslik paindetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{16}{1,3} = 9,85 \text{ N/mm}^2$$

Tugevustingimuste kontroll vastavalt valemile 2.4.7:

$$\frac{4,31}{9,85} = 0,44 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.4.2.3 Vahelaetala kandevõime kontroll muljumisele

Survel ristikiudu (muljumisel) peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1, \quad (2.4.8)$$

kus

$\sigma_{c,90,d}$ – efektiivse kontaktpinna arvutuslik survepinge ristikiudu,

$f_{c,90,d}$ – arvutuslik survetugevus ristikiudu,

$k_{c,90}$ – tegur, mis arvestab koormuse konfiguratsiooni, lõhestumise võimalust ning survedeformatsioonide astet.

Efektiivse kontaktpinna arvutuslik surve leitakse valemiga:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}, \quad (2.4.9)$$

kus

A_{ef} – efektiivne kontaktpind ristikiudu survele.

Vastavalt standardi EVS-EN 1995-1-1:2005 [13] jaotisele 6.1.5 tuleb efektiivse kontaktpinna A_{ef} leidmiseks antud juhul suurendada tegelikku kontaktpikkust l mõlemas suunas 30 mm ($l_{ef} = l + 60$). Vastavalt kontaktpikkusele ja sildeavale $k_{c,90} = 1,5$.

Arvutuslik survejõud ristikiudu saadakse jaotise 2.4.2.1 jooniselt 2.4.6:

$$F_{c,90,d} = 24,03 \text{ kN}$$

Efektiivse kontaktpinna surve leitakse valemiga 2.4.9:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{24,03 \cdot 10^3}{200 \cdot (200 + 60)} = 0,462$$

Arvutuslik survetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{c,90,d} = 0,8 \cdot \frac{2,2}{1,3} = 1,354$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile 2.4.8:

$$\frac{0,462}{1,5 \cdot 1,354} = 0,23 \leq 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.4.2.4 Posti kandevõime kontroll nõtketele

Arvutuslik survejõud postile saadakse pikijõu epüürilt (vt. Joonis 2.4.8):

$$F_{c,d} = 24,03 \text{ kN}$$

Sümmeetrilise ristlõikega saleda varda ($\lambda_{rel} > 0,3$) puhul peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y(z)} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (2.4.10)$$

Vastavalt Ehituskonstruktori käsiraamatu tabelile 14.19 on kahest otsast liigendkinnitusega posti efektiivne nõtkepikkus $l_{ef} = l = 2650$ mm.

Inertsiraadius leitakse valemiga 2.3.10:

$$i_{y(z)} = \frac{200}{\sqrt{12}} = 57,7 \text{ mm}$$

Saledus leitakse valemiga 2.3.9:

$$\lambda_{y(z)} = \frac{2650}{57,7} = 45,9$$

Suhteline saledus leitakse valemiga 2.3.8:

$$\lambda_{rel,y(z)} = \frac{45,9}{\pi} \sqrt{\frac{17}{5400}} = 0,820$$

Tegur $k_{y(z)}$ leitakse valemiga 2.3.7:

$$k_{y(z)} = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,820 - 0,3) + 0,820^2] = 0,888$$

Tegur $k_{c,y(z)}$ leitakse valemiga 2.3.6:

$$k_{c,y(z)} = \frac{1}{0,888 + \sqrt{0,888^2 - 0,820^2}} = 0,814$$

Arvutuslik survepinge leitakse valemiga 2.3.4:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{24,03 \cdot 10^3}{200 \cdot 200} = 0,600 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik survetugevus leitakse valemiga 2.3.1:

$$f_{c,0,d} = 0,8 \cdot \frac{17}{1,3} = 10,46 \text{ N/mm}^2$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile 2.4.10:

$$\frac{0,600}{0,814 \cdot 10,46} = 0,07 \leq 1$$

Tugevustingimus on täidetud.

2.5 Tulemused

Töö käigus on teostatud projekteeritavate katusekonstruktsioonide ning olemasolevate ja projekteeritavate vahelaetalade tugevuskontrollid. Hoone on jaotatud tsoonideks erinevate lähteparameetrite ja kandelementide alusel. Tsoonid on määratud jaotistes 2.3 ja 2.4 (vt. Joonised 2.3.1 ja 2.4.1). Töös on vormistatud ainult kriitiliste ja tüüpiliste elementide määravamad tugevusarvutused. Teiste elementide arvutused on töö raames teostatud ja tulemused on esitatud alljärgnevas koondtabelis (vt Tabel 2.5.1).

Tabel 2.5.1 Teostatud tugevusarvutuste tulemuste koondtabel

Hoone tsoon	Element	Tugevus-klass	Ristlõige (mm)	Samm (mm)	Koormus-kombinatsioon	Määrav piir seisund	Tugevus-tingimus
A	Sarikas	C24	45×195	600	KK3	Paine + surve	0,96 < 1
	Penn	C16	50x200	600	KK3	Surve (nõtke)	0,69 < 1
	Tala ol.olev	C16	200×250	1400	KK5	Paine	0,44 < 1
	Post ol.olev	C16	200×200	1400	KK5	Surve (nõtke)	0,07 < 1
B	Sarikas	C16	50×200	900	KK1	Paine + surve	0,35 < 1
	Penn	C16	50x200	900	KK1	Surve (nõtke)	0,51 < 1
	Tala	C16	50×200	900	KK6	Paine + tõmme Läbipaine	0,48 < 1 0,99 < 1
C	Sarikas	C16	50×200	900	KK1	Paine + surve	0,35 < 1
	Penn	C16	50x200	900	KK1	Surve (nõtke)	0,51 < 1
	Tala ol.olev	C16	200×250	1000	KK4	Paine + tõmme Läbipaine	0,47 < 1 0,79 < 1
D	Sarikas	C16	50×200	900	KK1	Paine + surve	0,54 < 1
	Penn	C16	50x200	900	KK3	Surve (nõtke)	0,48 < 1
E	Tala	C16	50×200	300	KK4	Paine + tõmme	0,75 < 1
						Läbipaine	0,95 < 1
F	Tala	C16	50×200	450	KK4	Paine + tõmme	0,60 < 1
						Läbipaine	0,53 < 1

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö raames valmis Võrumaal asuva Tammeoksa talu rekonstrueerimiseks arhitektuurne eelprojekt, milles nähakse ette hoone eluruumide laiendamist abihoone arvelt ja katusekorruse osalist väljaehitamist. Lisaks arhitektuursele osale käsitleb lõputöö ka katuse- ja vahelaekonstruksioonide tugevusarvutusi.

Projektile vastavalt säilitatakse lõunapoolses hooneosas rõhtpalkidest kandvad välis- ja vaheseinad. Kehvas seisukorras puitkarkass-seinad lammutatakse ning hoone idatiib ehitatakse uuesti üles kergbetoonplokkidest, kuhu nähakse ette ka peasissepääs. Elutoast viib puidust trepp katusekorrusele, kuhu on planeeritud magamistoad. Varasemalt tühjana seisnud maakividest müüridega põhjapoolsesse hooneosasse on planeeritud saun koos katuslaeni avaneva avara puhkeruumiga ja väljapääs lääneküljele rajatavale terrassile. Hoone peamiseks kütteallikaks on kavandatud tahkeküttekatel, mis asub eraldi tuletõkkeseptsiooni moodustavas põhjapoolseimas ruumis. Ruumiprogrammi koostades on arvestatud neljaliikmelise perekonna vajadustega. Hoone välisgabariite projektiga oluliselt ei muudetud. Eluruumide pind suurenes planeeringu tulemusena 86 m² võrra.

Hoone lõunapoolne osa soojustatakse mineraalvillaga ja kaetakse heledat tooni laudisega. Põhjapoolne osa soojustatakse rooplaatidega ja krohvitakse lubikrohviga. Välisuksi, aknaid ja hoone seinu ümbritsevad fassaadi heledale üldmuljele kontrastsust lisavad pruunid puidust ääristused. Katusekattematerjaliks on vastavalt tellija soovile ette nähtud savipunased betoonkatusekivid.

Sisearhitektuuris eksponeeritakse hoonele iseloomulikke rõhtpalkidest ja maakividest seinu. Kuivade ruumide põrandakatteks on õlitatud laiad põrandalauad, vahelaetalad on altpoolt avatud ning vahed on viimistletud hõreda kahekihilise servamata laudkattega. Niisketes ja märgades ruumides on põrandaplaadid paigaldatud ruumi suhtes diagonaalselt. Interjööris domineerivad looduslikud materjalid, kuid kasutatakse ka kaasaegsemaid pinnakatteid.

Konstruktiivses osas teostatud tugevusarvutused näitasid, et olemasolevad vahelaekonstruksioonid on piisava tugevusega kandmaks katusekorruse väljaehitamise tulenevaid lisakoormuseid. Lisaks olemasolevatele vahelaetaladele on projekteeritud ka

uusi ja kontrollitud nende kandevõimet. Kuna olemasolevad katusekonstruktsioonid on halvas seisukorras ja nende kandevõime pole piisav planeeritava katusetarindi kandmiseks, siis uute konstruktsioonide projekteerimiseks on leitud vajalikud lume- ja tuulekoormused vastavalt hoone asukohale ja parameetritele. Katusekandjatele mõjuvate sisejõudude leidmiseks on koostatud kolmemõõtmeline arvutusmudel, mille andmetele tuginedes on teostatud katusekonstruktsioonide tugevusarvutused.

Käesolev magistritöö omab praktilist väärtust, kuna selle raames koostatud arhitektuurne eelprojekt koos kõikide lisadega leiab reaalselt kasutust Tammeoksa talu rekonstrueerimisel. Konkreetse projekti põhjal on plaanis taotleda ehitusluba. Töö edasiarendusena tuleks lahendada konstruktsioonide sõlmed, määrata energiatõhususarvutustel põhinev energiamärgis, koostada põhiprojekt ja seejärel tööprojekt.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] EVS 865-1:2013 Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri. 2013. Eesti Standardikeskus.
- [2] Nõuded ehitusprojektile, Majandus- ja kommunikatsiooniministri 17. septembri 2010. a määrus nr 67, 2010 – eRT [<https://www.riigiteataja.ee/akt/13359325/>] (22.05.2014).
- [3] Ehitusseadus. 2002. – eRT [<https://www.riigiteataja.ee/akt/104072013008/>] (02.05.2014).
- [4] Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vabariigi Valitsuse 27. oktoobri 2004. a määrus nr. 315, 2004 – eRT [<https://www.riigiteataja.ee/akt/12866223/>] (02.05.2014).
- [5] Eluruumidele esitatavate nõuete kinnitamine. Vabariigi valitsuse 26. jaanuari 1999 määrus nr. 38, 1999 – eRT [<https://www.riigiteataja.ee/akt/846015/>] (03.05.2014).
- [6] EVS 811:2012. Hoone ehitusprojekt. 2012. Eesti Standardikeskus.
- [7] EVS 812-7:2008/AC:2011 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutus-nõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus. 2008. Eesti Standardikeskus.
- [8] EVS 812-3:2013. Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid. 2013. Eesti Standardikeskus.
- [9] EVS-EN 1990:2002+NA:2002. Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused. 2002. Eesti Standardikeskus.

- [10] EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. 2002. Eesti Standardikeskus.
- [11] EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus. 2006. Eesti Standardikeskus.
- [12] EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. 2005/2007. Eesti Standardikeskus.
- [13] EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009. Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. 2005/2007/2008/2009. Eesti Standardikeskus.
- [14] Ehituskonstruktorigi käsiraamat / Toimetaja Tiit Masso. Tallinn: „Ehitame“ kirjastus, 2012. 577 lk.

LISAD

Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon

RUUMI NUMBER	RUUMI NIMETUS	SULETUD NETOPIND			AVATUD BRUTOPIND
		ELURUUMIDE PIND		MITTEELURUUMIDE PIND	
		ELAMISPIND	ABIRUUMIDE PIND		
1	Esik		6,0		
2	Köök		17,2		
3	Sahver			2,8	
4	Elutuba	41,4			
5	Kontor		25,5		
6	Koridor		12,2		
7	Puhkeruum		22,8		
8	WC		1,5		
9	Vannituba		8,8		
10	Leiliruum		4,7		
11	Katlaruum			15,0	
Esimene korrus kokku		41,4	98,7	17,8	
12	Trepikoda		5,2		
13	Magamistuba 1	14,6			
14	Magamistuba 2	16,0			
15	Panipaik			19,7	
	Pööning 1			21,4	
	Pööning 2			8,7	
Teine korrus kokku		30,6	5,2	49,8	
	Terrass				28,9

EHITISEALUNE PIND	211 m²
SULETUD NETOPIND	243,5 m²
AVATUD BRUTOPIND	28,9 m²
MUUD HOONED KRUNDIL	104 m²
KINNISTU PINDALA	1469 m²
TÄISEHITUSE PROTSENT	21,4 %

Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed

1. Ehitise üldised olulised tehnilised andmed

ehitisealune pindala	211	m ²	kõrgus	7,95	m
hoone suletud netopind	243,5	m ²	pikkus	18,31	m
rajatise avatud brutopind	28,9	m ²	laius	18,04	m
minimaalne korruste arv	1		maht	669	m ³
maksimaalne korruste arv	2		kõetav pind	193,7	m ²

2. Ehitise materjalid (märkida X, "muu" korral)

vundament

- puudub
 madalvundament
 vaivundament

_____ muu

kandekonstruksioon

- puudub
 asfaltbetoon
 bituumeniga töödeldud kruus
 kruus
 killustik
 stabiliseeritud kruus või killustik
 kergmetall
 malm
 teras
 looduslik kivi
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 plastmass
 puit
 suurpaneel
 suurplokk
 tellis, väikeplokk
 tehisplaat

_____ muu

jäigastavad ja piirdekonstruktsioonid

- puudub
 eterniit
 keraamika
 kergmetall
 teras
 looduslik kivi
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 plastmass
 puit
 suurpaneel

vahe- ja katuslaed

- puudub
 kergmetall
 teras
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon

- puit

_____ muu

välissein

- puudub
 looduslik kivi
 profileeritud metall
 puit
 suurpaneel
 suurplokk
 tellis, väikeplokk

_____ muu

katuse kate

- puudub
 eterniit
 kivi
 plekk
 profileeritud metall
 puitlaast
 roog
 rullmaterjal

_____ muu

välisviimistlus

- puudub
 lihtkrohv
 looduslik kivi
 profileeritud metall
 puhasvuuk
 puit
 terrasiitkrohv

_____ muu

suurplokk
 tellis, väikeplokk
 tehisplaat
 _____ muu

3. Ehitise tehnosüsteemid (märkida X või "muu" korral materjal)

elekter

puudub
 220 V
 380 V
 20 kV
 35–110 kV
 220–330 kV

küttesüsteem

puudub
 kaugküte
 lokaalne keskküte
 elektriküte
 maaküte
 ahju- või kaminaküte
 õhksoojuspump-küte

_____ muu _____ muu

vesi

puudub
 võrk
 lokaalne

kanalisatsioon

puudub
 võrk
 lokaalne

kütte liik

puudub
 vedelkütus
 küttegaas
 tahke
 elekter
 maaküte

_____ muu

pesemisvõimalus

puudub
 vann/dušš
 saun

küttegaas

puudub
 võrk
 lokaalne

liftide arv	-	küttegaasipaigaldiste arv	-
köökidete arv	1	rõdude arv ja kogupind	_____, _____ m ²
kööginišside arv	-	lodžade arv ja kogupind	_____, _____ m ²
tualettruumide arv	1	terrasside arv ja kogupind	1, _____ 28,9 m ²

4. Ehitise kasuliku pinna spetsifikatsioon [m²]

Kasutamise otstarve: Elumaja

	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasutatav pind	mitteeluruumide pind
1.	243,5	72,0	103,9	_____	_____	67,6
2.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6.	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Kasutamise otstarve: Elumaja						
	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasutatav pind	mitteeluruumide pind
7.						
8.						
9.						
kokku	243,5	72,0				

5. Ehitise ruumide spetsifikatsioon

eluruumid (sh korterid)	arv	pindala	
1-toaline			m ²
2-toaline			m ²
3-toaline	1	175,9	m ²
4-toaline			m ²
5-toaline			m ²
6-toaline			m ²
7-toaline			m ²
8 ja enama toaline			m ²
kokku	1	175,9	m ²
mitteeluruumide arv	5		
tubade arv	3		

6. Ehitise muud olulised andmed

nimetus	väärtus	mõõtühik
nimetus	väärtus	mõõtühik
nimetus	väärtus	mõõtühik
nimetus	väärtus	mõõtühik
nimetus	väärtus	mõõtühik
nimetus	väärtus	mõõtühik

7. Märkused ehitise kohta

Lisa 3. Projekteerimistingimused

PROJEKTEERIMISTINGIMUSED nr. 02/2014

Sõmerpalus

07.02.2014

Võrumaa Sõmerpalu vallas Järvere külas Tammeoksa kinnistul olemasoleva hoone rekonstrueerimise projekteerimiseks.

Objekti asukoht: Sõmerpalu vald, Järvere küla, Tammeoksa kinnistu.

1.ÜLDANDMED

1.1. Tellija: Kaido Kaust

1.2. Projekteeritav objekt: Elumaja ja kõrvalhoone rekonstrueerimine.

1.3. Projekteerimise staadium: eelprojekt.

2. PAIGALDAMISE TINGIMUSED

2.1. Erinõuded :Päästeteenistuse esitatud nõuded.

Kooskõlastada: Päästeteenistusega

Eelnevate kooskõlastustega projekt esitada Sõmerpalu Vallavalitsusele

Projekteerimistingimused kehtivad kuni 30.12.2014

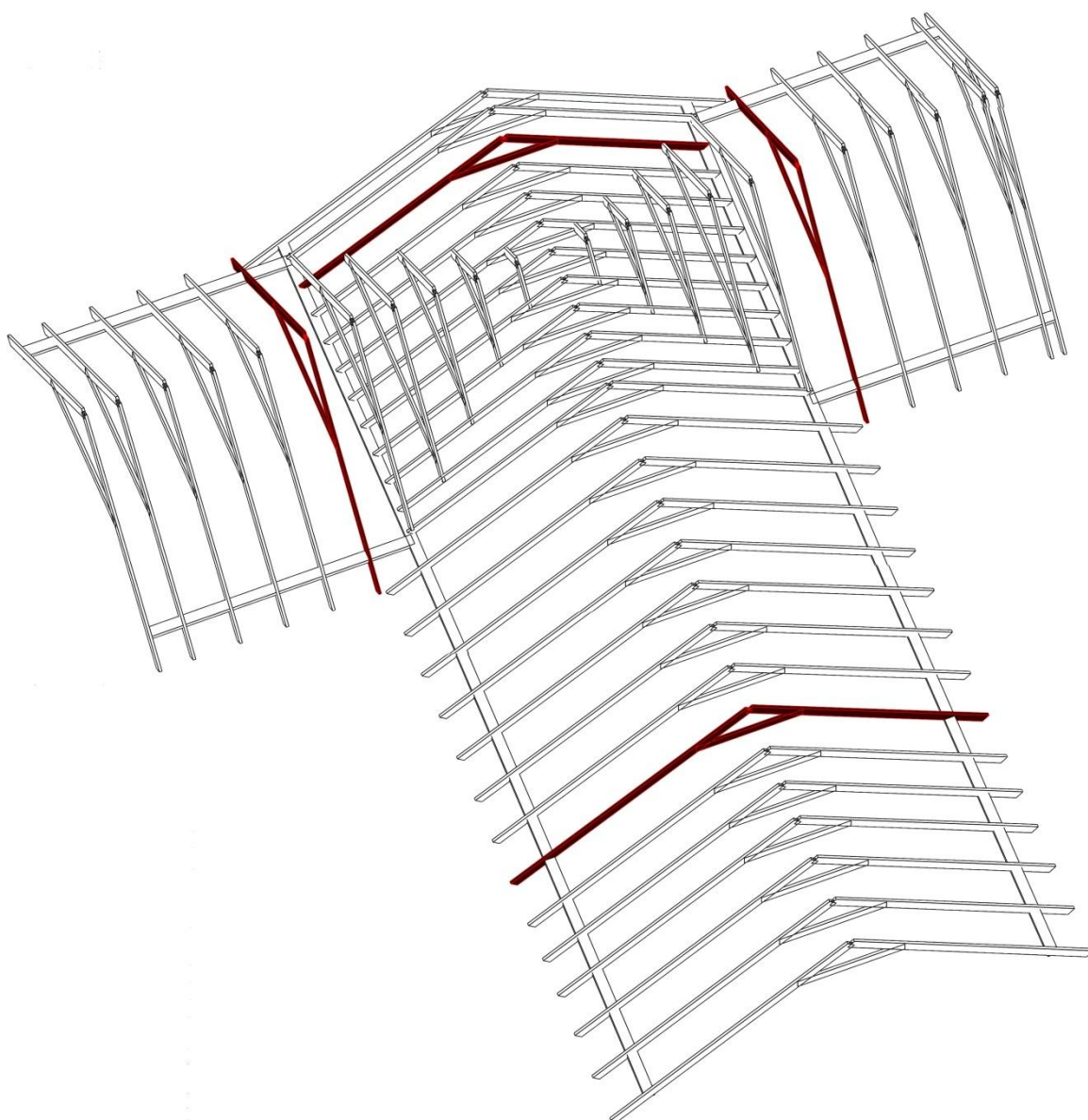
/allkirjastatud digitaalselt/

Aare HOLLO

Vallavanem

Lisa 4. Katusekandjate kolmemõõtmeline arvutusmodel

Mudel on koostatud kasutades arvutiprogrammi *Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014*. Erinevate väärtustega lumekoormused, tuulekoormused neljast ilmakaarest ning katusekihtide omakaalukoormused on lisatud mudelile lauskoormustena katusepinnale. Katusekandjate omakaal on lisatud igale elemendile individuaalselt joonkoormusena. Alljärgneval joonisel (vt Joonis L.4.1) on vastavalt katusetsoonidele (vt Joonis 2.3.1) kõige kriitilisemate sisejõududega elemendid märgistatud punaselt. Nende kohta on käesoleva töö raames tugevusarvutused teostatud.




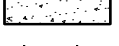

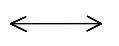
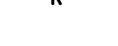
Joonis L.4.1 Katusekonstruktsioonide kolmemõõtmeline arvutusmodel

Lisa 5. Graafiline osa

Leht 1.	ASENDIPLAAN	M 1:250
Leht 2.	VAADE LÕUNAST	M 1:100
Leht 3.	VAADE IDAST	M 1:100
Leht 4.	VAADE PÕHJAST	M 1:100
Leht 5.	VAADE LÄÄNEST	M 1:100
Leht 6.	ESIMESE KORRUSE PLAAN	M 1:100
Leht 7.	ESIMESE KORRUSE SISEKUJUNDUSE PLAAN	M 1:100
Leht 8.	TEISE KORRUSE PLAAN	M 1:100
Leht 9.	LÕIGE A-A	M 1:75
Leht 10.	LÕIGE B-B	M 1:75
Leht 11.	LÕIGE C-C	M 1:75
Leht 12.	LÕIGE D-D	M 1:75
Leht 13.	KATUSE PLAAN	M 1:100
Leht 14.	KATUSEKANDJATE PLAAN	M 1:100
Leht 15.	VAHELAETALADE PLAAN	M 1:100
Leht 16.	TÜÜPLÕIGE VS-1	M 1:10
Leht 17.	TÜÜPLÕIGE VS-2	M 1:10
Leht 18.	TÜÜPLÕIGE VS-3	M 1:10
Leht 19.	TÜÜPLÕIGE VS-4	M 1:10
Leht 20.	TÜÜPLÕIGE VS-5	M 1:10
Leht 21.	TÜÜPLÕIGE SS-1	M 1:10
Leht 22.	TÜÜPLÕIGE SS-2	M 1:10
Leht 23.	TÜÜPLÕIGE P-1	M 1:10
Leht 24.	TÜÜPLÕIGE P-2	M 1:10
Leht 25.	TÜÜPLÕIGE VL-1	M 1:10
Leht 26.	TÜÜPLÕIGE VL-2	M 1:10
Leht 27.	TÜÜPLÕIGE VL-3	M 1:10
Leht 28.	TÜÜPLÕIGE VL-4	M 1:10
Leht 29.	TÜÜPLÕIGE KL-1	M 1:10
Leht 30.	TÜÜPLÕIGE KL-2	M 1:10

ASENDIPLAAN

TINGMÄRGID:

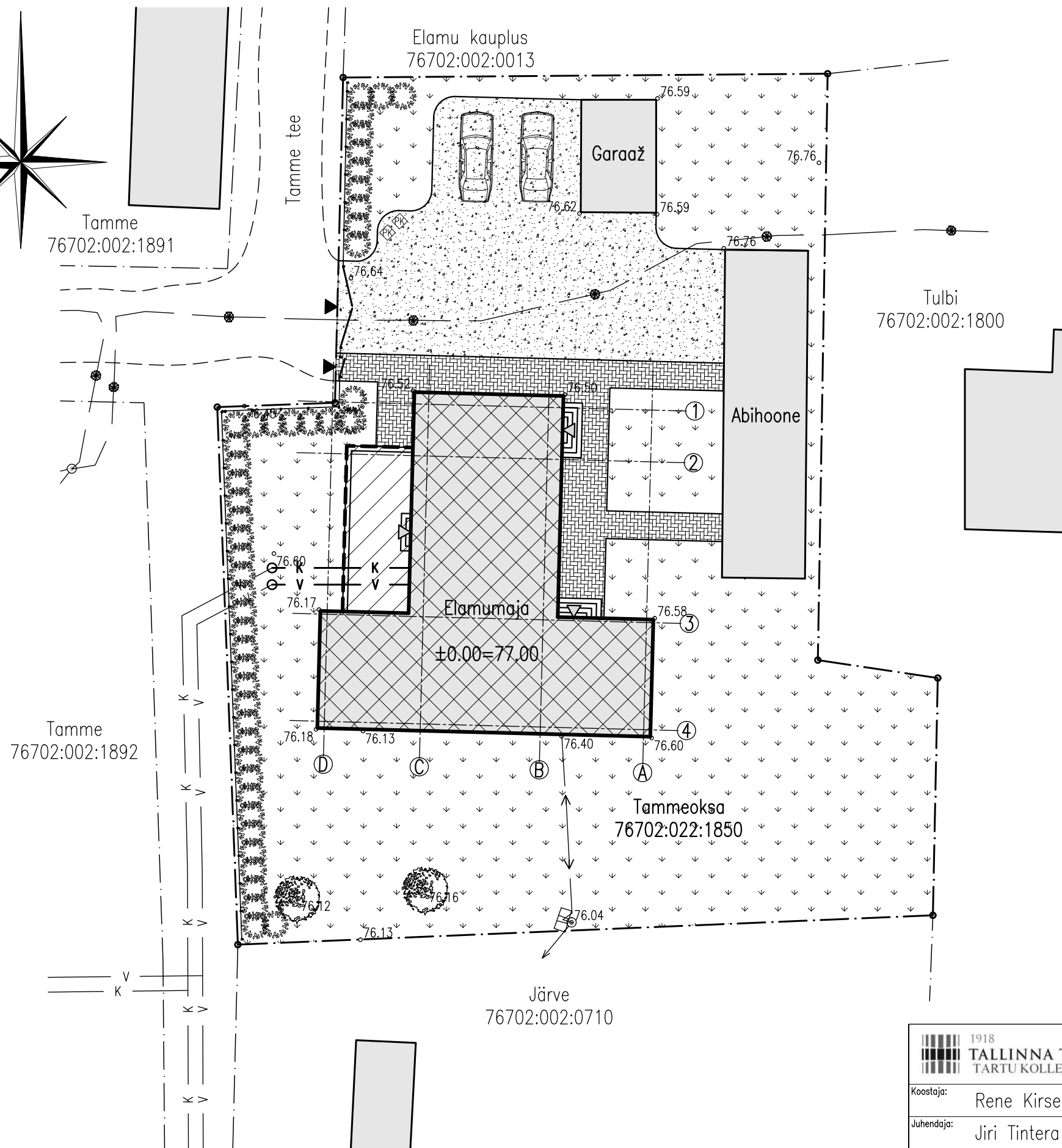
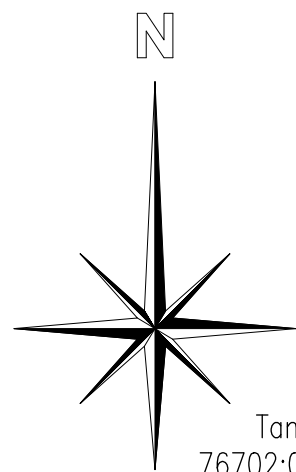
-  Krundi piir
-  Rekonstrueeritav hoone
-  Projekteeritud terrass
-  Olemasolev hoone
-  Betoonkivisillutis
-  Graniitkillustikuga sõiduteed ja platsid
-  Sissepääs krundile ja hoonesse
-  Olemasolev kõrghaljastus
-  Rajatav puitlippaed
-  Rajatav viirpuuhekk
-  Olemasolev sidekaabel
-  Olemasolev madalpingekaabel
-  Olemasolev veetorustik
-  Olemasolev reoveetorustik
-  Rajatav veetorustik
-  Rajatav reoveetorustik

TEHNILISED NÄITAJAD:

Krundi pindala:	1469 m ²
Ehitusalune pindala:	
Rekonstrueeritav hoone:	211 m ²
Kokku:	315 m ²
Täisehituse protsent:	21,4%

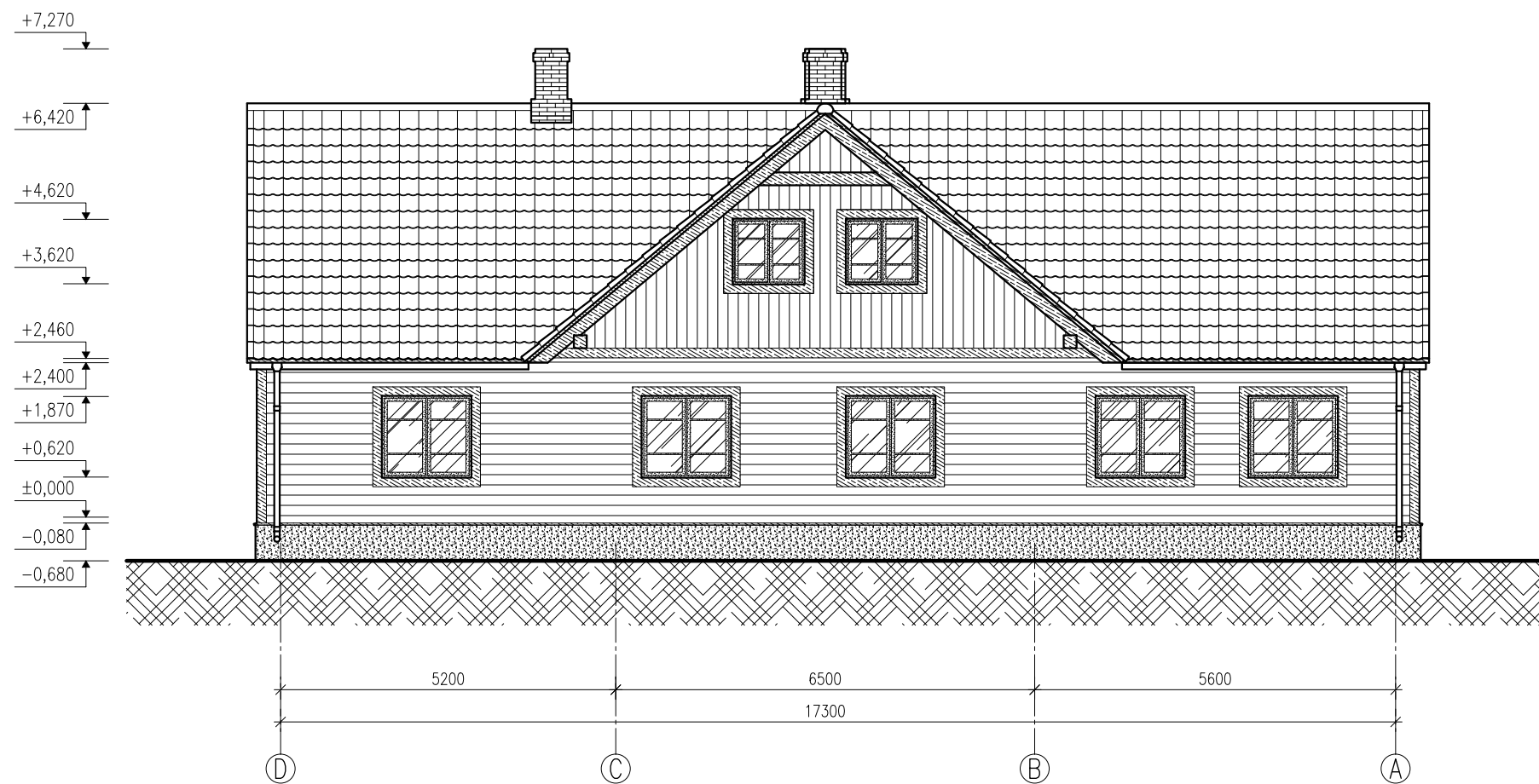
MÄRKUSED:

Käesoleva joonise aluseks on geodeetiline alusplaan:
(OÜ Maamõõdu- ja Arhitektuuribüroo, töö nr. 014/14, veebruar 2014)
Kõrgused Balti süsteemis

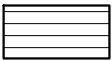

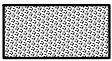
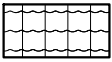
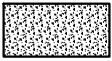


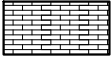


 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsnel	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: ASENDIPLAAN	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mõõt: 1:250	Leht: 1/30

VAADE LÕUNAST

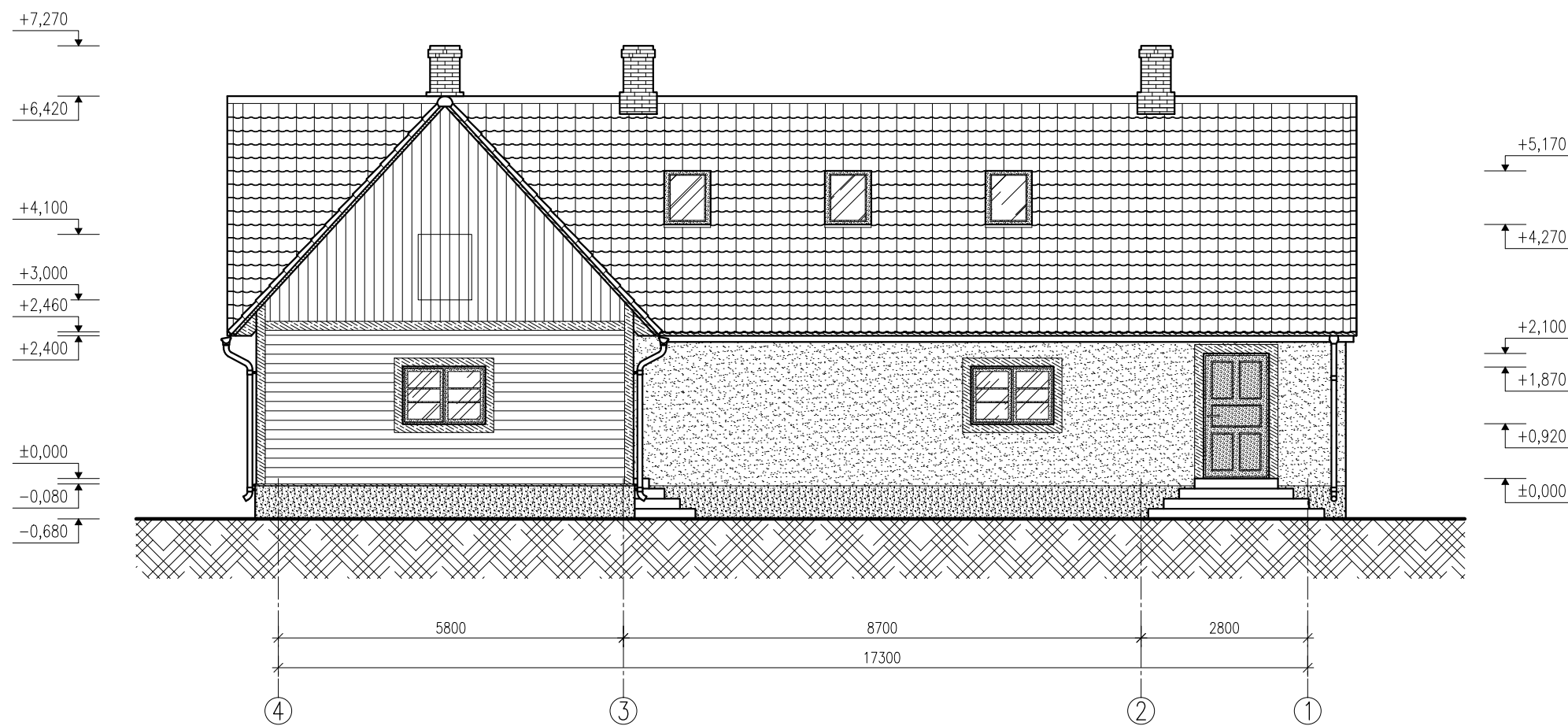


TINGMÄRGID:

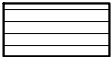


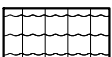

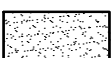
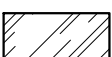


-  Puitfassaad
RAL 1015 Light ivory
-  Puitdetailid, akende/uste/seinte ääristused
RAL 8011 Nut brown
-  Puidust aknaraamid, ukseraamid, ukselehed
RAL 1013 Oyster white
-  Betonist katusekivid
Monier Est-Stein Elegant Plus savipunane
-  Hall krohv
RAL 7006 Beige grey
-  Klaas
-  Vihmaveesüsteemid
RAL 7043 Traffic grey B
-  Korstnapitsid
Valge silikaattellis


 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: VAADE LÕUNAST	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mõõt: 1:100	Leht: 2/30

VAADE IDAST

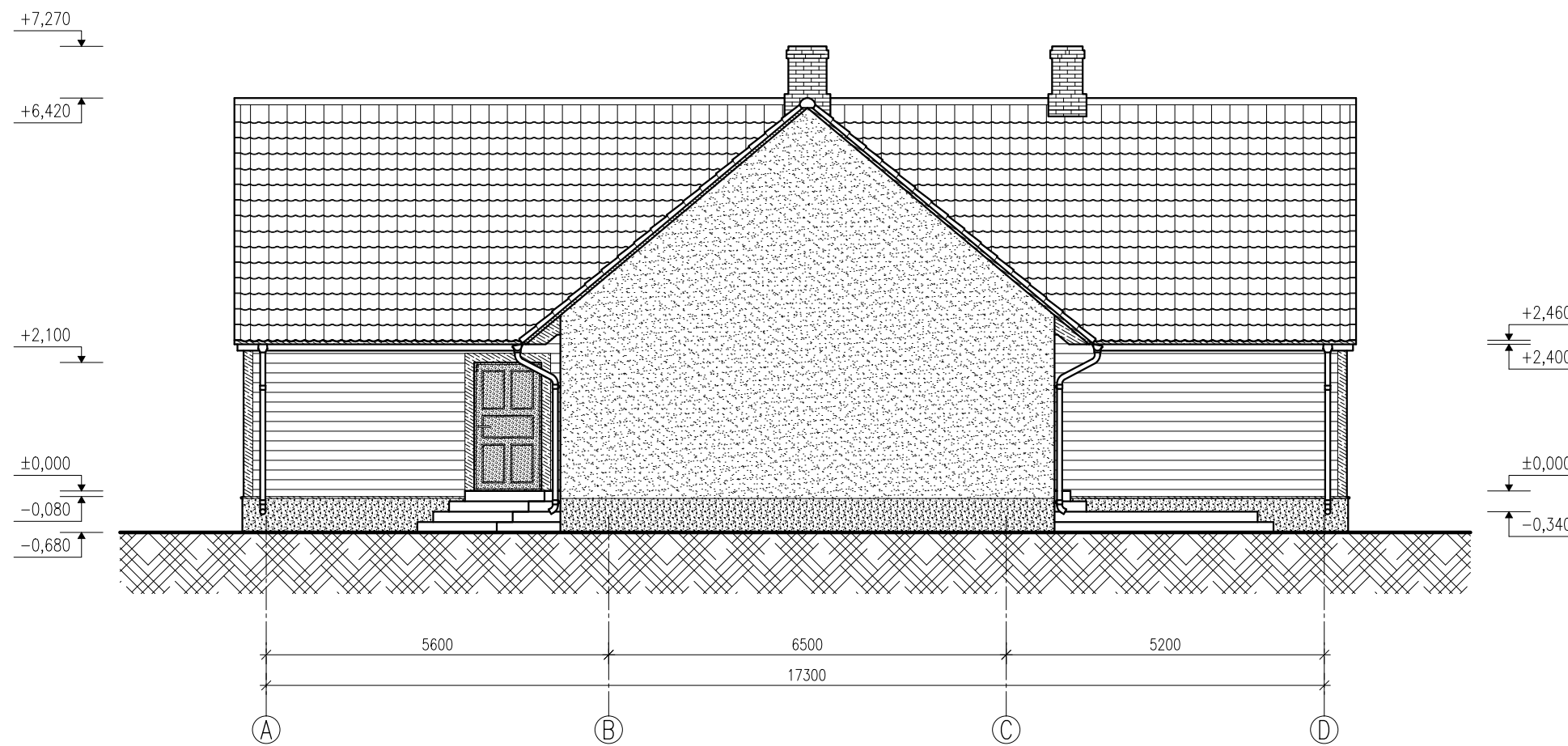


TINGMÄRGID:

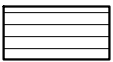

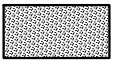
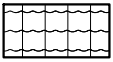
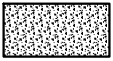

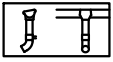
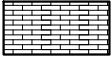
-  Puitfassaad
RAL 1015 Light ivory
-  Puitdetailid, akende/uste/seinte ääristused
RAL 8011 Nut brown
-  Puidust aknaraamid, ukseraamid, ukselehed
RAL 1013 Oyster white
-  Betoonist katusekivid
Monier Est-Stein Elegant Plus savipunane
-  Hall krohv
RAL 7006 Beige grey
-  Valge krohv
RAL 9010 Pure white
-  Klaas
-  Vihmaveesüsteemid
RAL 7043 Traffic grey B
-  Korstnapitsid
Valge silikaattellis

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine			
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: VAADE IDAST			
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3	Mõõt: 1:100	Leht: 3/30

VAADE PÕHJAST

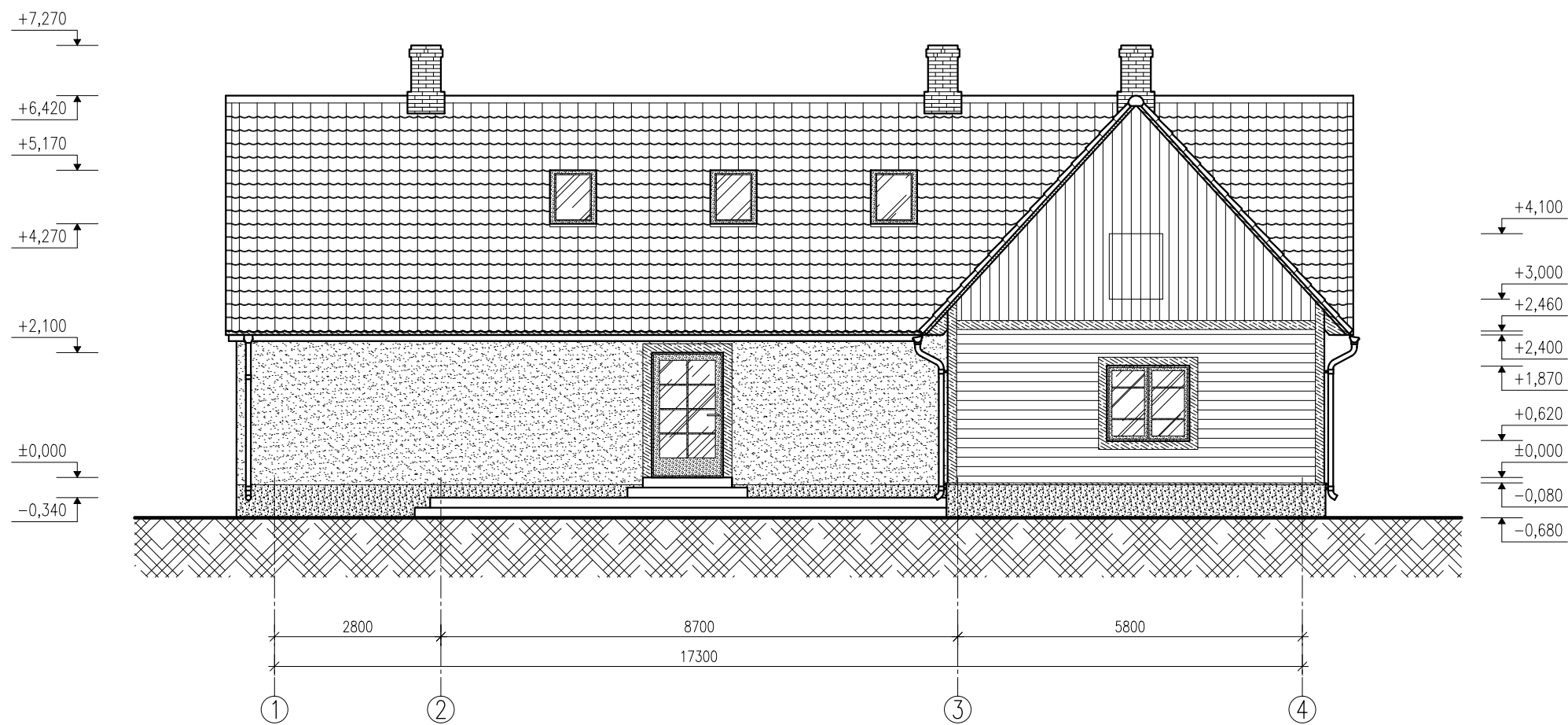


TINGMÄRGID:

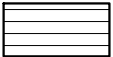


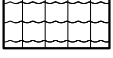

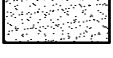
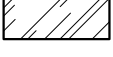
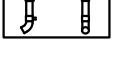

-  Puitfassaad
RAL 1015 Light ivory
-  Puitdetailid, akende/uste/seinte ääristused
RAL 8011 Nut brown
-  Puidust aknaraamid, ukseraamid, ukselehed
RAL 1013 Oyster white
-  Betoonist katusekivid
Monier Est–Stein Elegant Plus savipunane
-  Hall krohv
RAL 7006 Beige grey
-  Valge krohv
RAL 9010 Pure white
-  Vihmaveesüsteemid
RAL 7043 Traffic grey B
-  Korstnapitsid
Valge silikaattellis

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: VAADE PÕHJAST	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mõõt: 1:100	Leht: 4/30

VAADE LÄÄNEST

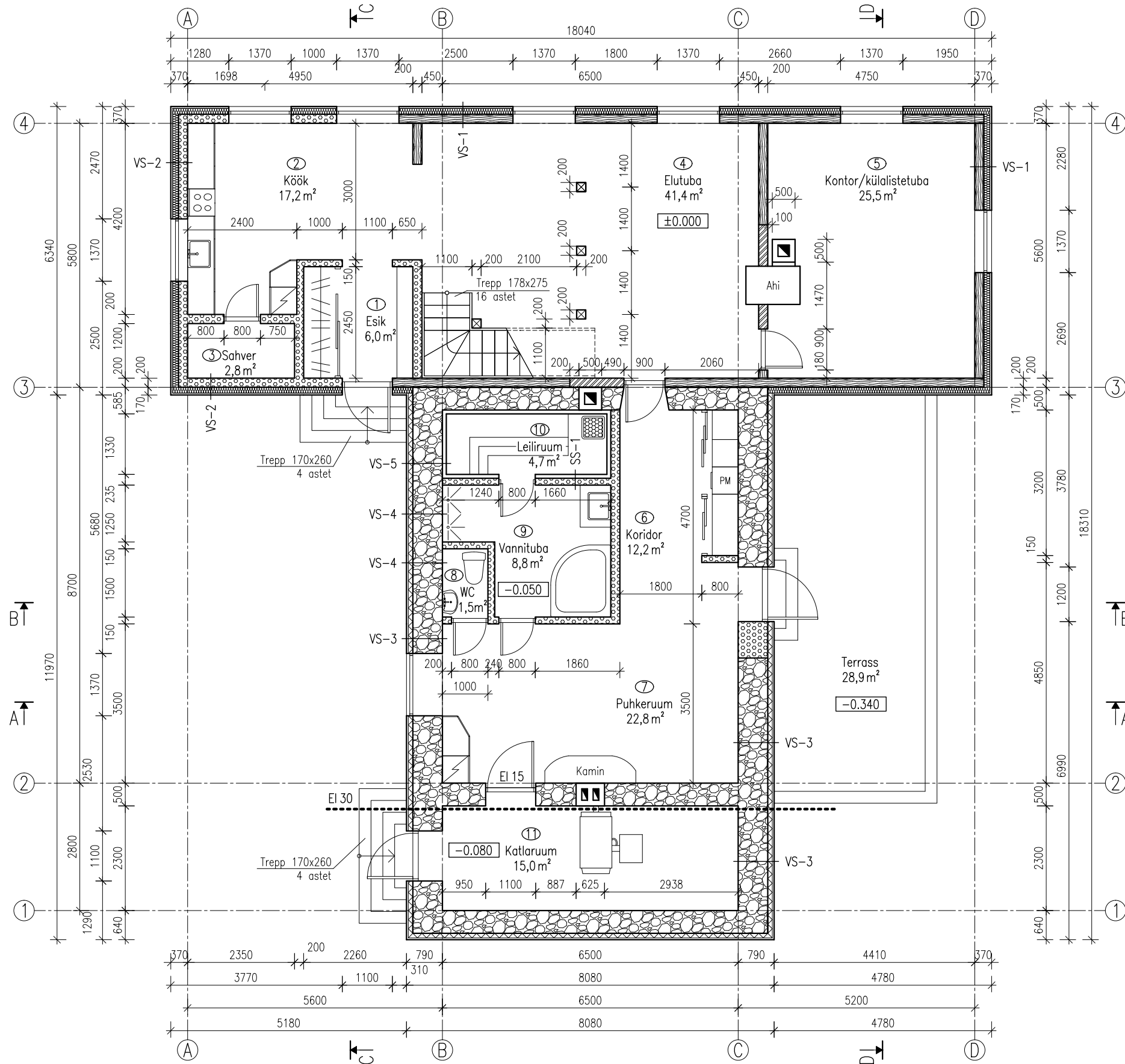


TINGMÄRGID:

-  Puitfassaad
RAL 1015 Light ivory
-  Puitdetailid, akende/uste/seinte ääristused
RAL 8011 Nut brown
-  Puidust aknaraamid, ukseraamid, ukselehed
RAL 1013 Oyster white
-  Betoonist katusekivid
Monier Est-Stein Elegant Plus savipunane
-  Hall krohv
RAL 7006 Beige grey
-  Valge krohv
RAL 9010 Pure white
-  Klaas
-  Vihmaveesüsteemid
RAL 7043 Traffic grey B
-  Korstnapitsid
Valge silikaattellis


 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: VAADE LÄÄNEST	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mööd: 1:100	Leht: 5/30

ESIMESE KORRUSE PLAAN

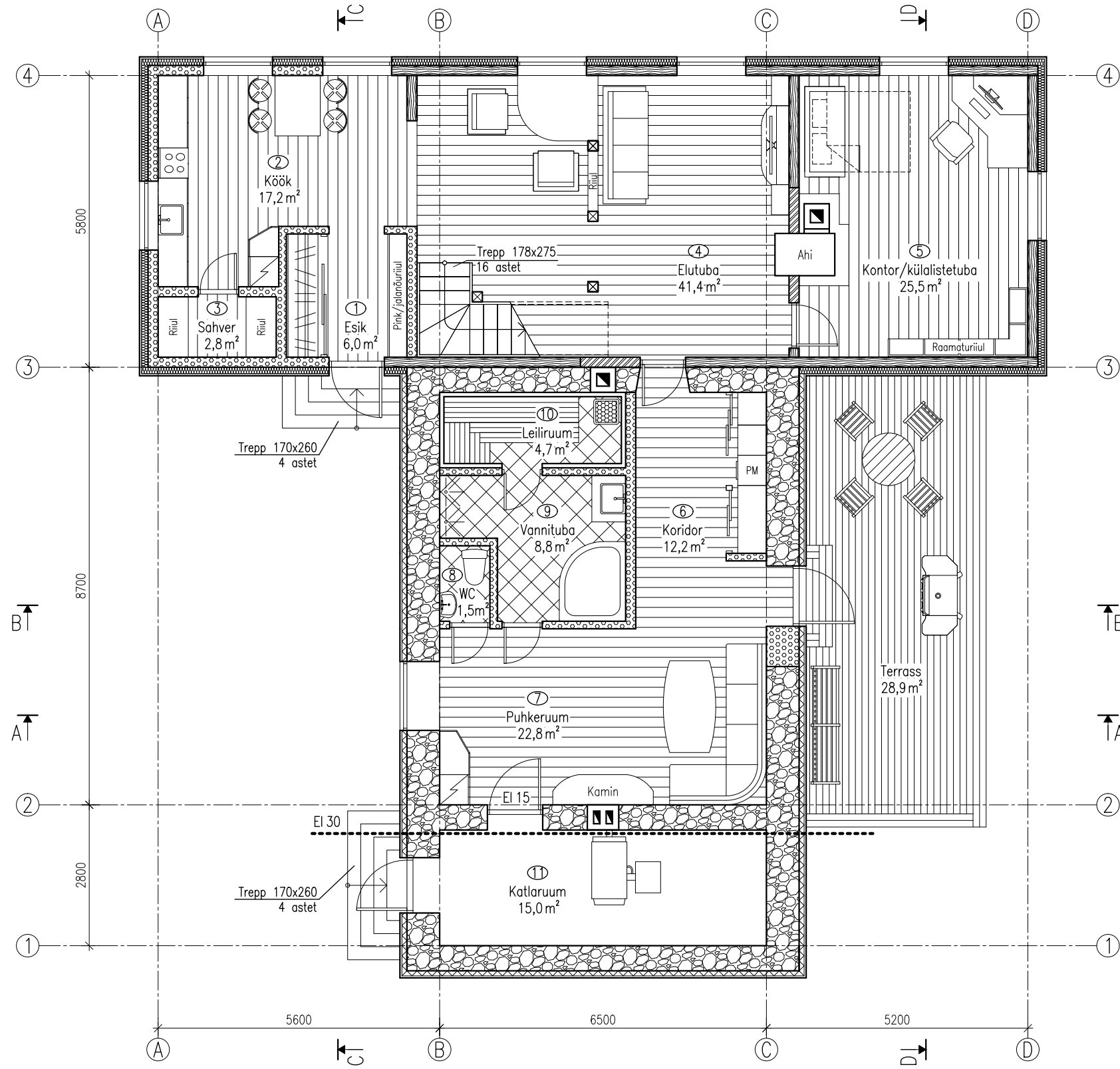


TINGMÄRGID:

-  Olemasolev palksein
-  Olemasolev maakivisein
-  Olemasolev tellissein
-  Kergbetoonsein
-  Mineraalvillsoojustus
-  Rooplaatsoojustus


 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: ESIMESE KORRUSE PLAAN	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Möödt: 1:100	Leht: 6/30

ESIMESE KORRUSE SISEKUJUNDUSE PLAAN

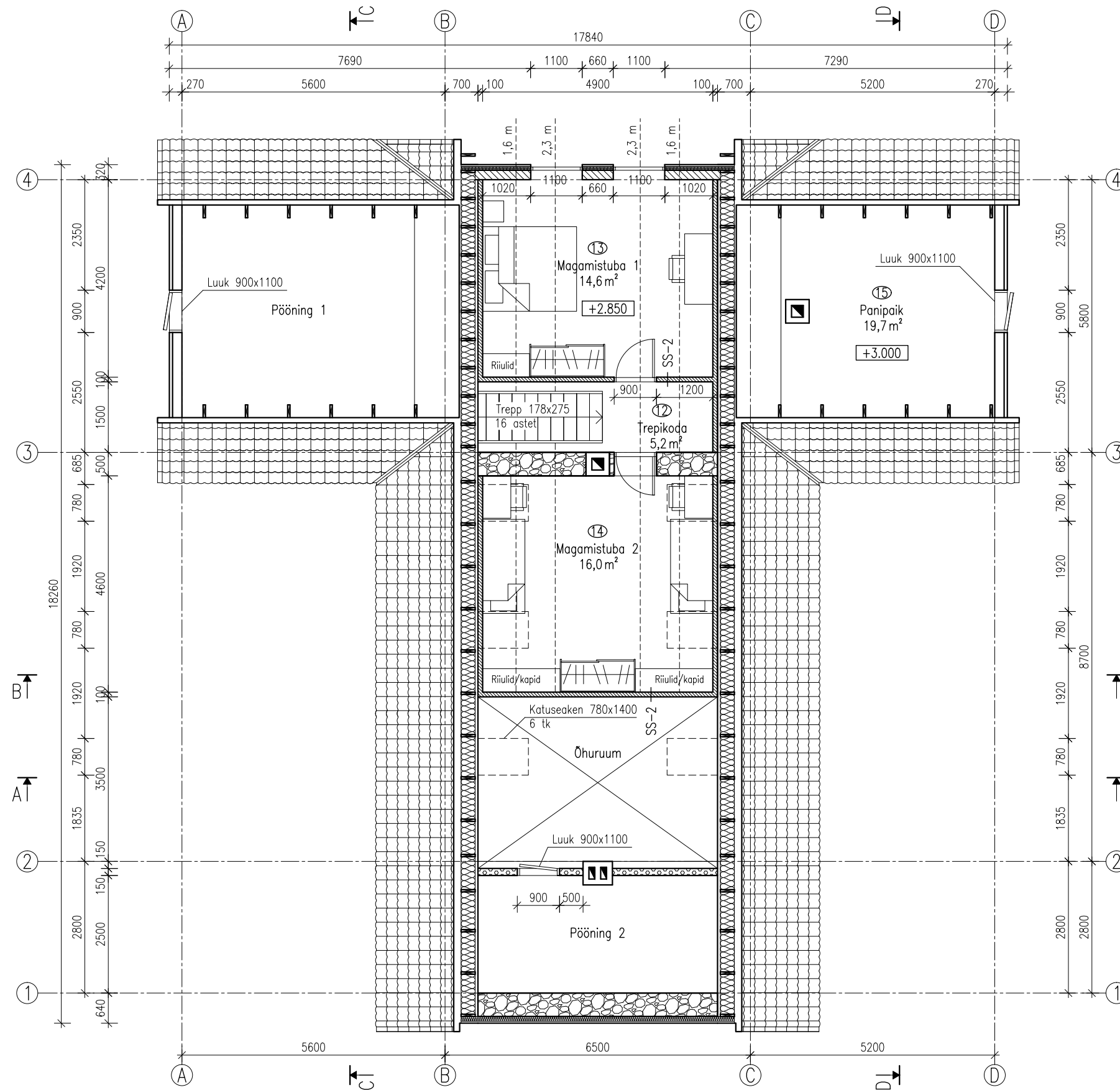


TINGMÄRGID:

-  Olemasolev palksein
-  Olemasolev maakivisein
-  Olemasolev tellissein
-  Kergbetoonsein
-  Mineraalvillsoojustus
-  Rooplaatsoojustus

 1918 TALLINNA TEHNICAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: ESIMESE KORRUSE SISEKUJUNDUSE PLAAN	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Möödt: 1:100	Leht: 7/30

TEISE KORRUSE PLAAN

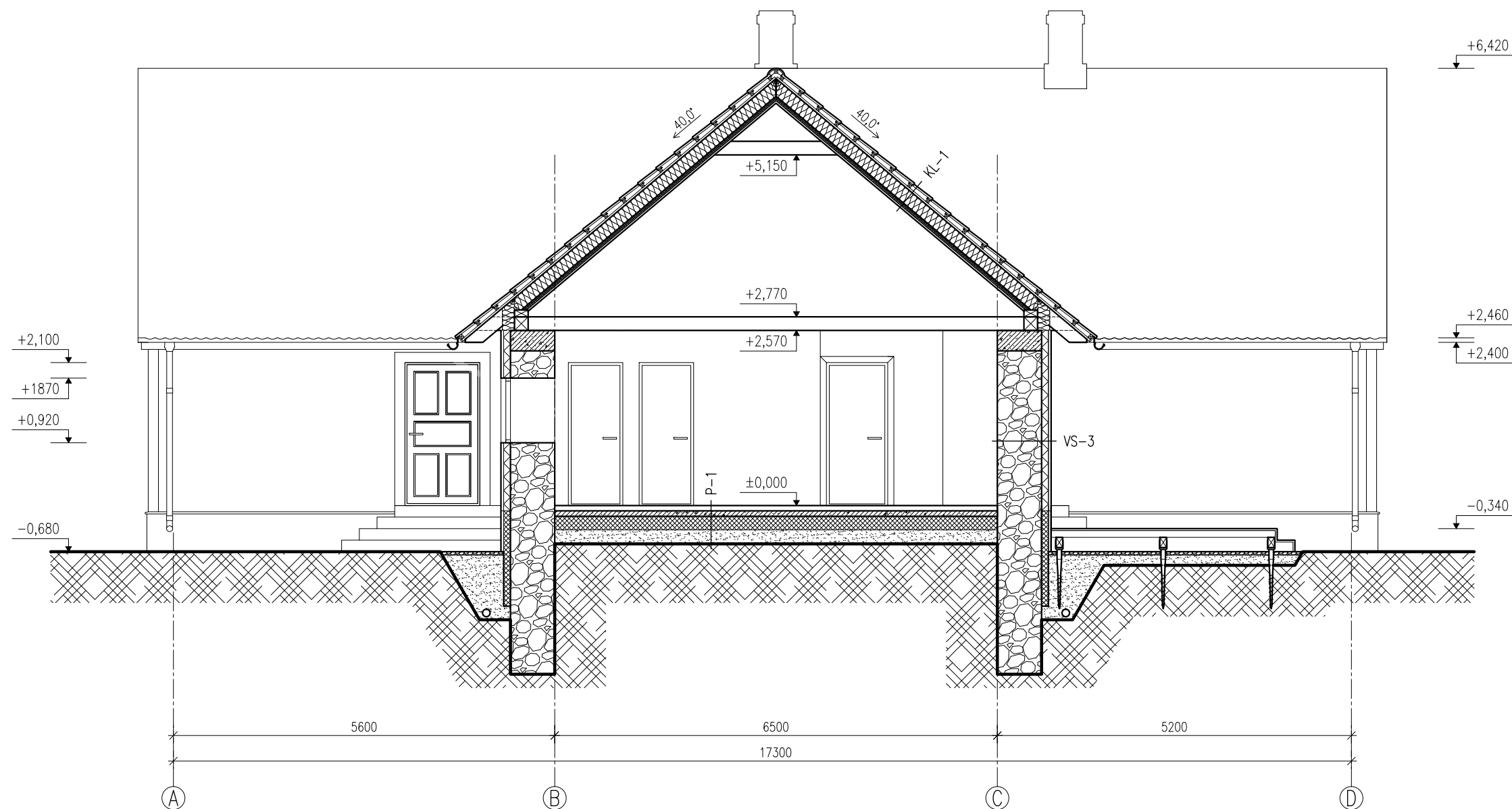


TINGMÄRGID:

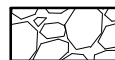
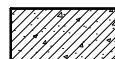
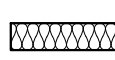
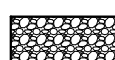
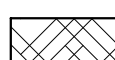
- Olemasolev maakivisein
- Kergbetoonsein
- Puitkarkassiga välissein
- Kipsplaatvahesein
- Mineraalvillsoojustus

1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus:	Tammeoksa talu rekonstrueerimine		
		Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Rene Kirsell	Töö liik:	Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja:	Jiri Tintera	Joonise nimetus:	TEISE KORRUSE PLAAN	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev:	30.05.2014	Formaat:	A3
	Mõõt:	1:100	Leht:	8/30

LÕIGE A-A

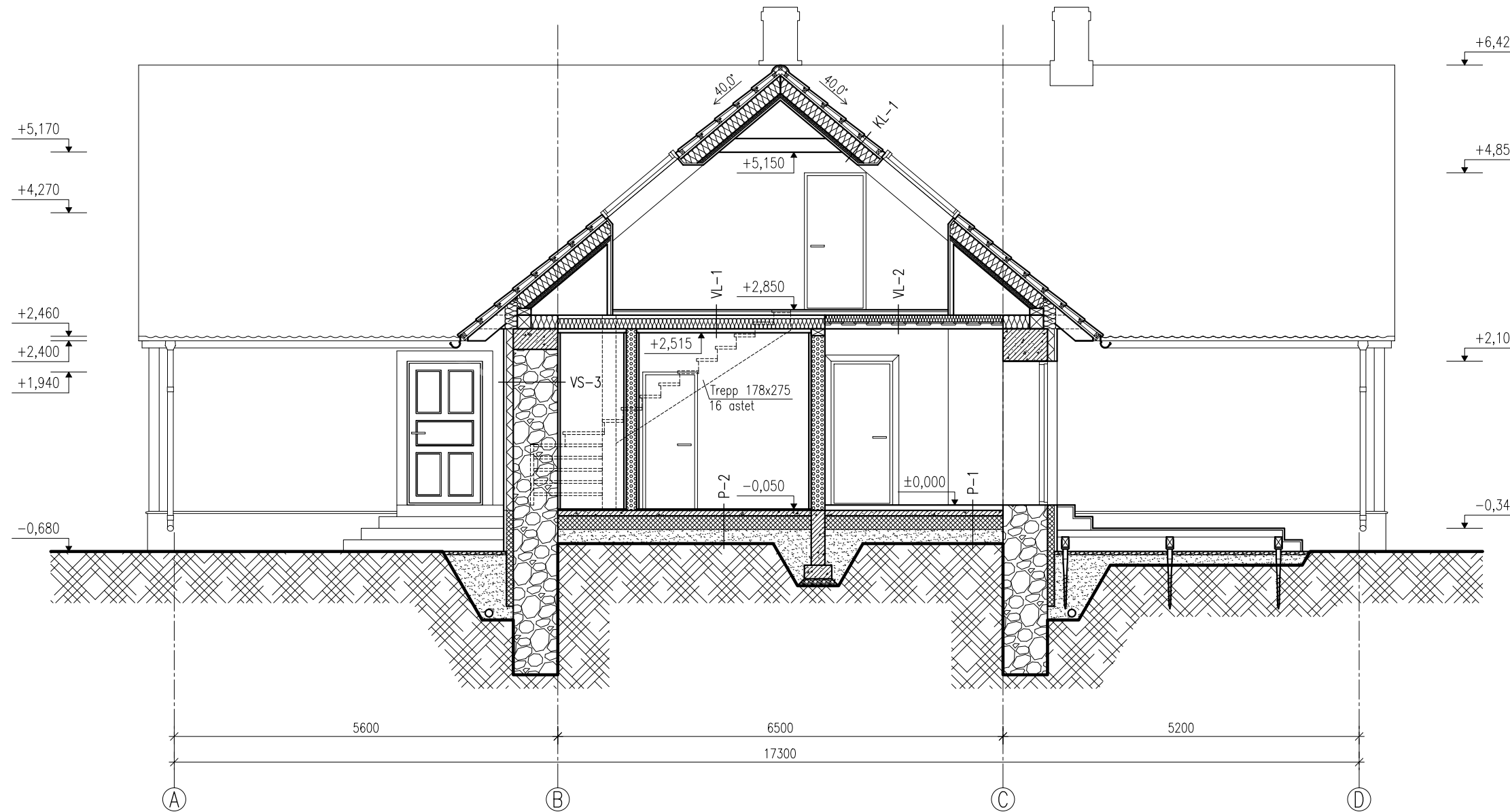


TINGMÄRGID:

-  Olemasolev maakivisein
-  Raudbetoon
-  Mineraalvillsoojustus
-  Vahtpolüstüreensoojustus
-  Rooplaatsoojustus
-  Liiv
-  Killustik
-  Pinnas

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: LÕIGE A-A	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mõõt: 1:75	Leht: 9/30

LÕIGE B-B

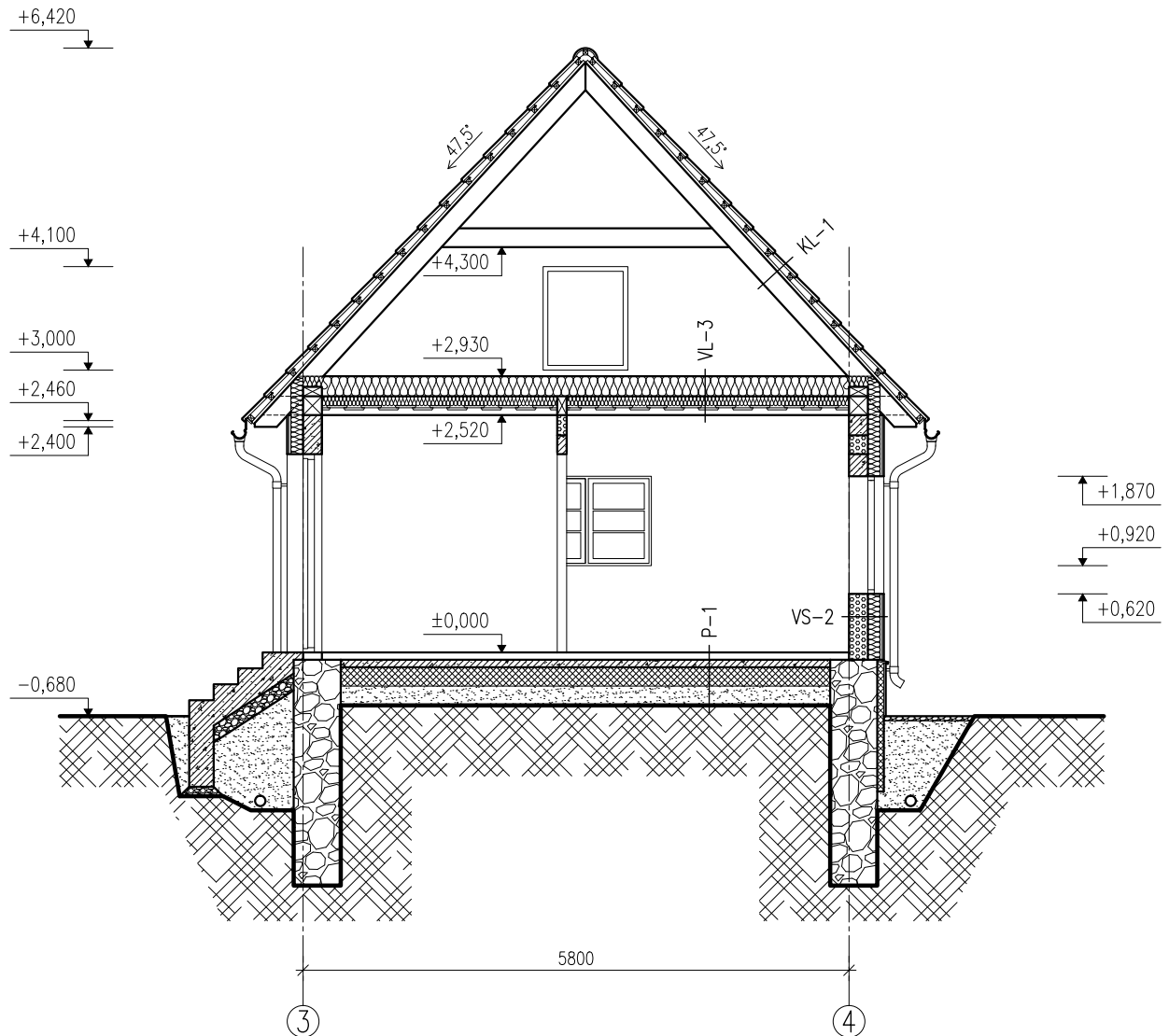


TINGMÄRGID:

- Olemasolev maakivisein
- Raudbetoon
- Kergbetoonsein
- Mineraalvillsoojustus
- Vahtpolüstüreensoojustus
- Rooplaatsoojustus
- Liiv
- Kõllustik
- Pinnas

1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: LÕIGE B-B	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Möödt: 1:75	Leht: 10/30

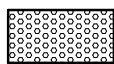
LÕIGE C-C



TINGMÄRGID:



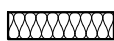
Olemasolev maakivisein



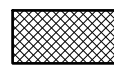
Kergbetoonsein



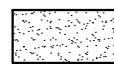
Raudbetoon



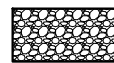
Mineraalvillsoojustus



Vahtpolüstireensoojustus




Liiv



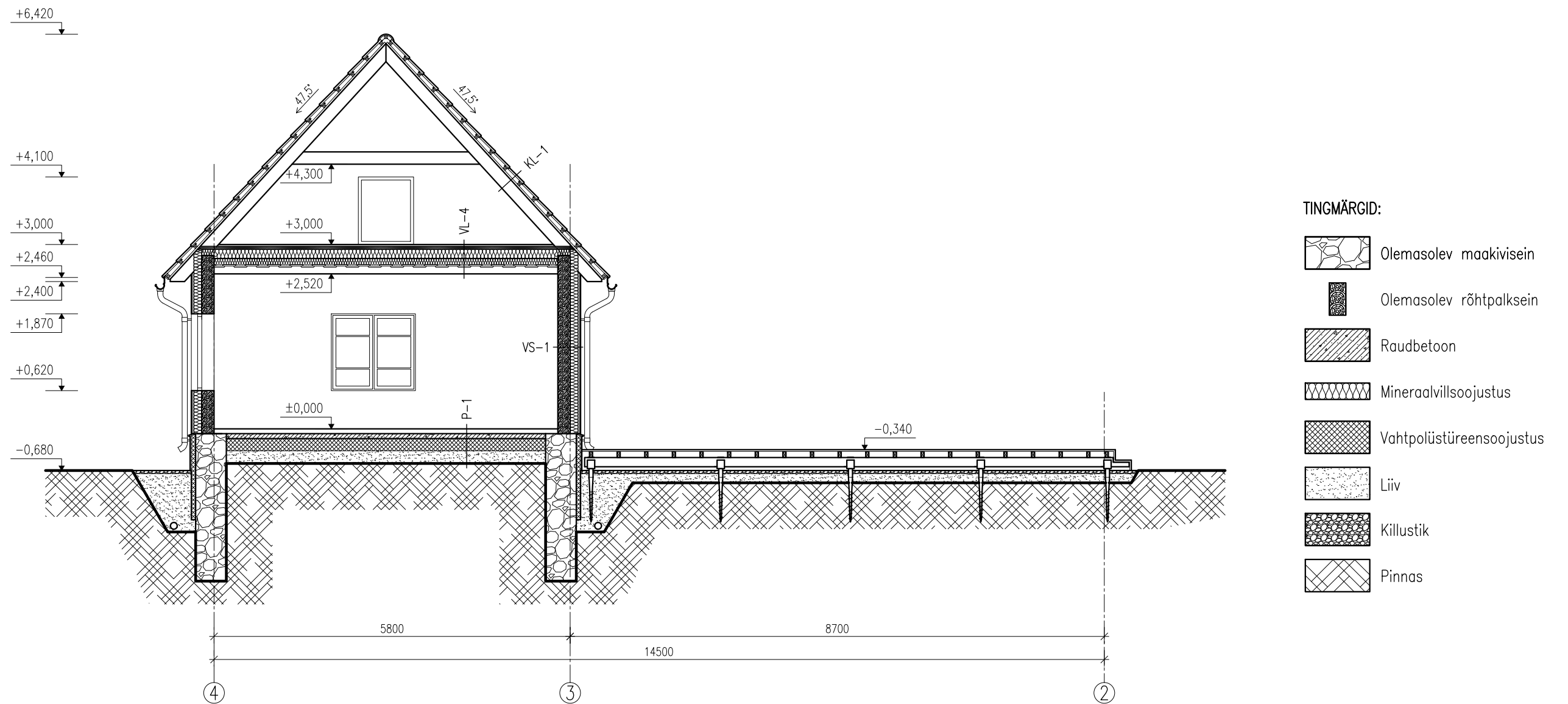
Killustik




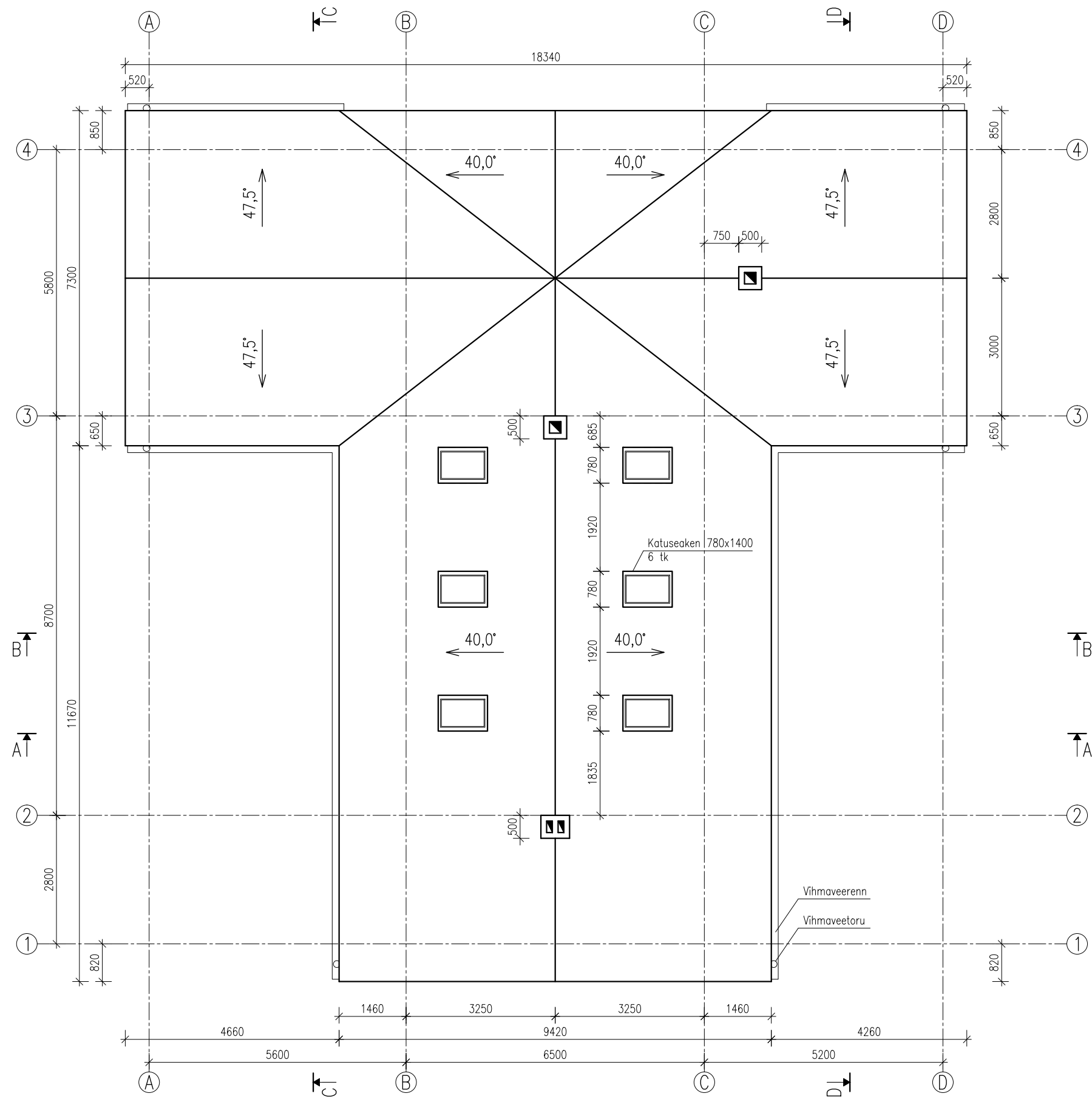
Pinnas

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine			
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: LÕIGE C-C			
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A4	Mööd: 1:75	Leht: 11/30

LÕIGE D-D

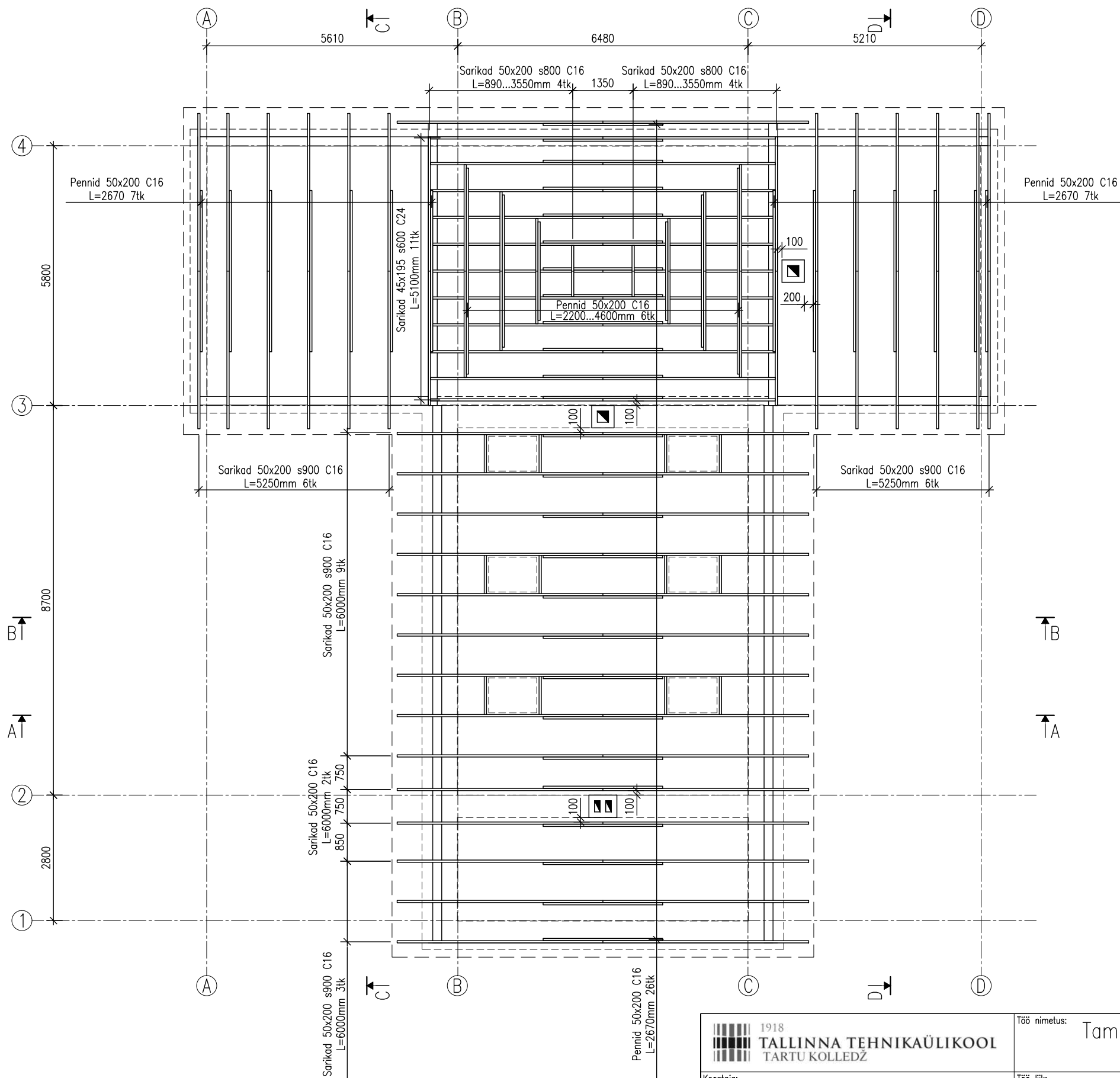


 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine			
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: LÕIGE D-D			
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3	Mõõt: 1:75	Leht: 12/30



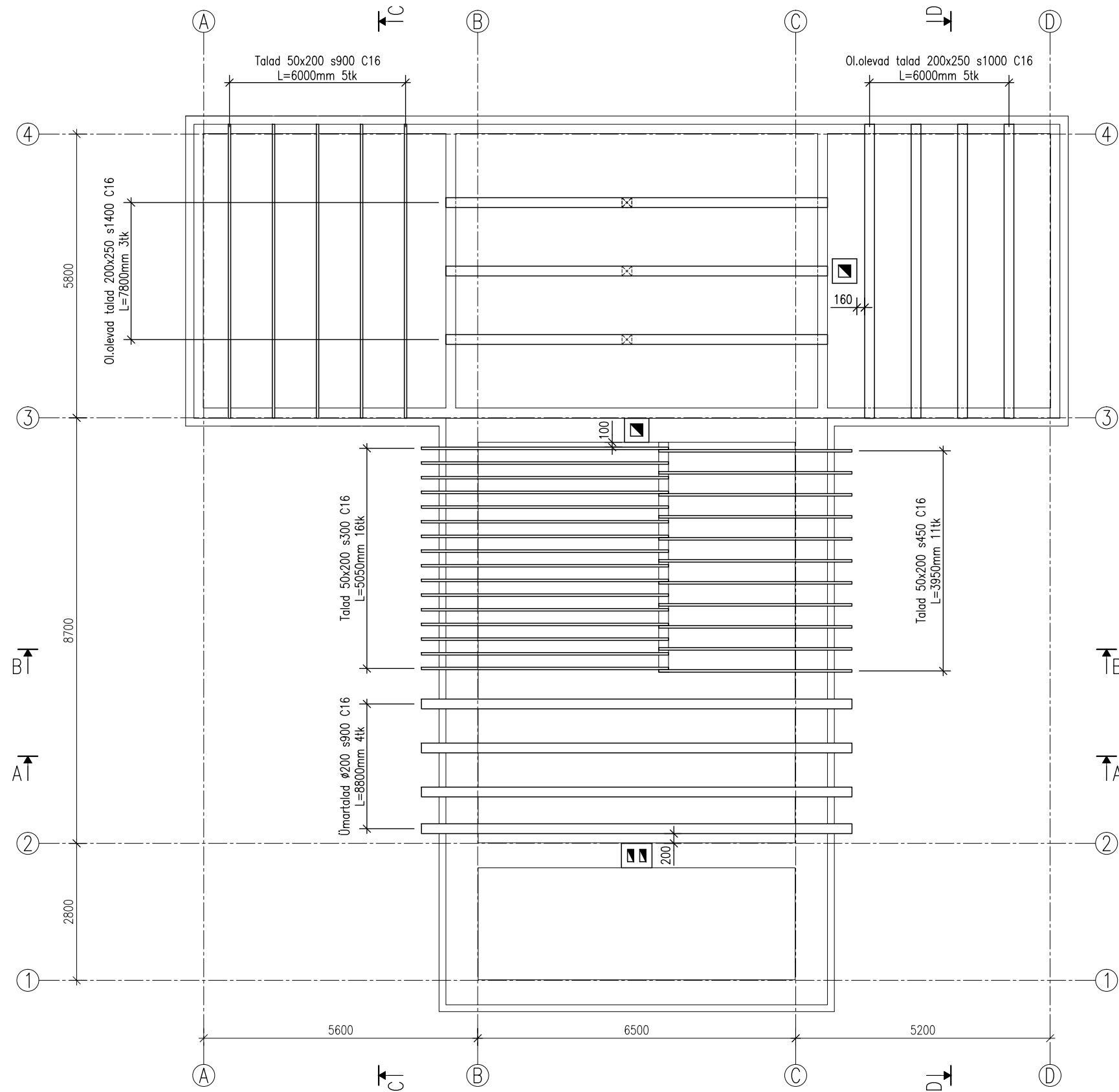
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine	
	Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: KATUSE PLAAN	
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3
	Mõõt: 1:100	Leht: 13/30


KATUSEKANDJATE PLAAN



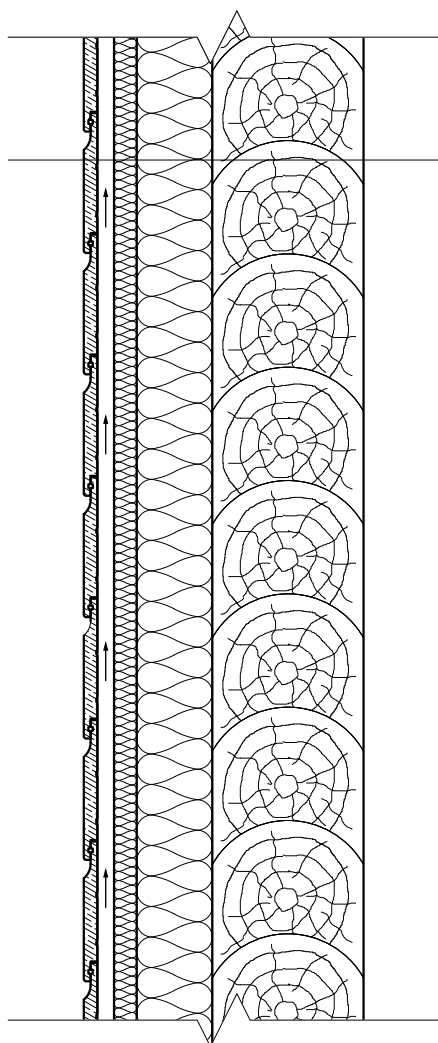
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
	Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö		
Juhendaja: Illimar Kalk	Joonise nimetus: KATUSEKANDJATE PLAAN			
Säästva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3	Mõõt: 1:100	Leht: 14/30

VAHELAETALADE PLAAN




 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
	Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö		
Juhendaja: Illimar Kalk	Joonise nimetus: VAHELAETALADE PLAAN			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaat: A3	Mõõt: 1:100	Leht: 15/30

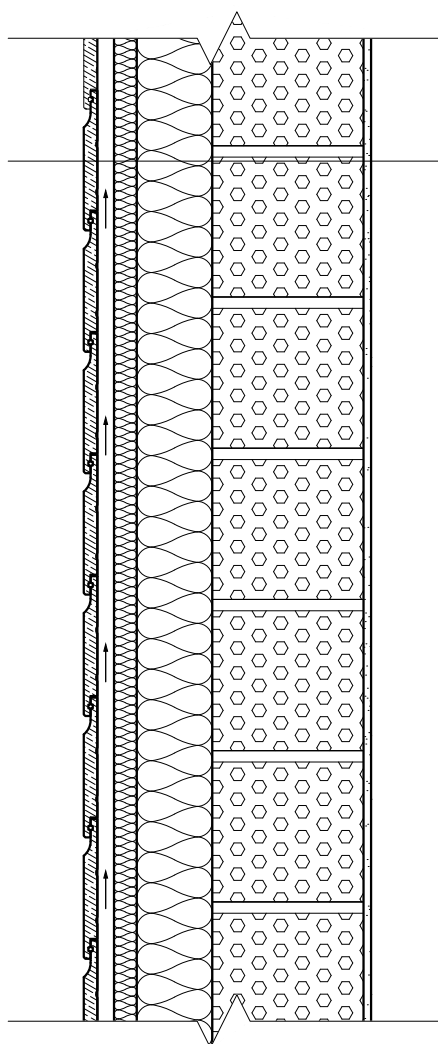
TÜÜPLÕIGE VS-1




- Välisvoodrilaud ~20x185 mm
- Tuulutusliist 22x50 mm, s=600 mm
- Tuuletõkkeplaat Isover RKL-31 Facade 30 mm
- Puitprussid 50x100 mm, s=600 mm
+ Soojustus Isover KL 33 100 mm
- Olemasolev rõhtpalksein 200 mm

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VS-1			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 16/30

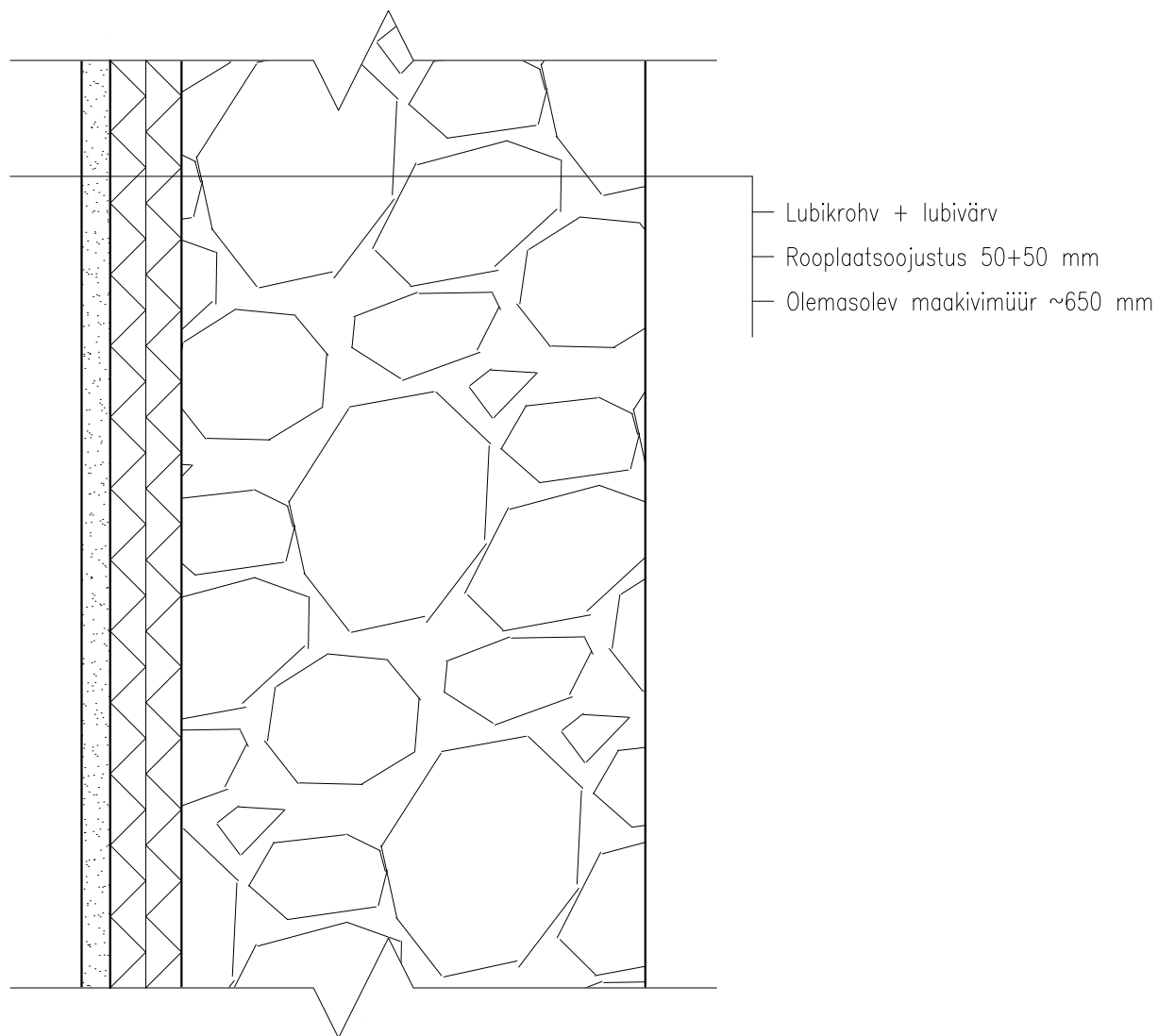
TÜÜPLÕIGE VS-2




- Välisvoodrilaud ~20x185 mm
- Tuulutuliist 22x50 mm, s=600 mm
- Tuuletõkkeplaat Isover RKL-31 Facade 30 mm
- Puitprussid 50x100 mm, s=600 mm
+ Soojustus Isover KL 33 100 mm
- Kergbetoonplokki Fibo 3 200 mm
- Krohv
- Viimistluspahtel + värv

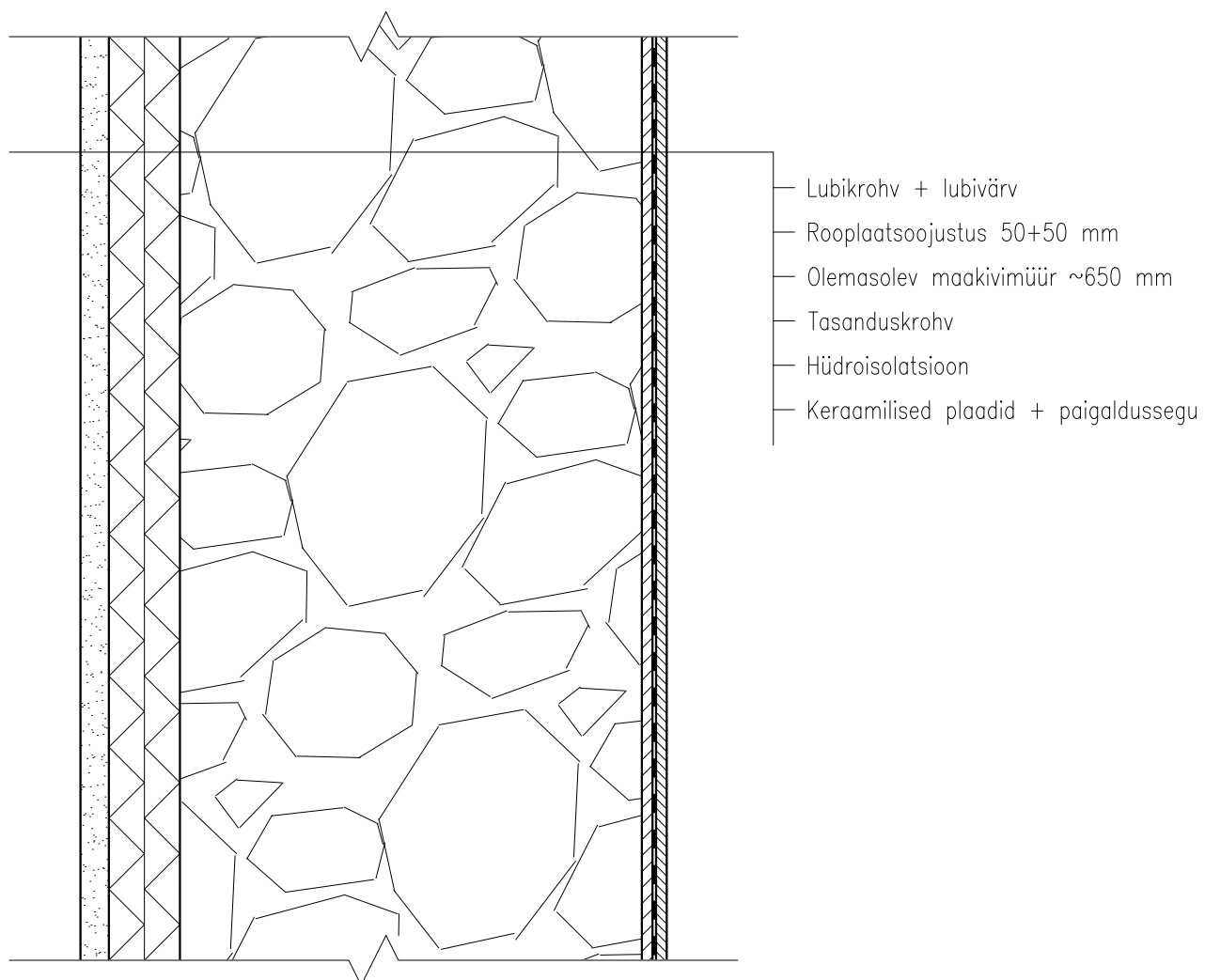
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsnel	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VS-2			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 17/30

TÜÜPLÕIGE VS-3




 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VS-3			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 18/30

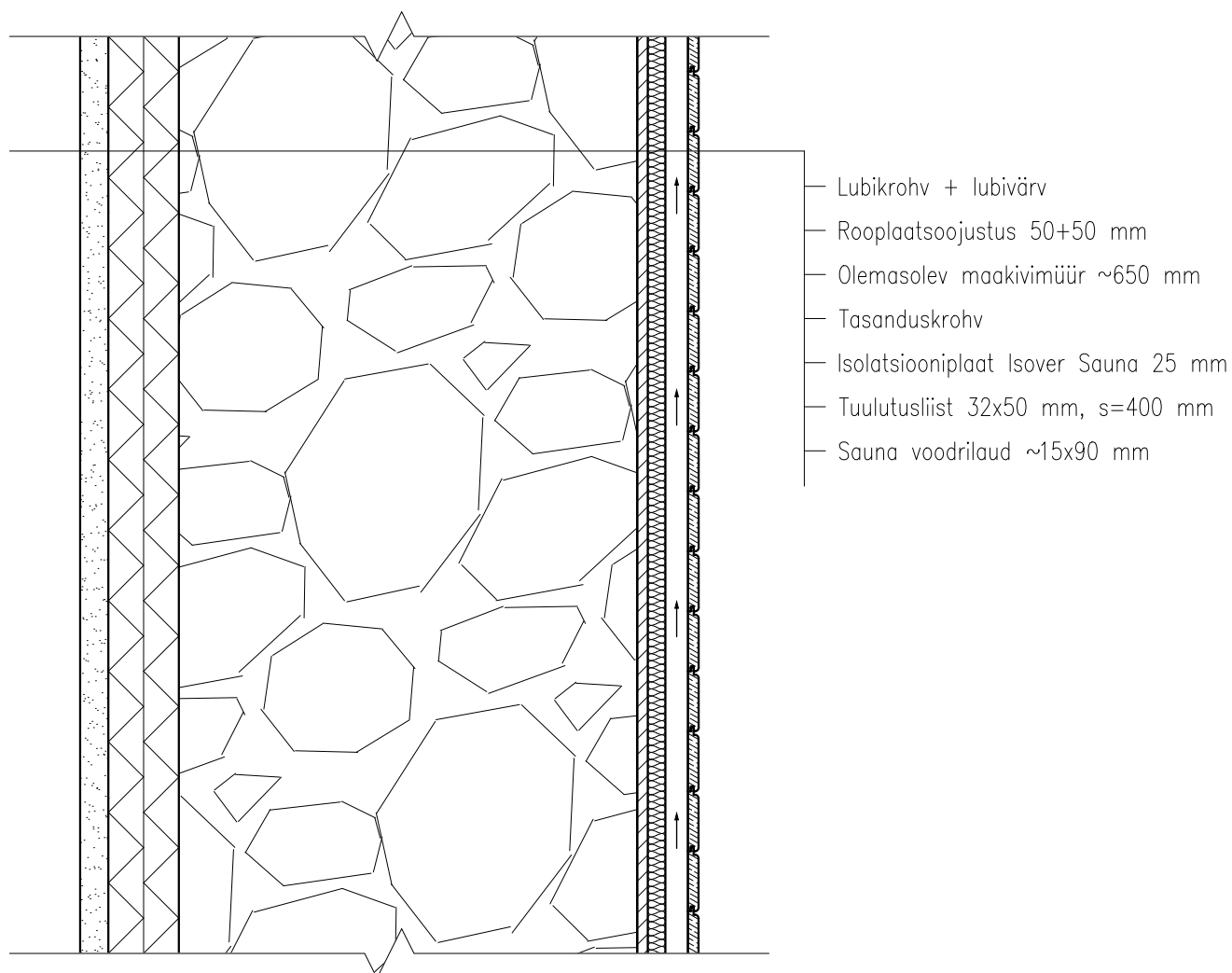
TÜÜPLÕIGE VS-4




- Lubikrohv + lubivärv
- Rooplaatssoojustus 50+50 mm
- Olemasolev maakivimüür ~650 mm
- Tasanduskrohv
- Hüdroisolsatsioon
- Keraamilised plaadid + paigaldussegu

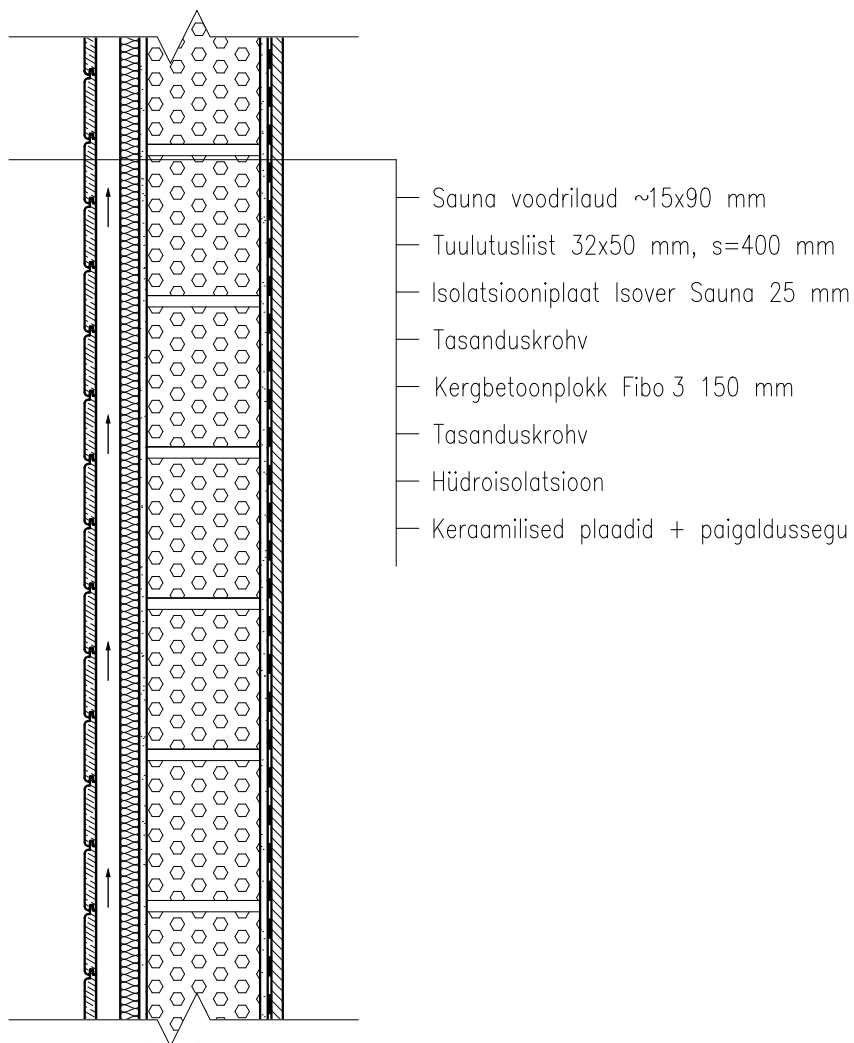
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VS-4			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 19/30


TÜÜPLÕIGE VS-5



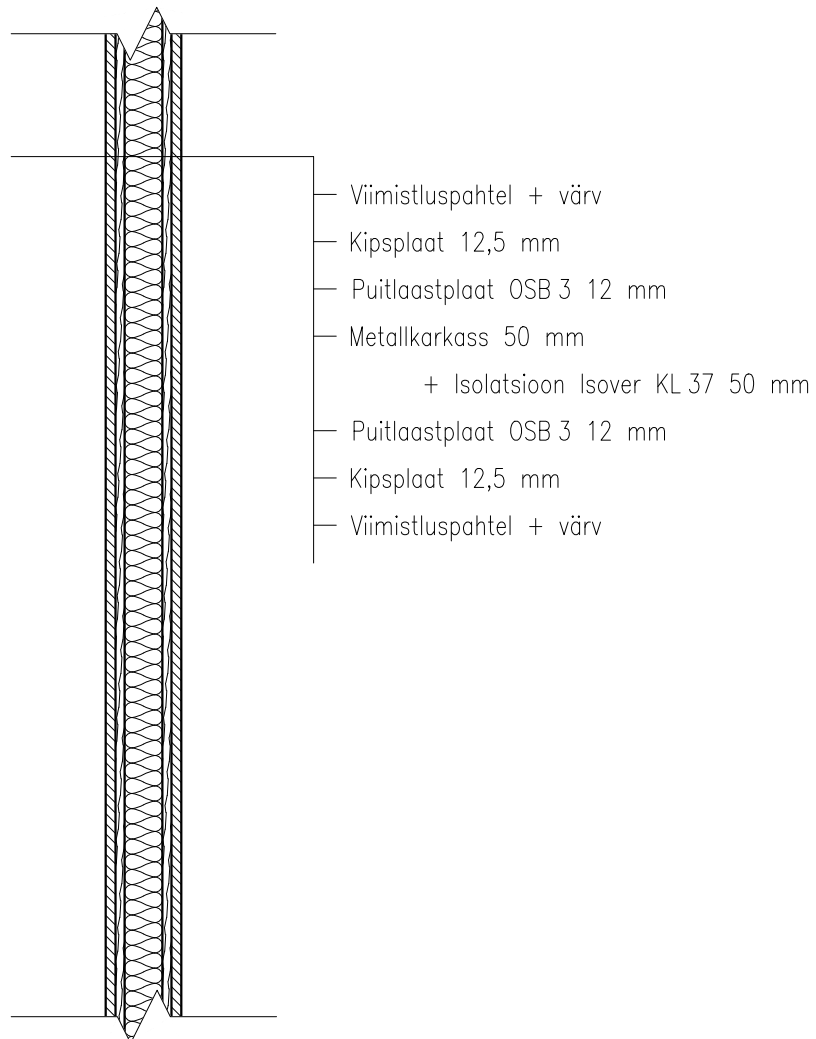
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VS-5			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 20/30

TÜÜPLÕIGE SS-1



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE SS-1			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 21/30

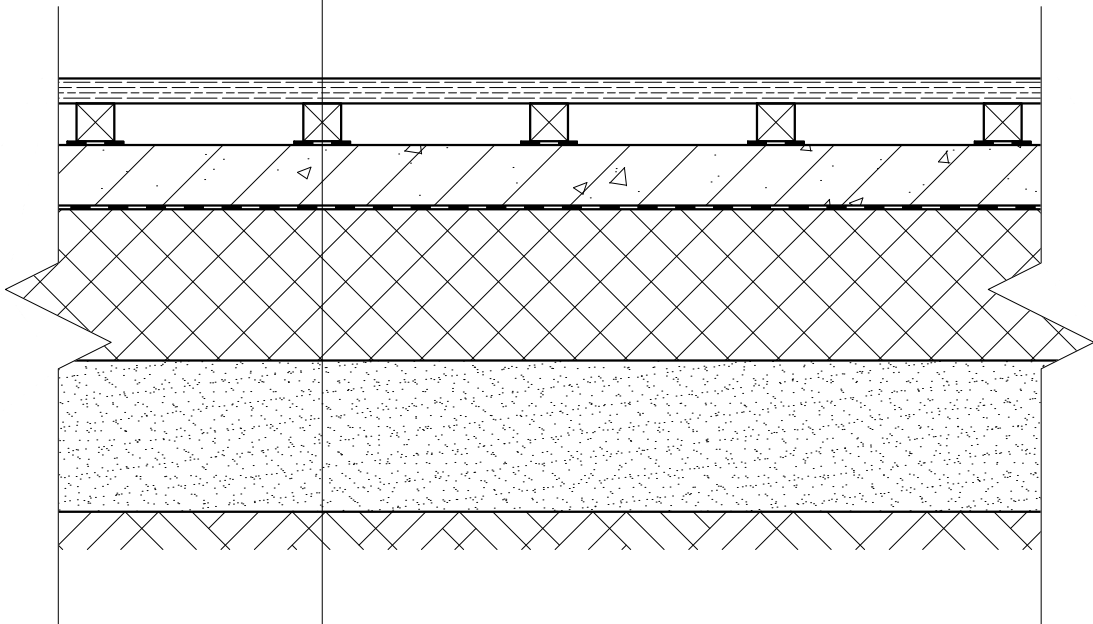
TÜÜPLÕIGE SS-2



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE SS-2			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 22/30

TÜÜPLÕIGE P-1

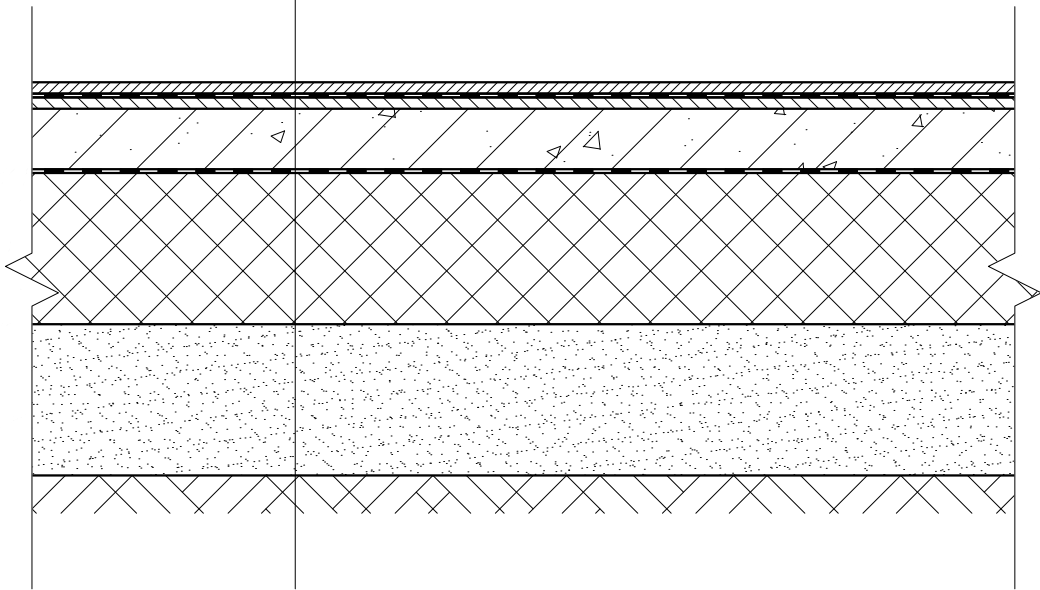
- Sulundiga põrandalaud ~33x195 mm
- Puitlaagid 50x50 mm, s=300 mm
+ Hüdroisolatsiooniribad
- Raudbetoonplaat C20/25 80 mm
+ Armatuurvõrk $\varnothing 8/\varnothing 8/150/150$ mm A500H
- Ehituskile
- Soojustus EPS 100 200 mm
- Tihendatud liivalus 200 mm



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE P-1			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 23/30

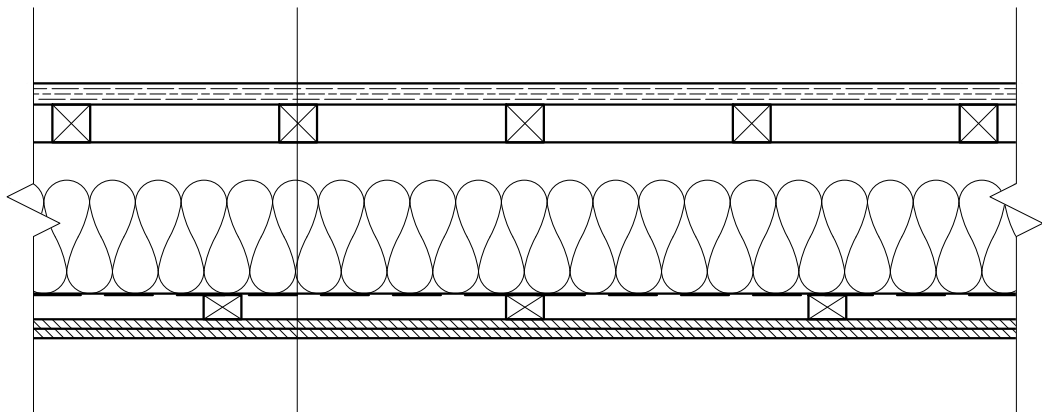
TÜÜPLÕIGE P-2

- Keraamilised plaadid ~300x300 mm + paigaldussegu
- Hüdroisolatsioon
- Tasandussegu (vajadusel kalded)
- Raudbetoonplaat C20/25 80 mm
+ Armatuurvõrk $\varnothing 8/\varnothing 8/150/150$ mm A500H
- Ehituskile
- Soojustus EPS 100 200 mm
- Tihendatud liivalus 200 mm




 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE P-2			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 24/30

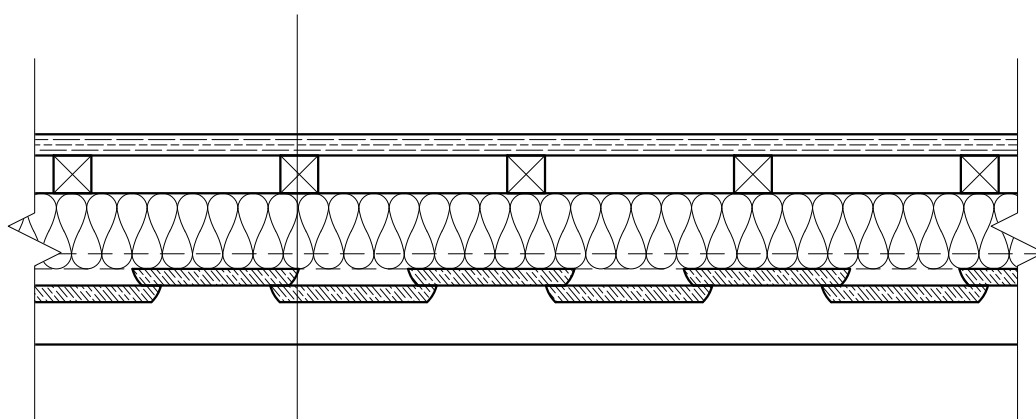
TÜÜPLÕIGE VL-1




- Sulundiga pörandalud ~28x145 mm
- Puitroovid 50x50 mm, s=300 mm
- Puidust vahelaetala 50x200 mm, s=300 mm
+ Isolatsioon Isover KL 37 150 mm
- Aurutõke
- Distantssliist 32x50 mm, s=400 mm
- Niiskuskindel kipsplaat 12,5+12,5 mm
- Niiskuskindel pahtel + värv

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VL-1			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 25/30

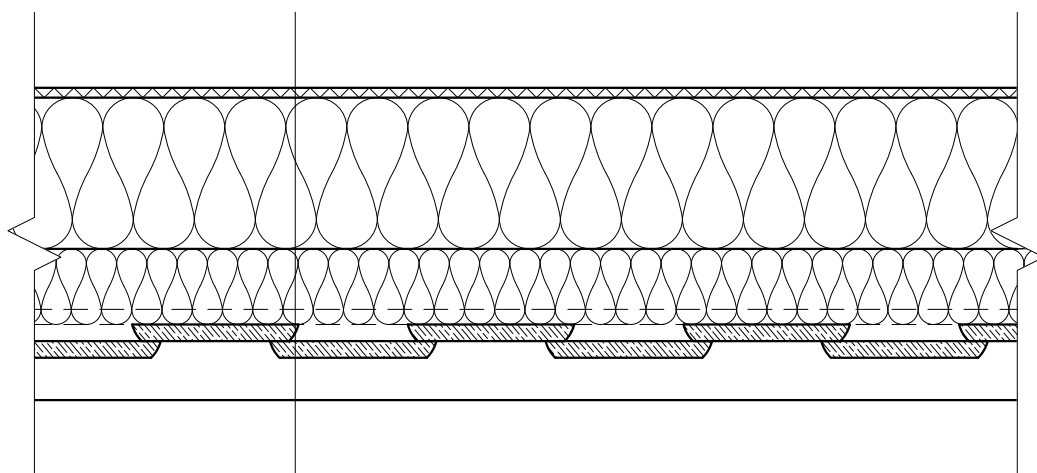
TÜÜPLÕIGE VL-2




- Sulundiga põrandalaud ~28x145 mm
- Puitroovid 50x50 mm, s=300 mm
- Puidust vahelaetala 50x200 mm, s=450 mm
 - + Isolatsioon Isover KL 37 100 mm
 - + Hõre kahekihiline servamata laudkate

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VL-2			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 26/30

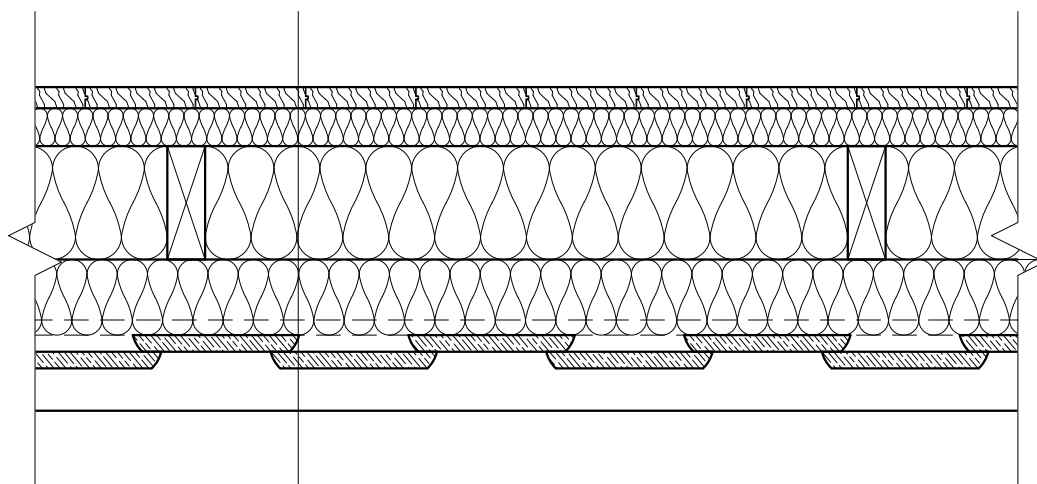
TÜÜPLÕIGE VL-3




- Tuuletõkkeplaat Isover VKL 13 mm
- Soojustus Isover KL 37 200 mm
- Ehituspaber
- Puidust vahelaetala 50x200 mm, s=900 mm
 - + Soojustus Isover KL 37 100 mm
 - + Hõre kahekihiline servamata laudkate

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VL-3			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 27/30

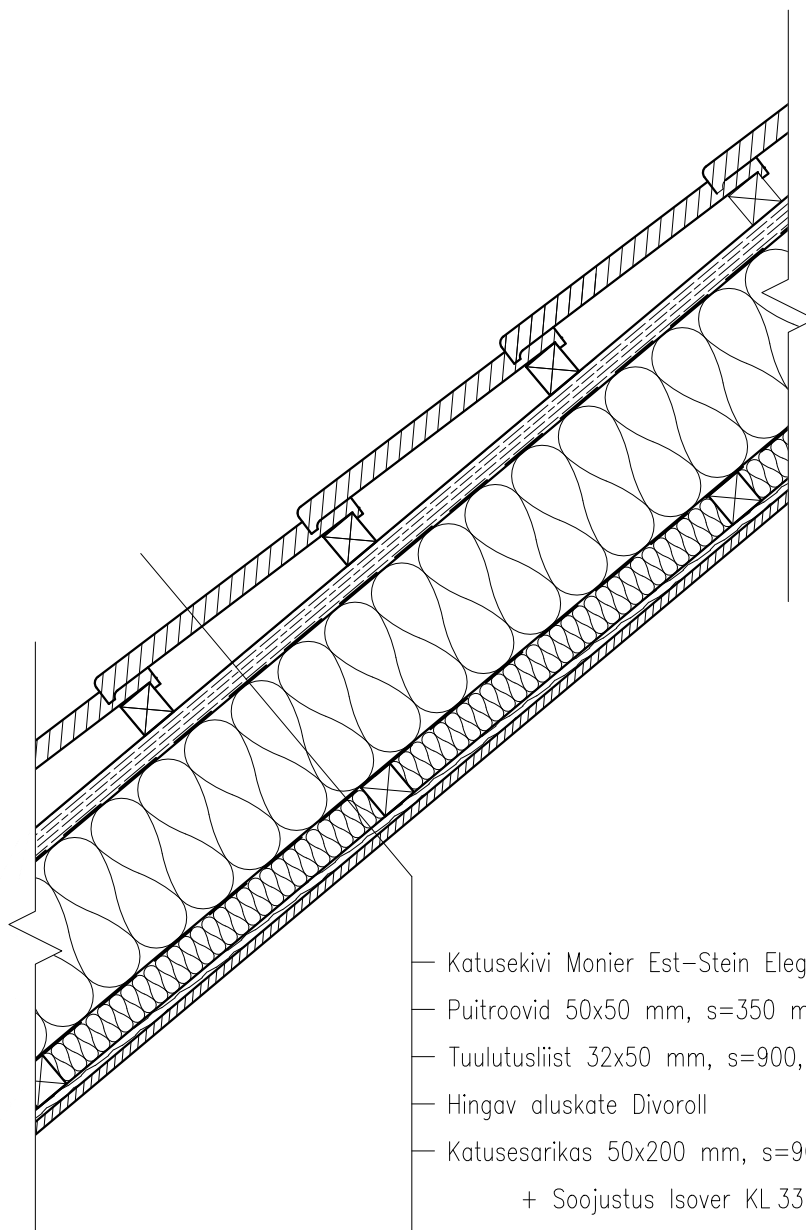
TÜÜPLÕIGE VL-4




- Sulundiga pörandalud ~28x145 mm
- Puitroovid 50x50 mm, s=300 mm
 - + Soojustus Isover KL 37 50 mm
- Puitprussid 50x150 mm, s=900 mm
 - + Soojustus Isover KL 37 150 mm
- Puidust vahelaetala 200x250 mm, s=1000 mm
 - + Soojustus Isover KL 37 100 mm
 - + Hõre kahekihiline servamata laudkate

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE VL-4			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 28/30

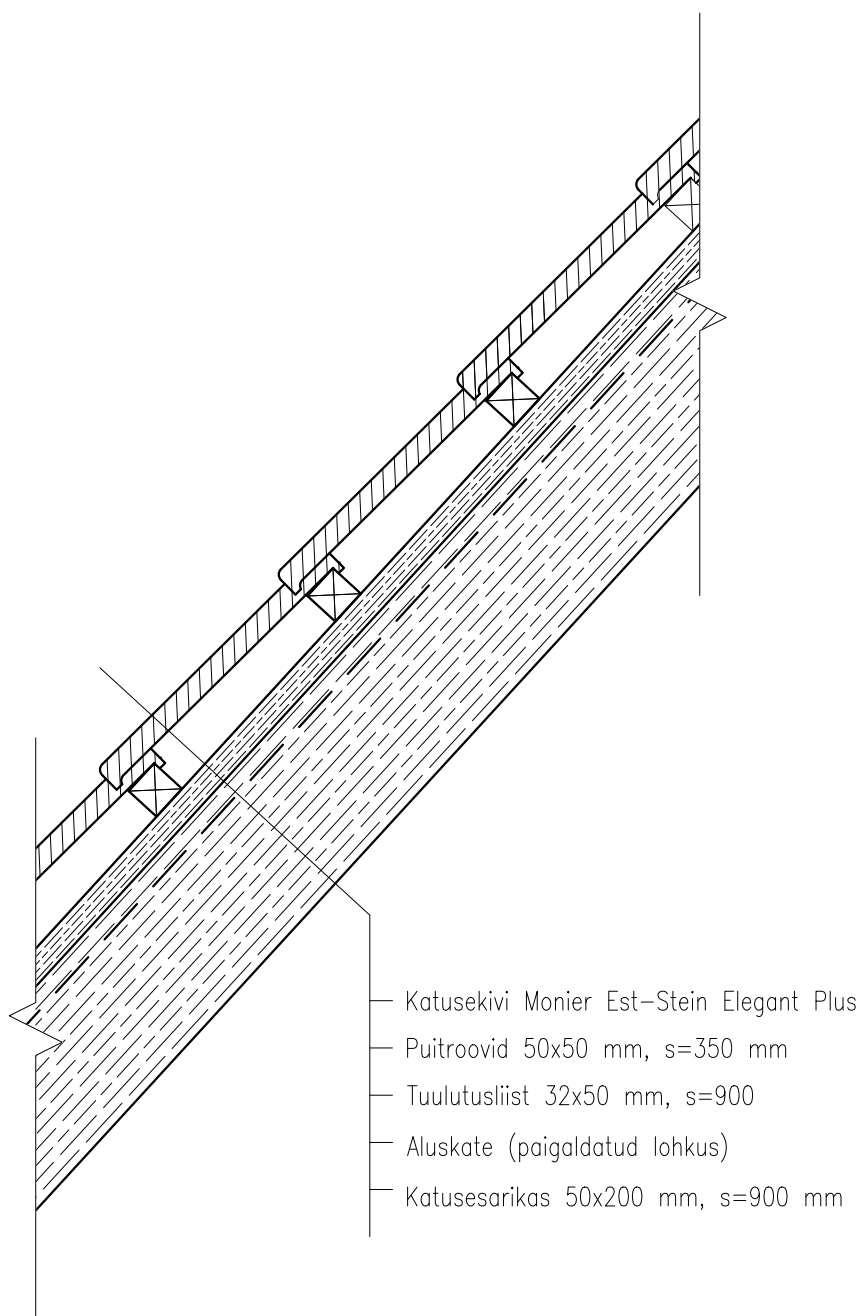
TÜÜPLÕIGE KL-1




- Katusekivi Monier Est-Stein Elegant Plus
- Puitroovid 50x50 mm, s=350 mm
- Tuulutusliist 32x50 mm, s=900, sügavimmutatud
- Hingav aluskate Divoroll
- Katusesarikas 50x200 mm, s=900 mm
+ Soojustus Isover KL 33 200 mm
- Aurutõke
- Puitroovid 50x50 mm, s=600
+ Soojustus Isover KL 33 50 mm
- Puitlaastplaat OSB 3 12 mm
- Kipsplaat 12,5 mm
- Viimistluspahtel + värv

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsell	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE KL-1			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 29/30

TÜÜPLÕIGE KL-2



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Tammeoksa talu rekonstrueerimine Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja: Rene Kirsal	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö			
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonise nimetus: TÜÜPLÕIGE KL-2			
Säätva tehnoloogia õppetool	Kuupäev: 30.05.2014	Formaati: A4	Mõõt: 1:10	Leht: 30/30