

Hendrik Voll Ph.D

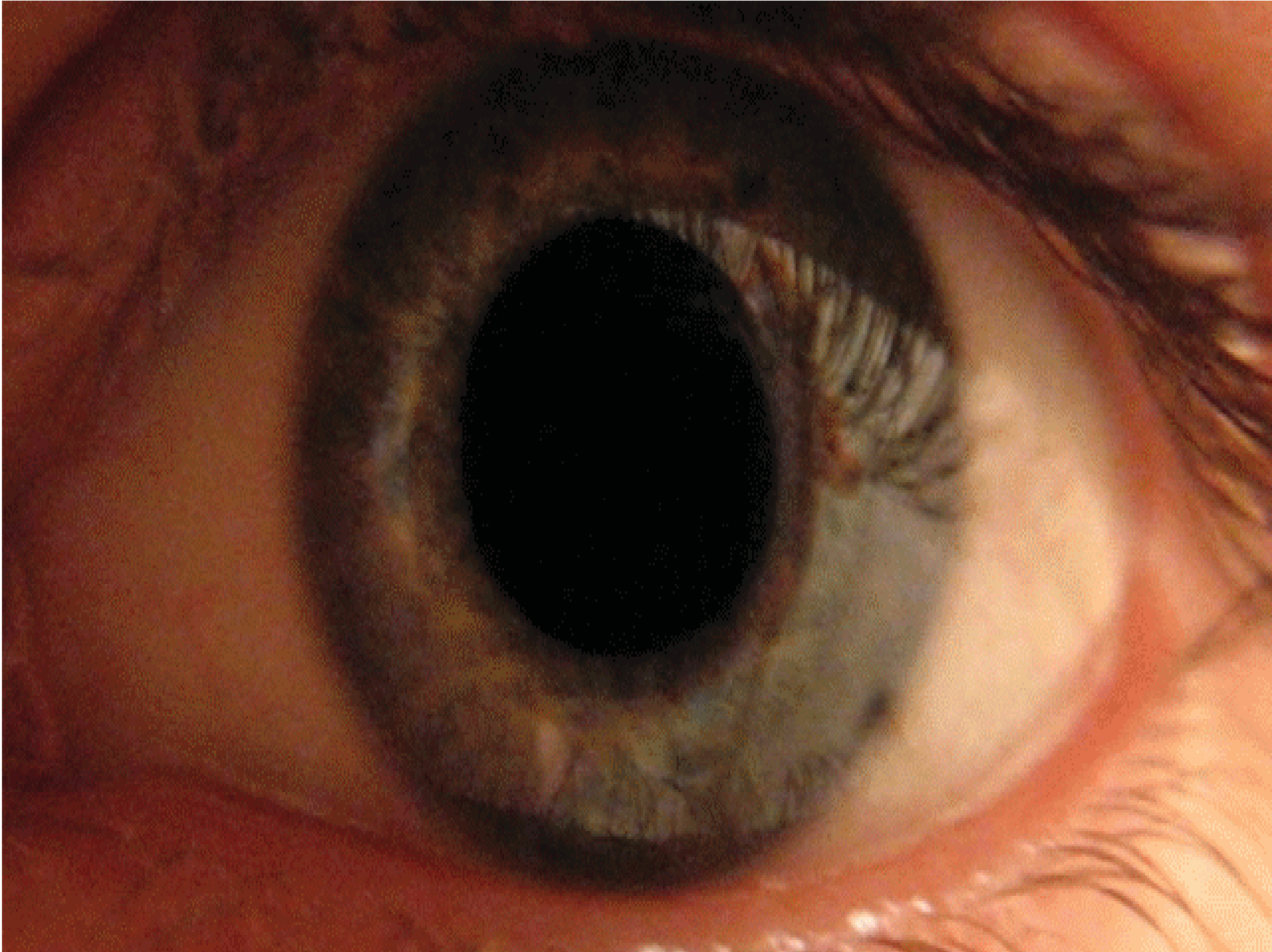
Dotsent

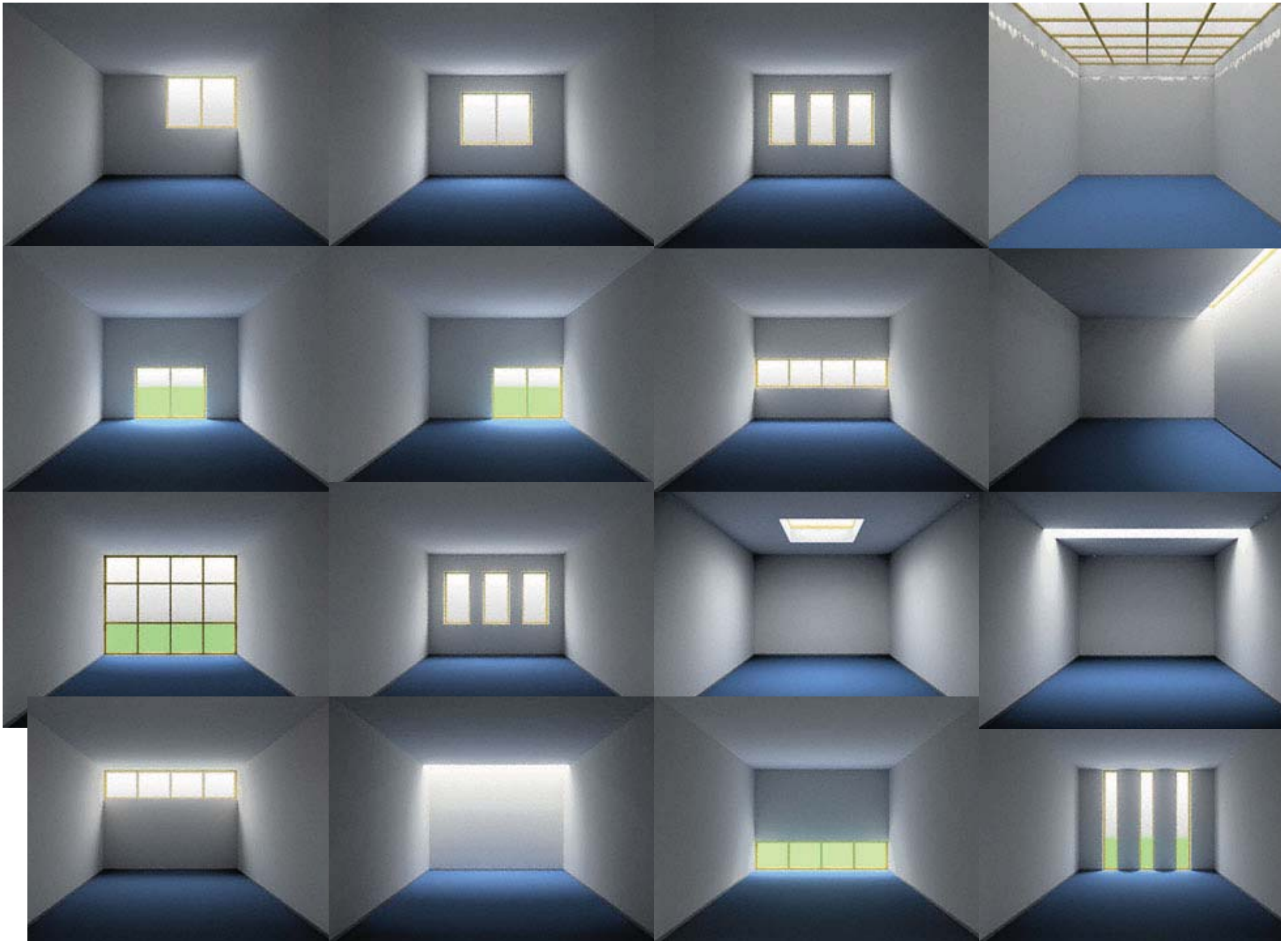
**Tallinna Tehnikaülikool (III-A 124)
Keskkonnatehnika instituut Kütte ja
ventilatsiooni õppetool**

Hendrik.voll@ttu.ee

**Päevavalgus ja passiivne
arhitektuuriline küte/jahutus**







**Päevavalguse kavandamine hoone
planeerimisel=suurima
kasuteguriga roheline energia
kasutamine!!!**

Ettekanne:

- Päevavalgus
- Passiivne arhitektuuriline jahutus/küte
- Passiivse arhitektuurilise jahutuse/kütte analüüsi võimalused



Päevavalgus

Mis on päevavalgus?

- Päevavalgus on üldise päikesekiirguse nähtav osa. Päevavalgus koosneb päikesevalguse ja taevavalguse kombinatsioonist, kus päikesevalgus on otsese päikesekiirguse nähtav osa ja taevavalgus taeva hajukiirguse nähtav osa.



Ring-Hääl-Ring



Võidutöö autor Erik Nobel põhjendab klaasmaterjali valikut «See on väga sügav maja ja klaas annab sellele valgust,» tänu klaasseintele saavad kõik inimesed näha, millega ringhäälingu majas tegeletakse. (Postimees 03.08.07)





Eesti vabariigi kohustuslikud õigusaktid päevavalgusele (päevavalguse osatähtsus)



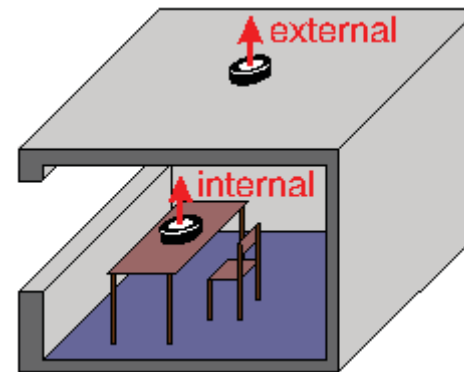
LOOMULIK VALGUSTUS SISERUUMIDES

Daylight in buildings

Päevavalgustegur

- Päevavalgustegur D-on antud tasandi mingis punktis eeldatava või teadaoleva heledusjaotusega taevavõlvi poolt otse või kaudselt tekitatava valgustiheduse ja sama, kuid varjamata terviktaevavõlvi all oleva rõhttasandi valgustiheduse suhe

$$D = \frac{\text{Seesmine valgustihedus}}{\text{Väline hor. valgustihedus, pilvise taevaga}} \times 100$$



$D < 2 \sim$ Pime

$D > 2 \sim$ Päevavalgusküllane

$D_{\text{maks.}} - D_{\text{min.}} > 20 \sim$ Liigne kontrast (räigus)

- Päevavalgustegur jaguneb keskmiseks päevavalgusteguriks ja minimaalseks päevavalgusteguriks

Tabel 2 Elamute keskmise päevvalgusteguri minimaalsed väärtused

Ruumi tüüp	Minimaalne keskmine päevvalgustegur %
Magamistoad	1
Elutoad	1,5
Köögid	2

MÄRKUS. Kui ruum täidab rohkem kui ühte otstarvet, peab minimaalne keskmine päevvalgustegur vastama suurima väärtusega ruumi tüübile. Kui näiteks ruumi kasutatakse nii elutoa kui kööginä, peab minimaalne keskmine päevvalgustegur olema 2%.

Elutubades ei tohi päevvalgustegur ruumi punktis, mis on ruumi keskel, tööpinna kõrgusel, tagaseinast 1 m kaugusel, olla väiksem kui 0,4%.

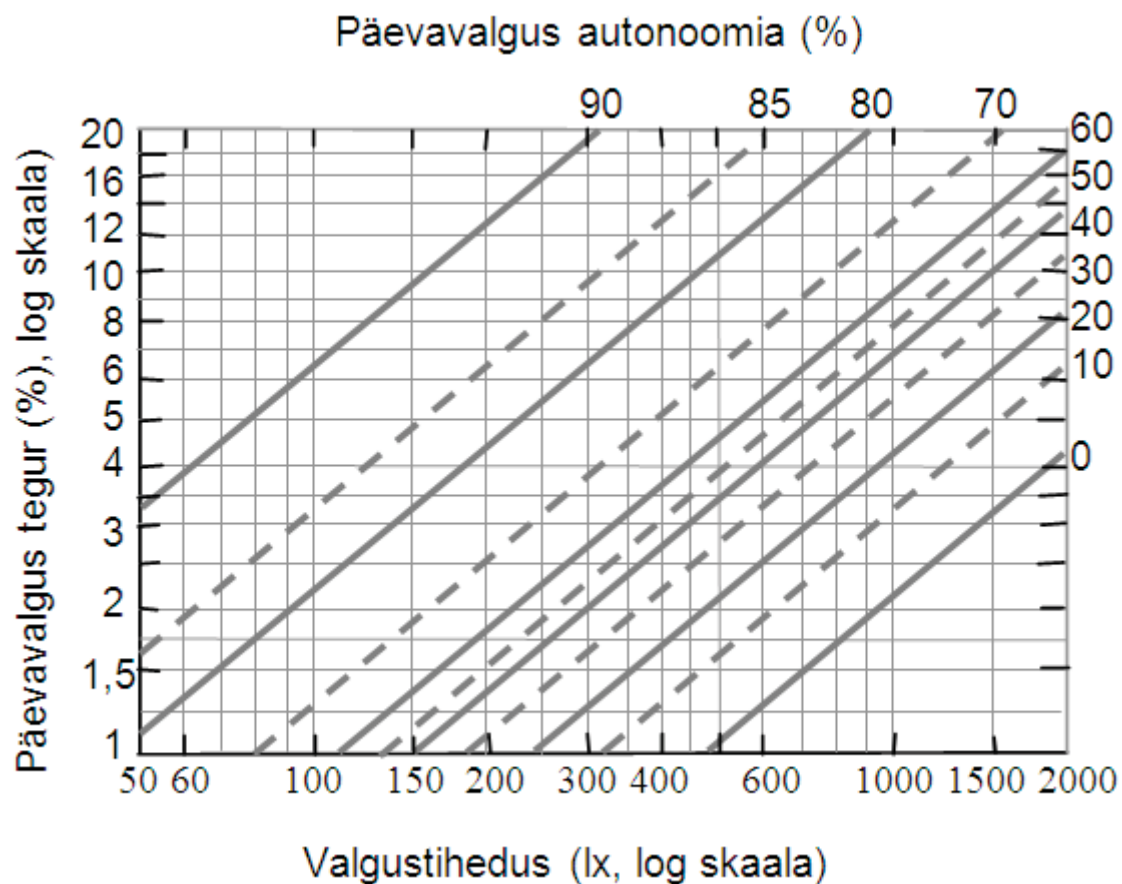
Alaliste töökohtadega tööruumides ei tohi päevvalgustegur ruumi punktis, mis on ruumi keskel, tööpinna kõrgusel, tagaseinast 1 m kaugusel, olla väiksem kui 1%.

Päevavalgusega varustamist reguleerivad kohustuslikud õigusaktid Eestis

- Sotsiaalministri 25. oktoobri 1999. a määrus nr 64
 - 8.1. Lasteasutuse ruumides peab olema loomulik valgustus, välja arvatud personali tualettruum(id), laoruumid, toidunõudepesuruum ja teised abiruumid.
 - 8.2. Lasteasutuse ruumide loomuliku valgustuse valgustustiheduse koefitsient (LVK) peab olema vähemalt 1,5%.
- Sotsiaalministri 29. augusti 2003. a määrusega nr 109
 - (1) Kooli õpperuumides, aulas, tervishoiuteenuse osutamise ruumides, taastusruumides ning õpilaskodu puhke-, magamis- ja õppimisruumides peab olema loomulik valgustus.
 - (2) Õpperuumide klaasitud pindala peab tagama aknast kõige kaugemal asuvas ruumi punktis loomuliku valgustuse koefitsiendi vähemalt 1,5%.
- Sotsiaalministri 9. jaanuari 2001. a määrus nr 4
 - (1) Hoolekandeametite ruumides peab olema loomulik valgustus, v.a laoruumides, tualettruumides ja teistes abiruumides.
 - (2) Ruumide loomuliku valgustuse koefitsient (LVK) peab olema vähemalt 1,5% ning nägemis- ja kuulmispuudega laste hoolekandeametites vähemalt 2,5%.
- Sotsiaalministri 26. jaanuar 1999. a määrus nr 38
Eluruumidele esitatavate nõuete kinnitamine: 5. Eluruumi igal elu-, töö- ja magamistoal ning eraldi ruumis paikneval köögil peab olema vähemalt üks lahtikäiv aken, mis annab võimaluse ruumide tuulutamiseks ning tagab nendes piisava loomuliku valgustuse.

Päevavalgus kestvus (daylight autonomy)

Aeg, mil väline takistamata horisontaalne valgustustihedus tööpäeva vältel antud valgustustihedust ületab



Otsene päikesekiirgus elamutes/eramutes

- Elamutes, koolieelsetes lasteasutustes, õppeasutustes, hoolekandeaasutustes, haiglates planeeringute koostamisel tuleb hoonete asukoht ja orientatsioon valida selliselt, et eluruumides oleks kindlustatud vähemalt 3-tunnine katkematu insolatsioon(otsese päikesekiirguse pääsemine ruumi) päevas ajavahemikul 22.aprillist kuni 22.augustini).



- Kuni kolmetoaliste korterite puhul peab 3-tunnine insolatsioon olema kindlustatud vähemalt ühes toas, suuremate korterite puhul kahes toas.
- Elamute põhja-lõuna-suunalise orientatsiooni puhul, kus päike saab paista kõikidesse tubadesse, on lubatud rahuldava insolatsiooni piirnormi vähendada 2,5 tunnini.
- Elurajooni rekonstrueerimisel või keerulises linnaehituslikus olukorras linna või linnaosa keskses on võimalik kohaliku omavalitsuse nõusolekul vähendada rahuldava insolatsiooni kestust 2,5 tunnini.
- Uusehitiste projekteerimisel tuleb kindlustada olemasolevate elamute korterite insolatsiooni säilimine 3 (2,5) tunni ulatuses, kusjuures insolatsiooni vähenemine ei tohi ületada 50% esialgsest kestusest.

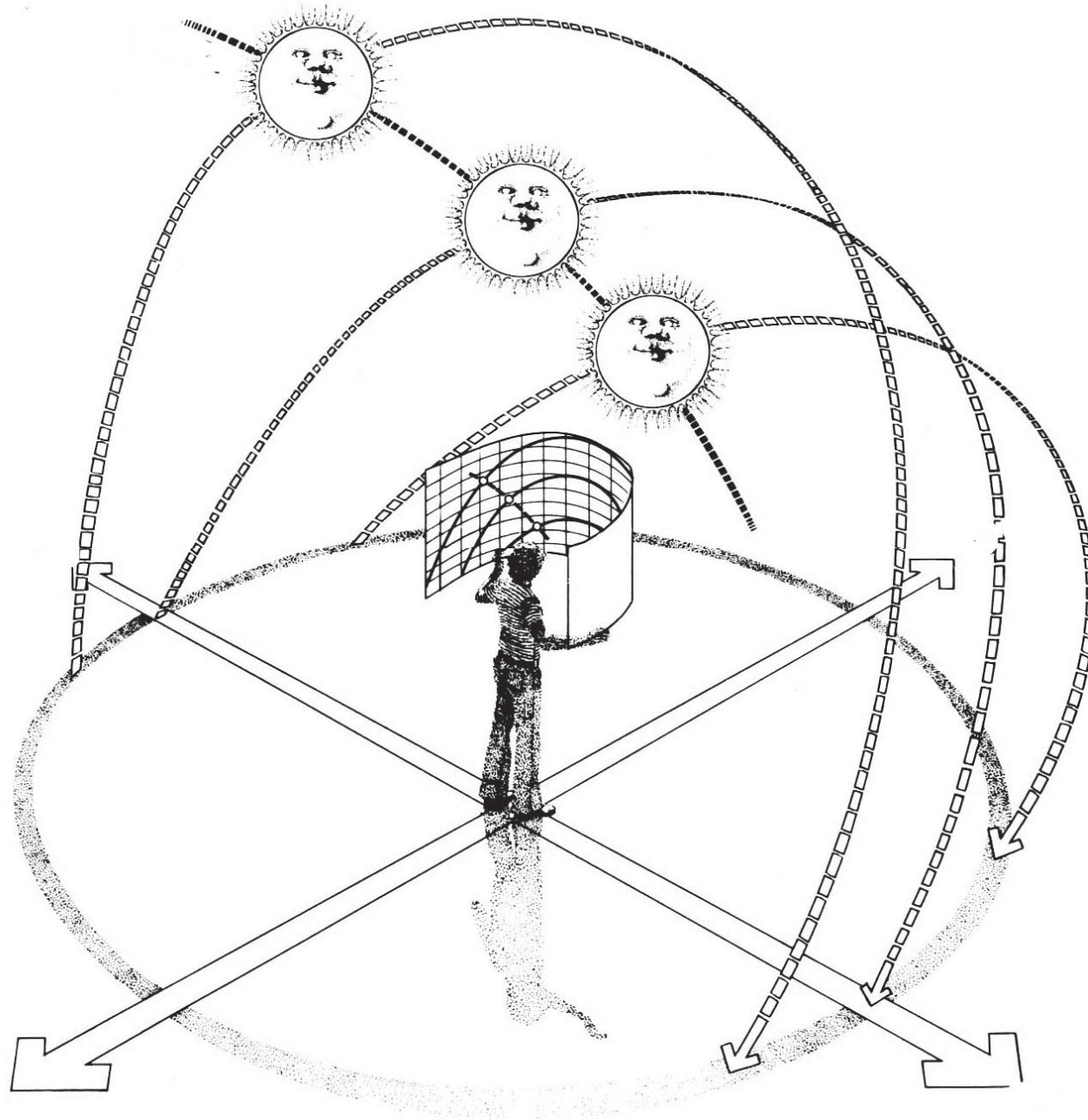
Päevavalgusega varustamist reguleerivad kohustuslikud õigusaktid Eestis

- Sotsiaalministri 26. jaanuar 1999. a määrus nr 38
Eluruumidele esitatavate nõuete kinnitamine: 5. Eluruumi igal elu-, töö- ja magamistoal ning eraldi ruumis paikneval köögil peab olema vähemalt üks lahtikäiv aken, mis annab võimaluse ruumide tuulutamiseks ning tagab nendes piisava loomuliku valgustuse.

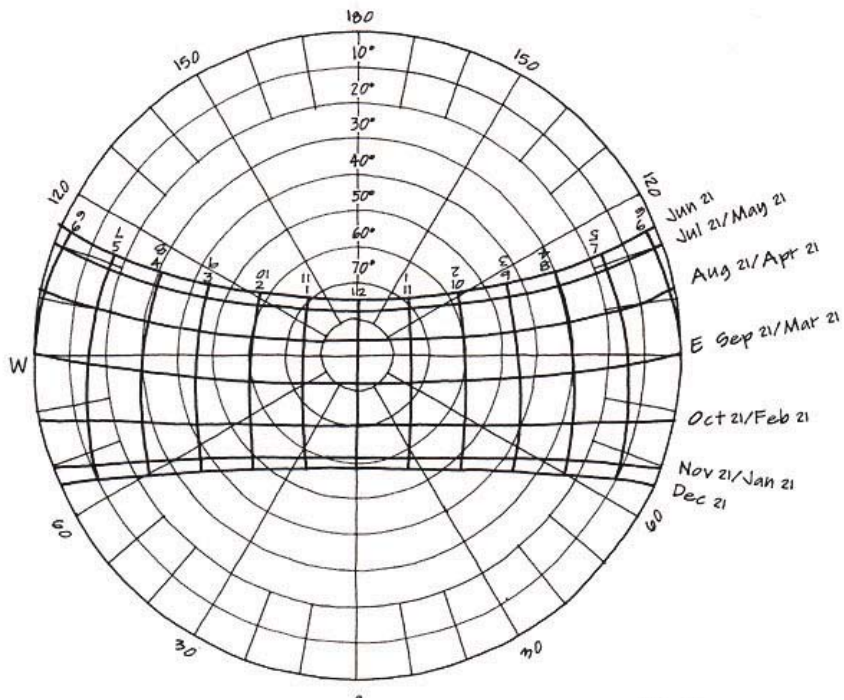




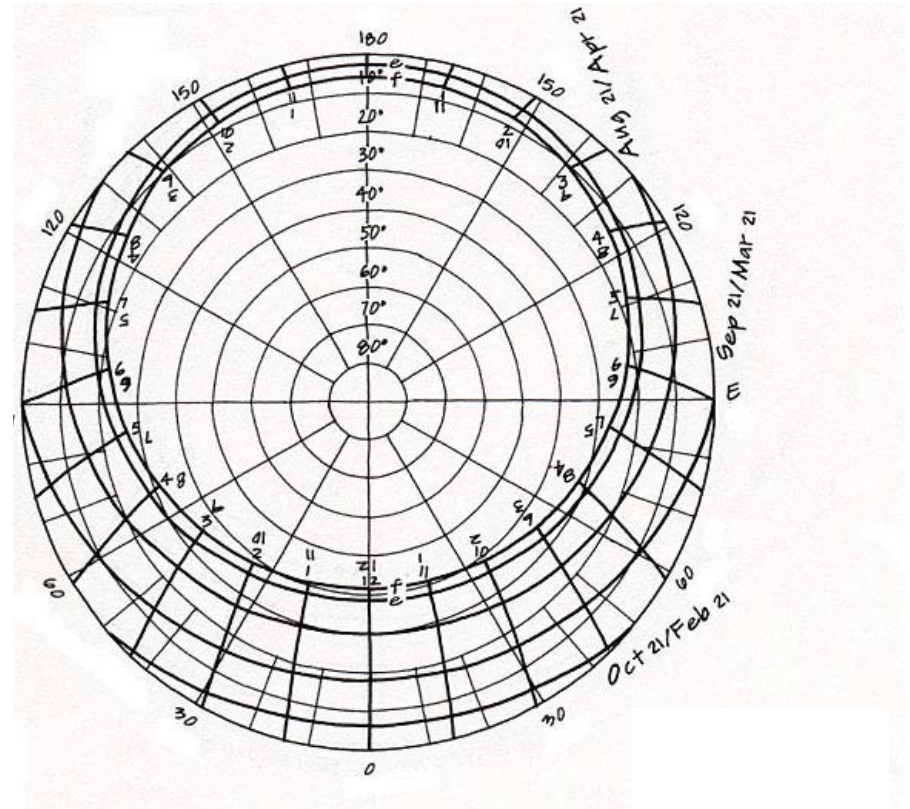
Juhul kui arhitekt/insener mõistab päevavalgust ja selle iseloomu on tal kõik eeldused projekteerida/ehitada maja, milles on hea sisekliima ja mis on madala(ma) energiatarbega.



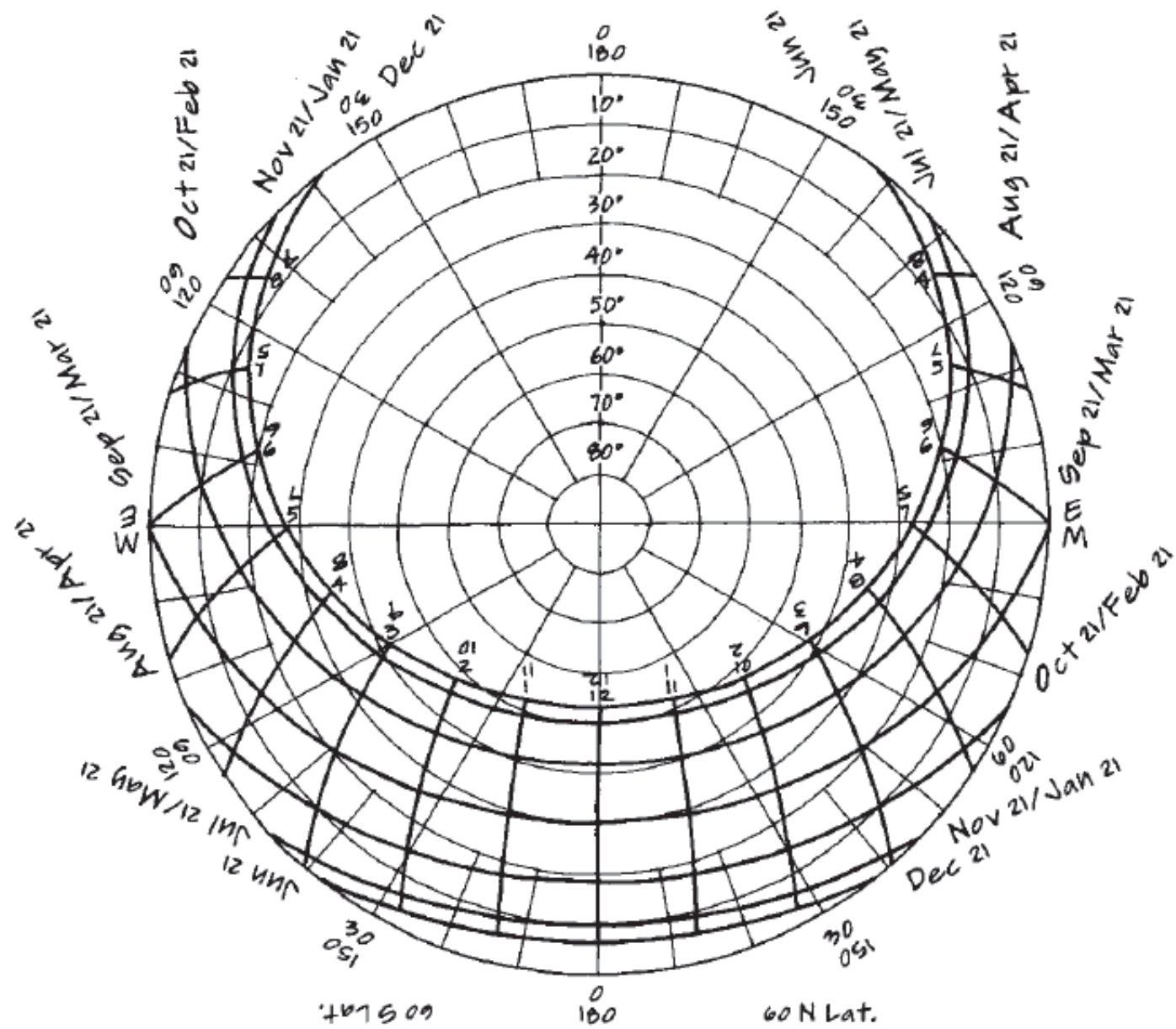
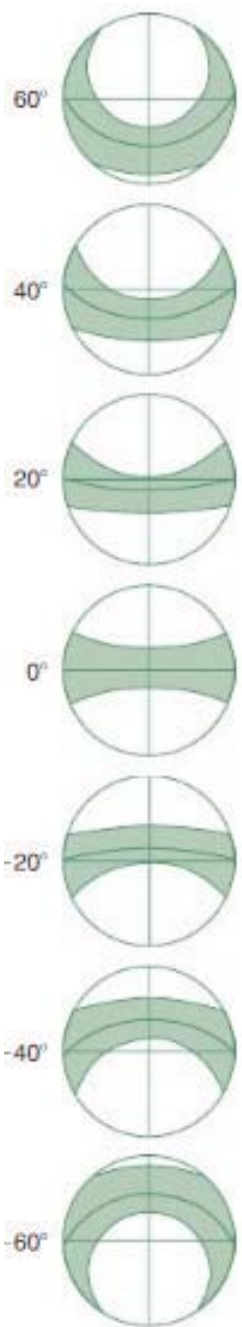
8° Lariuskraad

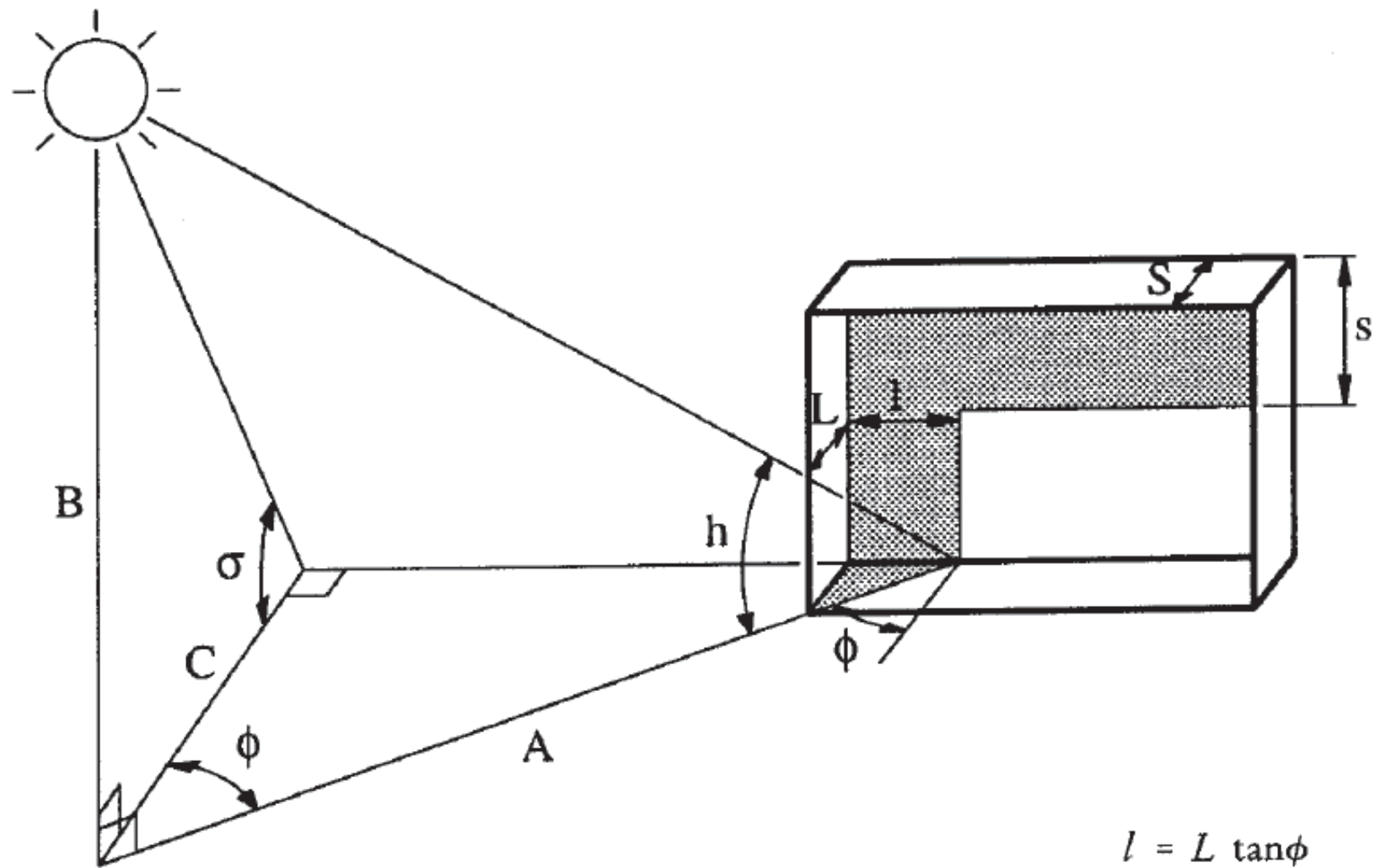


72° Lariuskraad



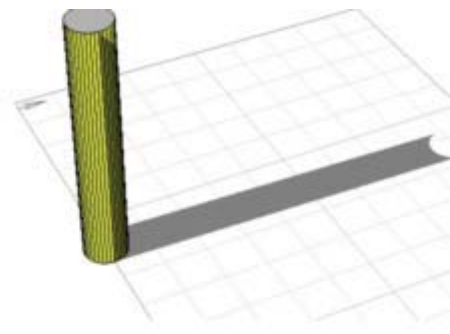
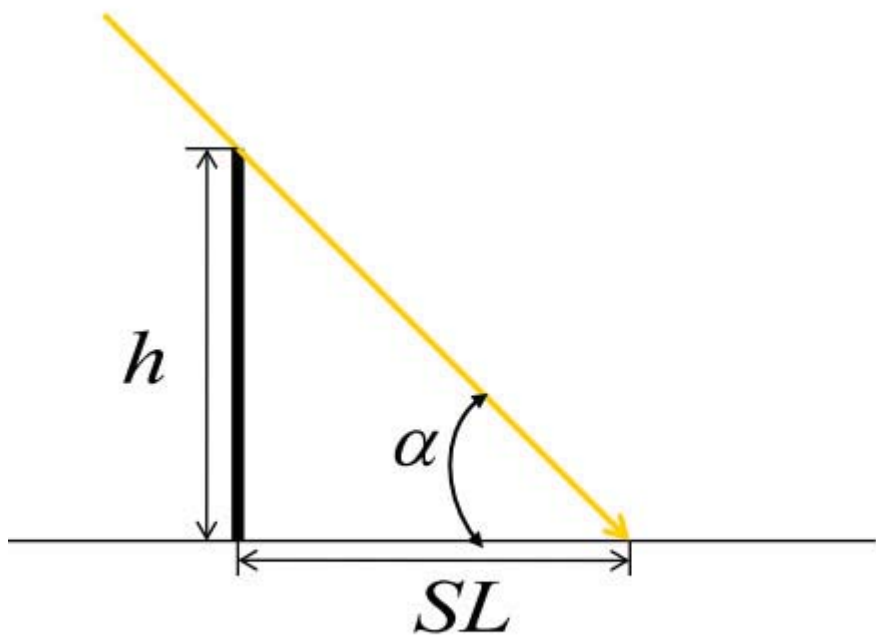
Sundial, 60° Latitude





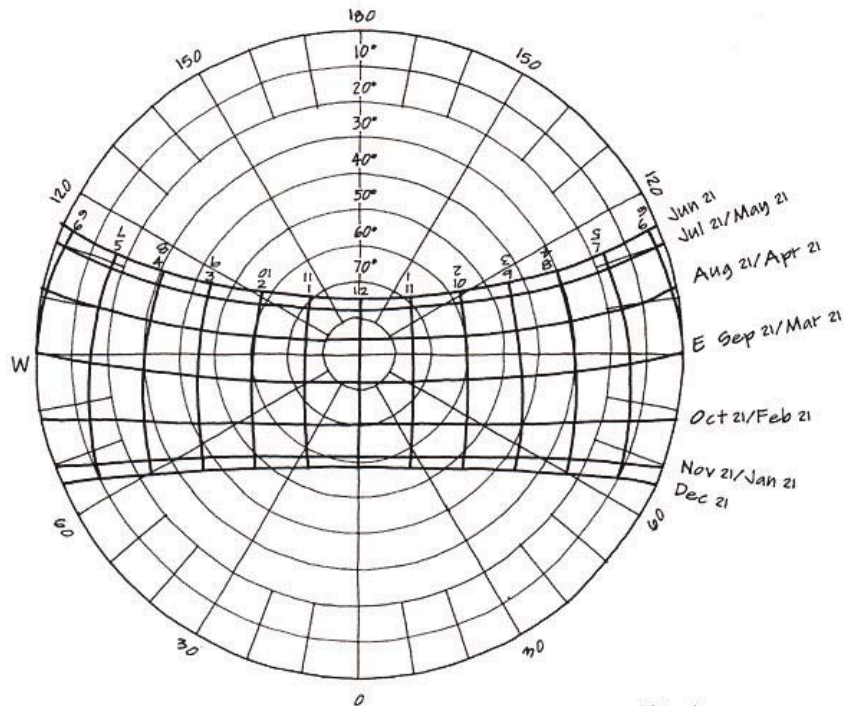
$$l = L \tan \phi$$

$$s = S \tan \sigma$$

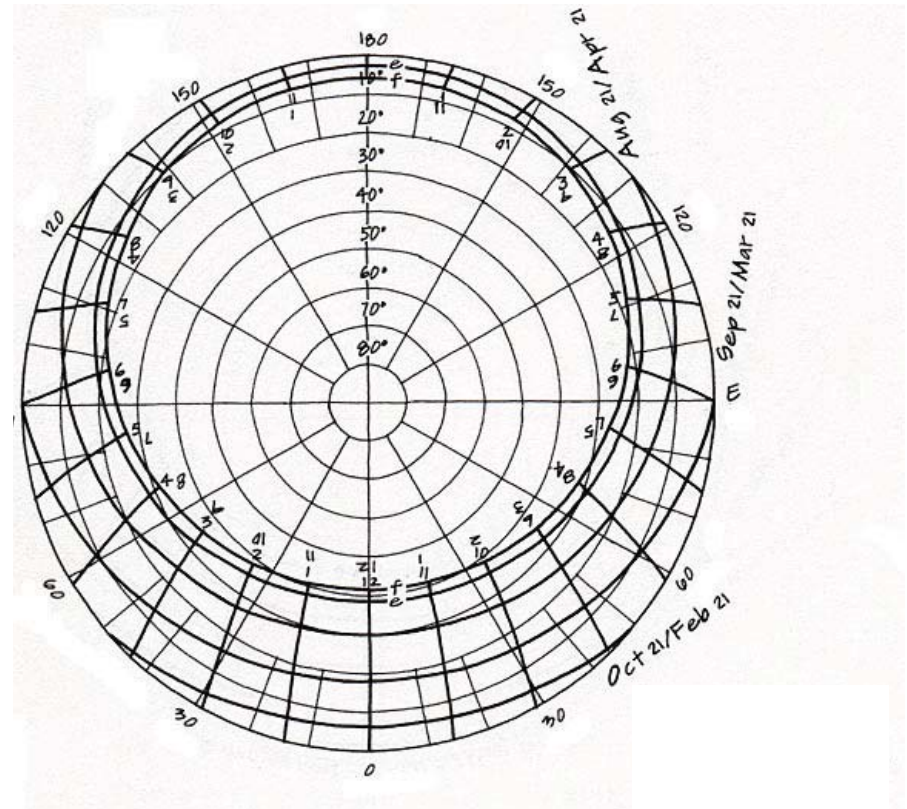


$$SL = \frac{h}{\tan \alpha}$$

8° Laiuskraad



72° Laiuskraad

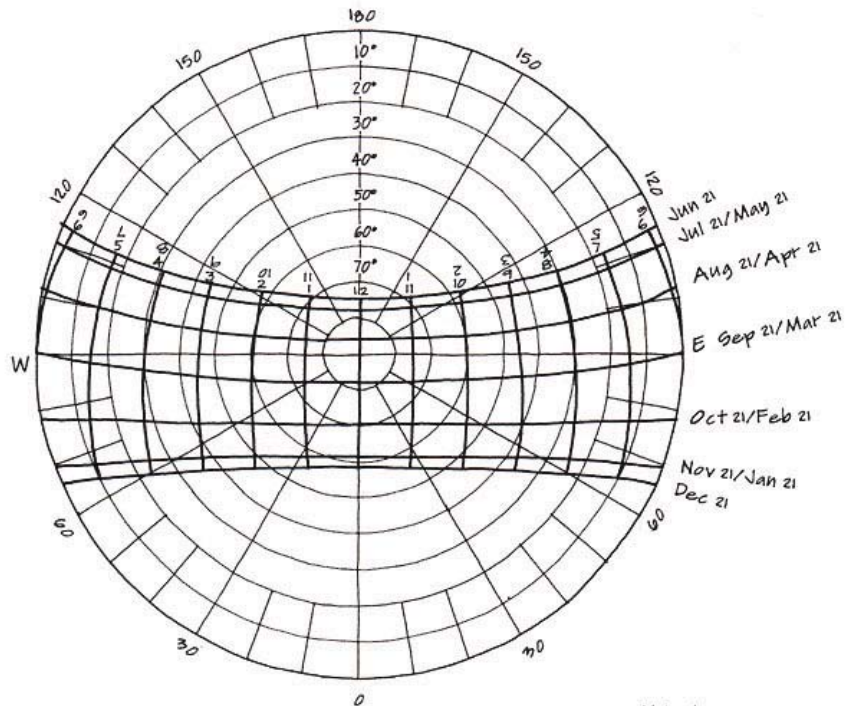


20 m kõrgune hoone, leia hoone varju pikkus 21 aprillil kell 12 päeval.

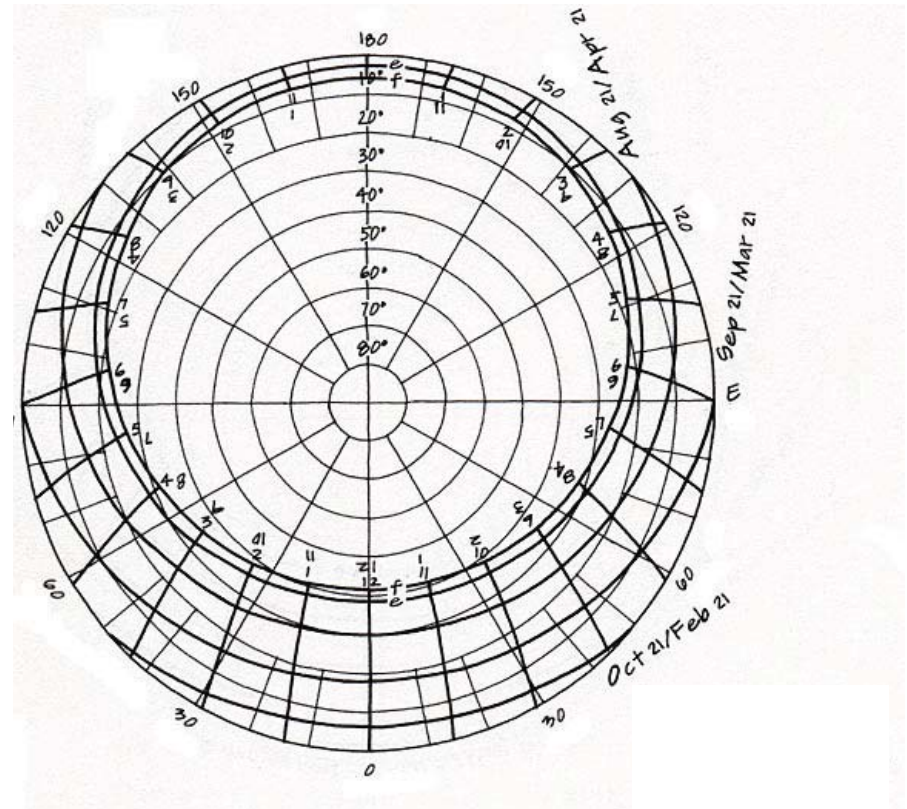
Laiuskraadil 8° (tan 85) on varjupikkus 1,7 m aga
laiuskraadil 72° (tan 30) on varjupikkus 34.6 m!!!

(Tallinnas laiuskraadil 59° (tan 42) on varjupikkus 22,1 m)

8° Laiuskraad



72° Laiuskraad



20 m kõrgune hoone, leia hoone varju pikkus 21 juunil kell 24 öösel.

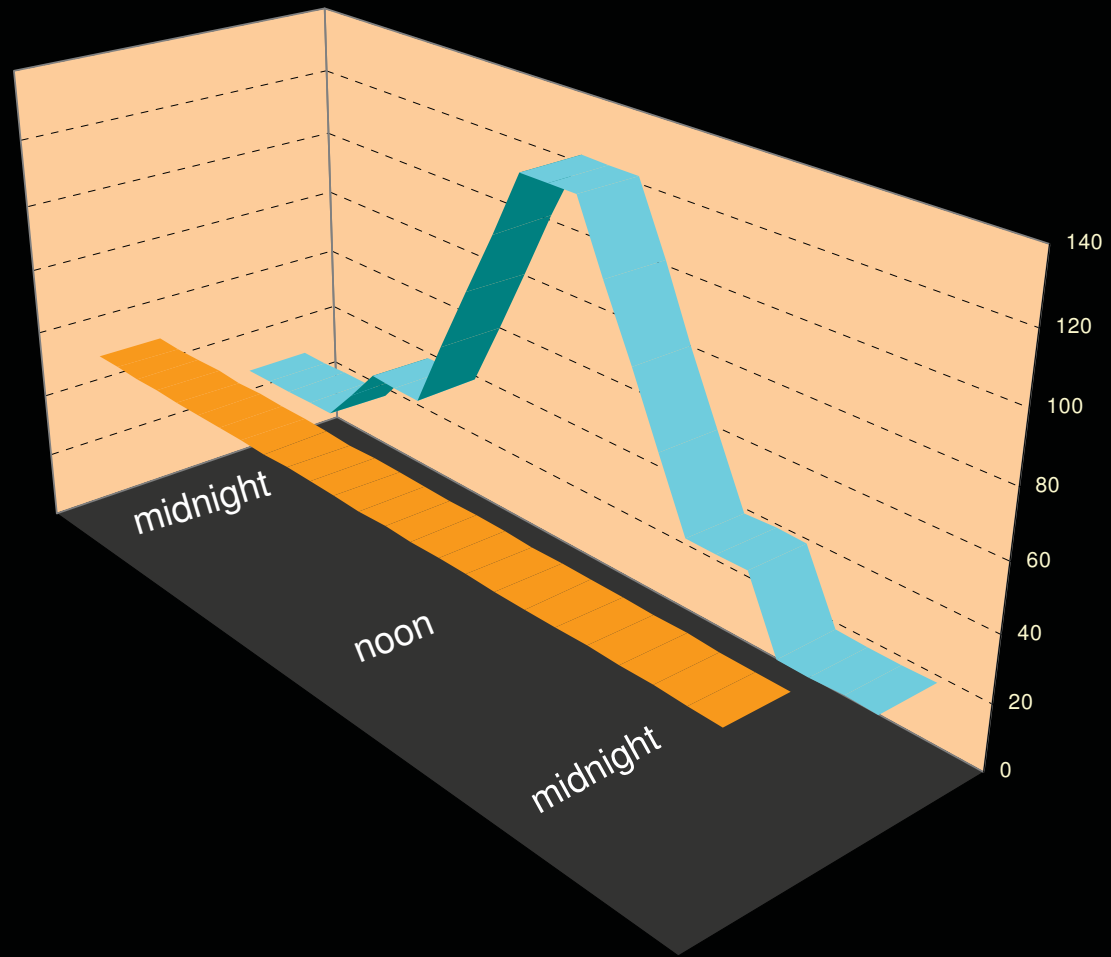
Laiuskraadil 8° on varjupikkus 0 m sest päike on loojunud aga laiuskraadil 72° (tan 6) on varjupikkus 190 m!!!

Milleks kasutatakse arhitektuuris päevavalgust?

- Päevavalgus annab hoonele unikaalse mitmekülgse ja muudab selle huvitavaks. Inimesed naudivad hästi valgustatud ruume, soovivad viibida nendes ruumides kauem ja tihedamini naasta.



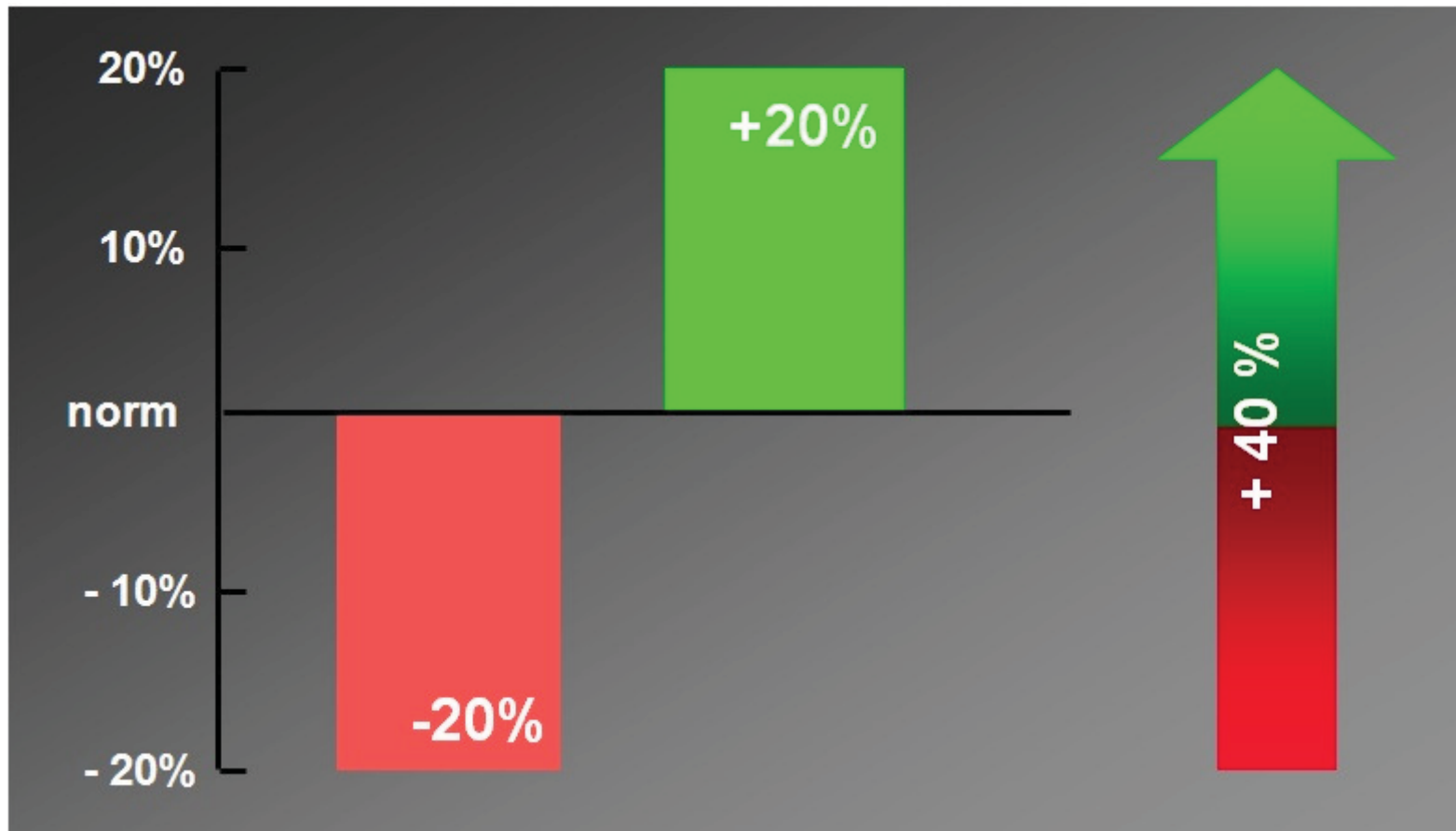
Päevavalguse valgustihedus (fc)







Produktiivsus hea ja/või halva päevavalgusdisaini korral ("Heschong Mahone Group")



- Kui kontoritöötaja palgaks kulub aastas 200 000 EEK , siis produktiivsuse tõus või langus 10% omab juba märkimisväärsed tähendust

Produktiivsuse langus võib olla tingitud päevavalguse vähesusest või halvast valgustusest



Samuti valgusräigusest...

(valgusräigus probleemidega hoone = suurema energiakuluga hoone)

Räigus (glare)

- Räigus on nägemisolukord, mis tundub ebamugav või mille tagajärjel esemete nähtavus halveneb.

Mis tingib räiguse?

- Räigus on tingitud heleduse ebasoodsast jaotusest, liigsest heledusest või liiga suurest kontrastist. Räigus võib olla põhjustatud nii otsesest päikesekiirgusest (diskomforträigus), taevavalgusest või elektrivalgustusest (peegeldusräigus).

Otsene päikesekiirgus võib tekitada räigust(1)





Otsestest päikesekiirgusest tingitud peegeldus võib tekitada räägust(2)

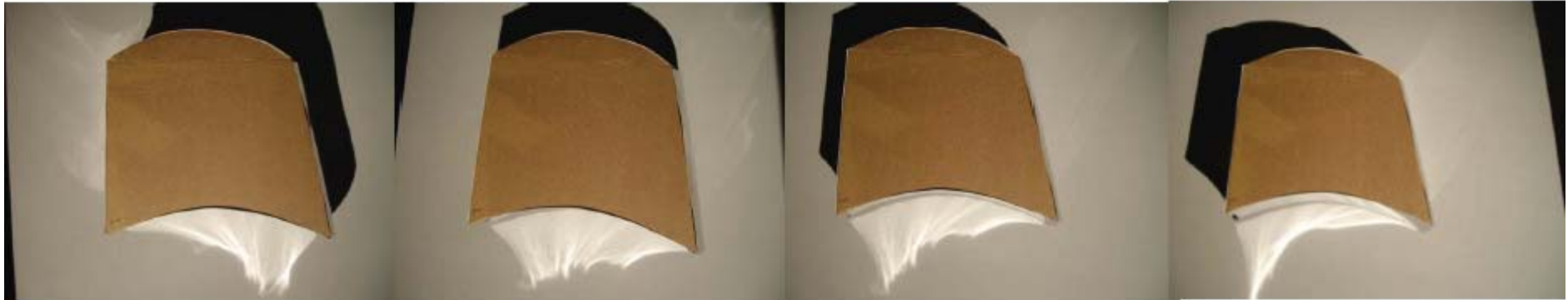
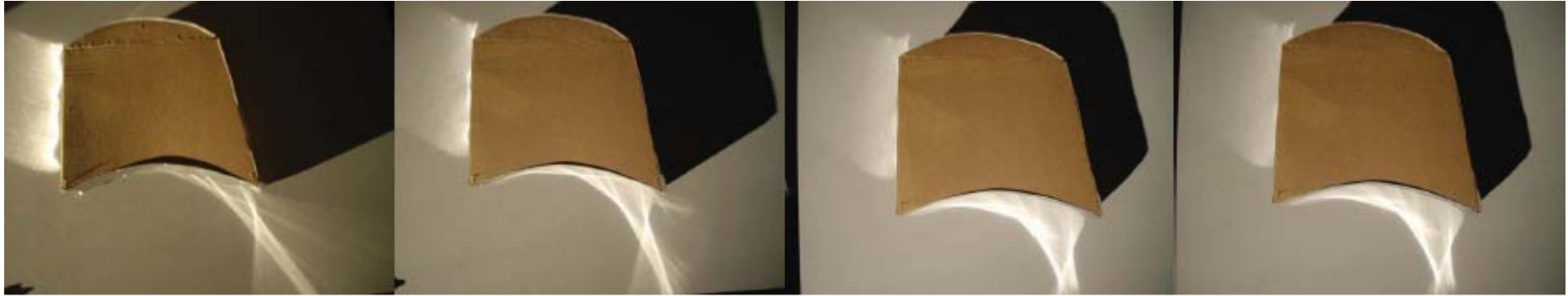


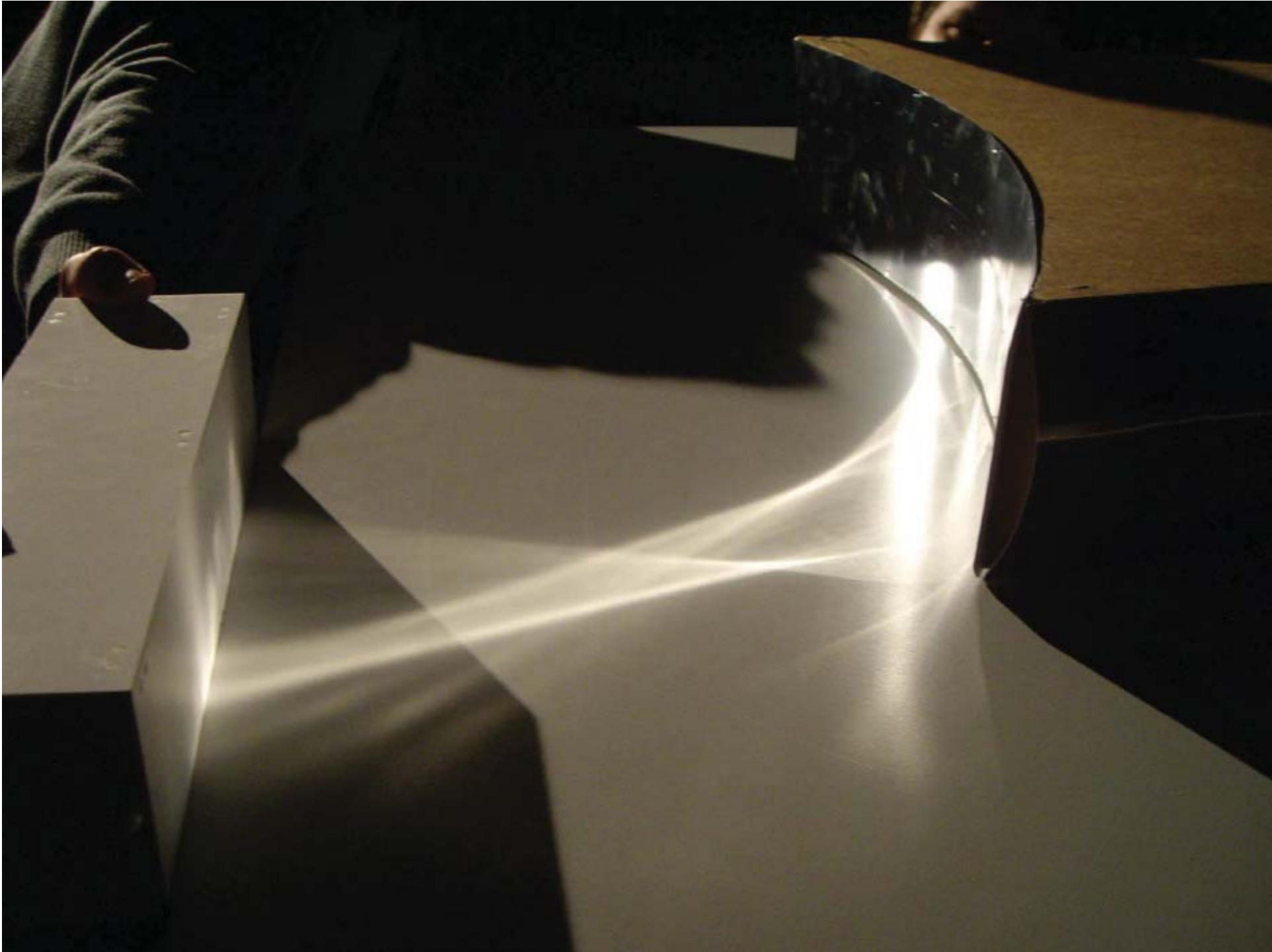
Otsesest päikesekiirgusest tingitud peegeldus vastasmajadelt võib tekitada räigust(3)



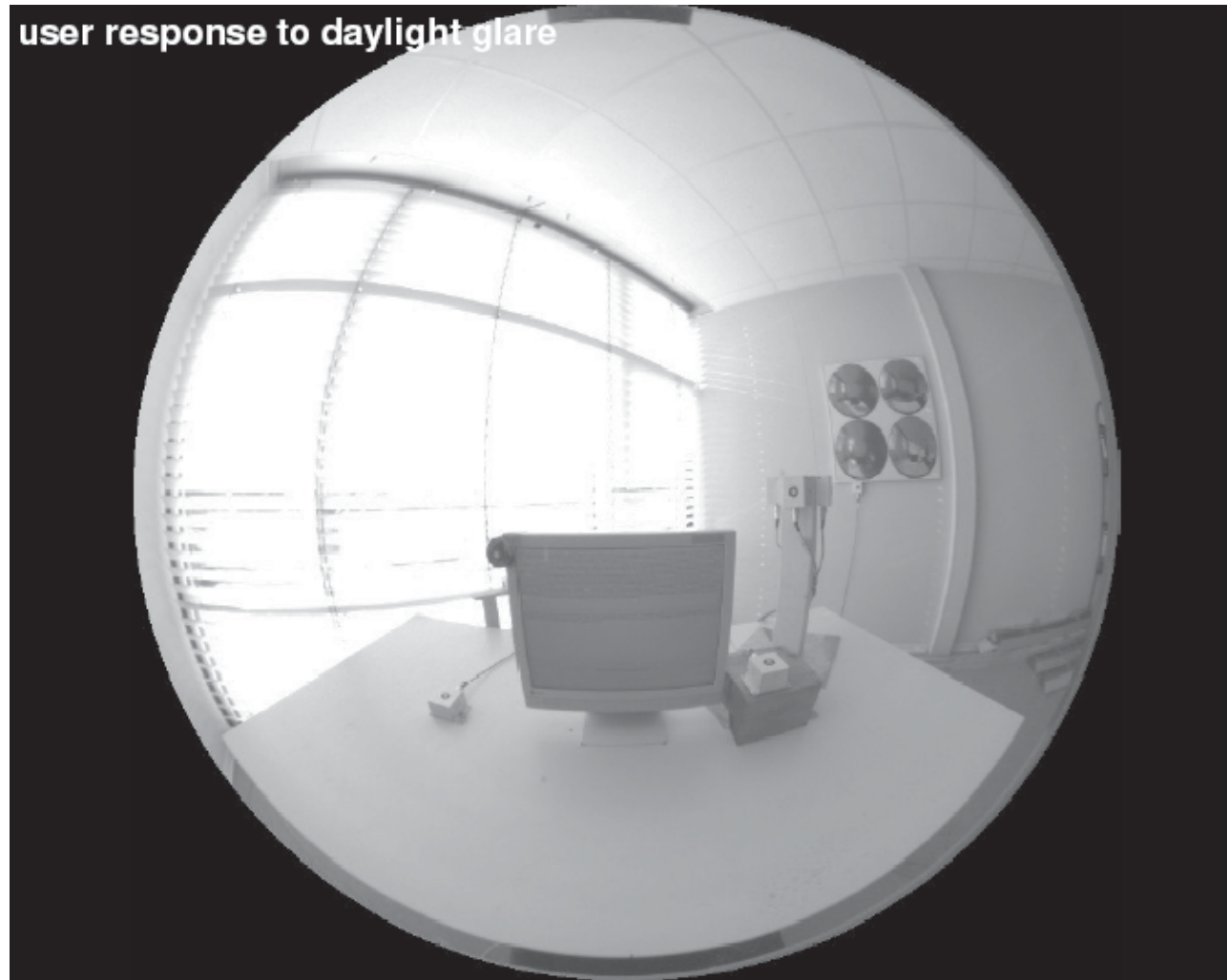








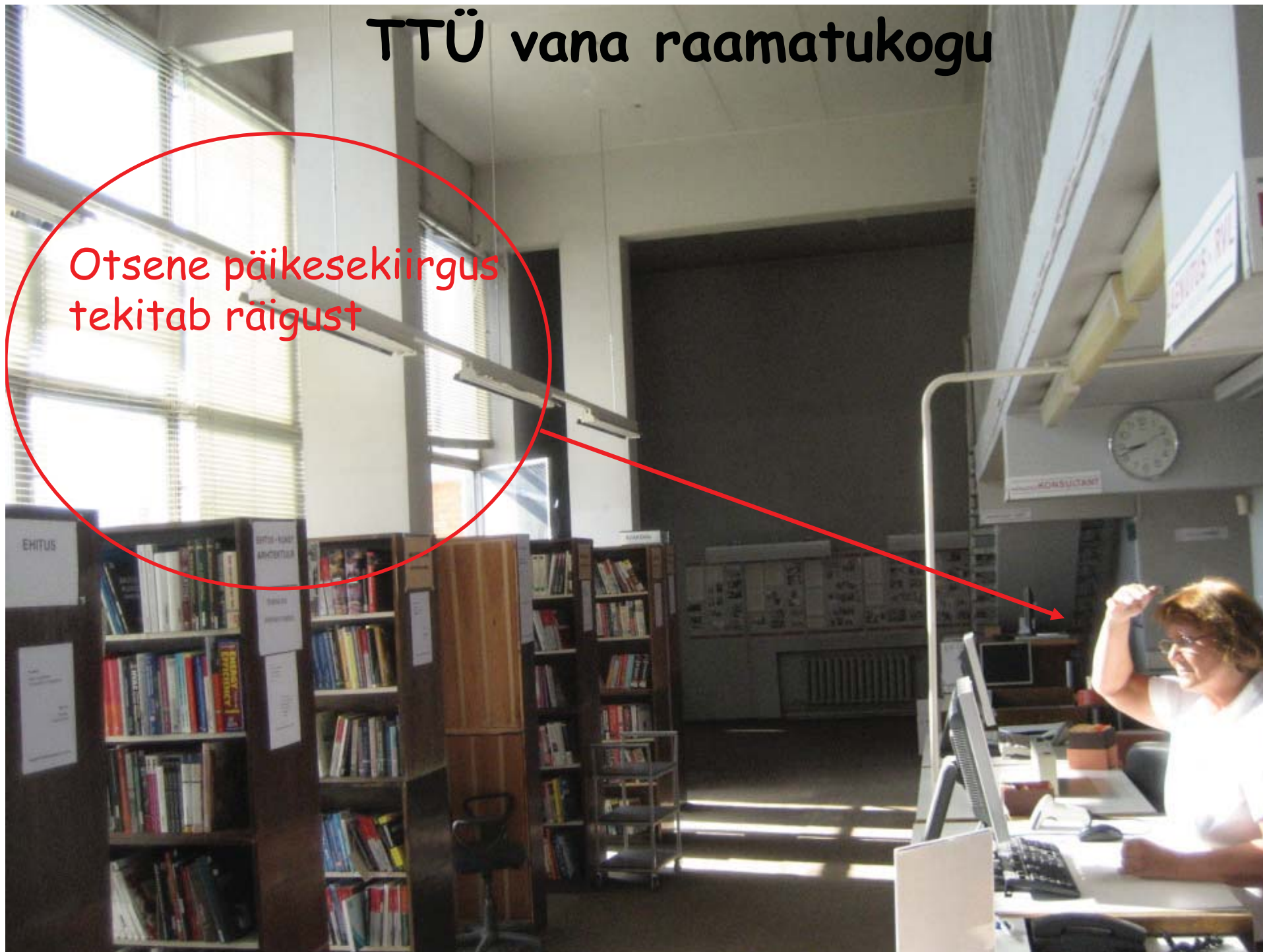
Liigne kontrast, aknale (kardinale langev päikesekiirgus võib tekitada räägust(4)



Tavaliselt on parem, kui klaasipinnad on töölise kõrval, mitte otse tema vastas.

TTÜ vana raamatukogu

Otsene päikesekiirgus
tekitab räägust



Ebauhtlane haj valguse jagunamine akna lähedal ja ruumi tagaosas võib tekitada rägust (5)



- Ruumi sisemus ei näi pime mitte ainult siis, kui sellesse siseneva valguse üldine hulk on liiga väike, vaid ka siis, kui valguse ühtlus on vilets. Lisaks võib kõrge heleduskontrast ümbritsevate pindade ja taeva vahel põhjustada rägust.

**Passiivne arhitektuuriline
jahutus/küte =
Päevavalguse kavandmine**

- Äärmiselt oluline on vahet teha millise hoone planeerimise aluseks võtta päikesevalgus ja millisel taevavalgus



- Erinevad "reeglid" päevavalguse kaasamisel avalikühiskondlikes hoonetes ja/või elamutes/eramutes
- Avalikühiskondlikes hooned eeskätt kontorid, koolid lasteaiad, tervishoiuasutused

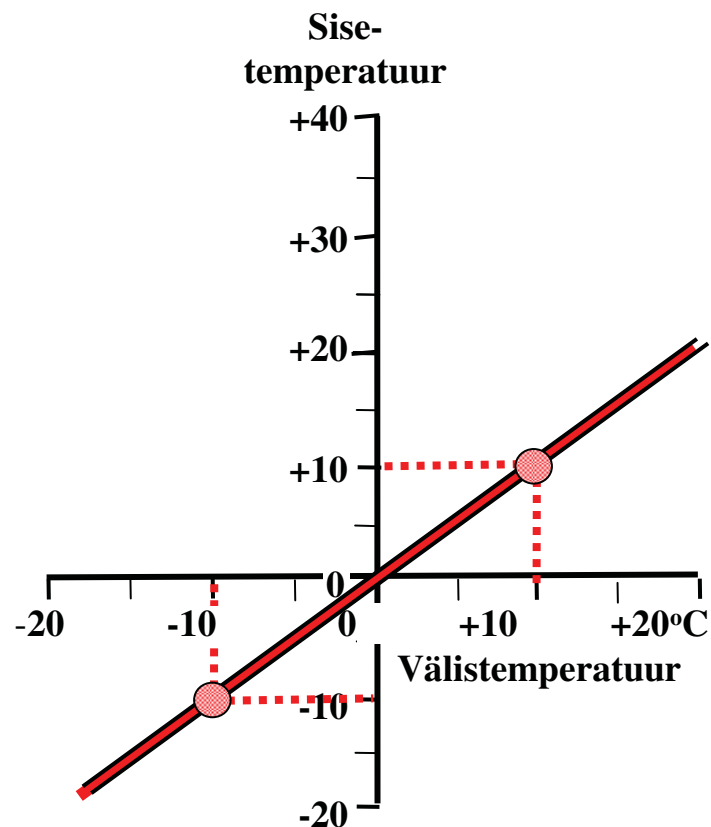
**Hoonete(ruumi) soojustasakaal
olenevalt hoonetüübist
(kasutusotstarbest)**

Süsteemi piir - Ruumi õhk
Õhu temperatuur võib vabalt muutuda,



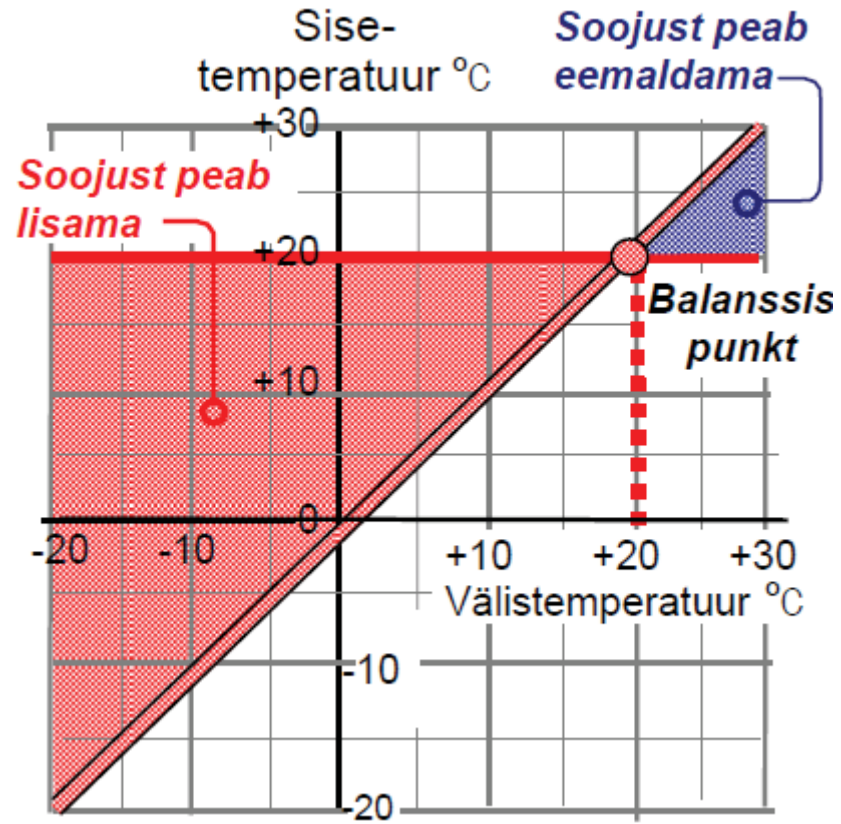
Hüpoteetiline ruum välisseina ääres, milles ei toimu mingit tegevust ja mille aken on kaitstud otsese päikese kiirguse eest. Samuti puuduvad ruumist seadmed mis, kütavad/jahutavad õhku.

Süsteemi piir - Ruumi õhk
Õhu temperatuur võib vabalt muutuda,

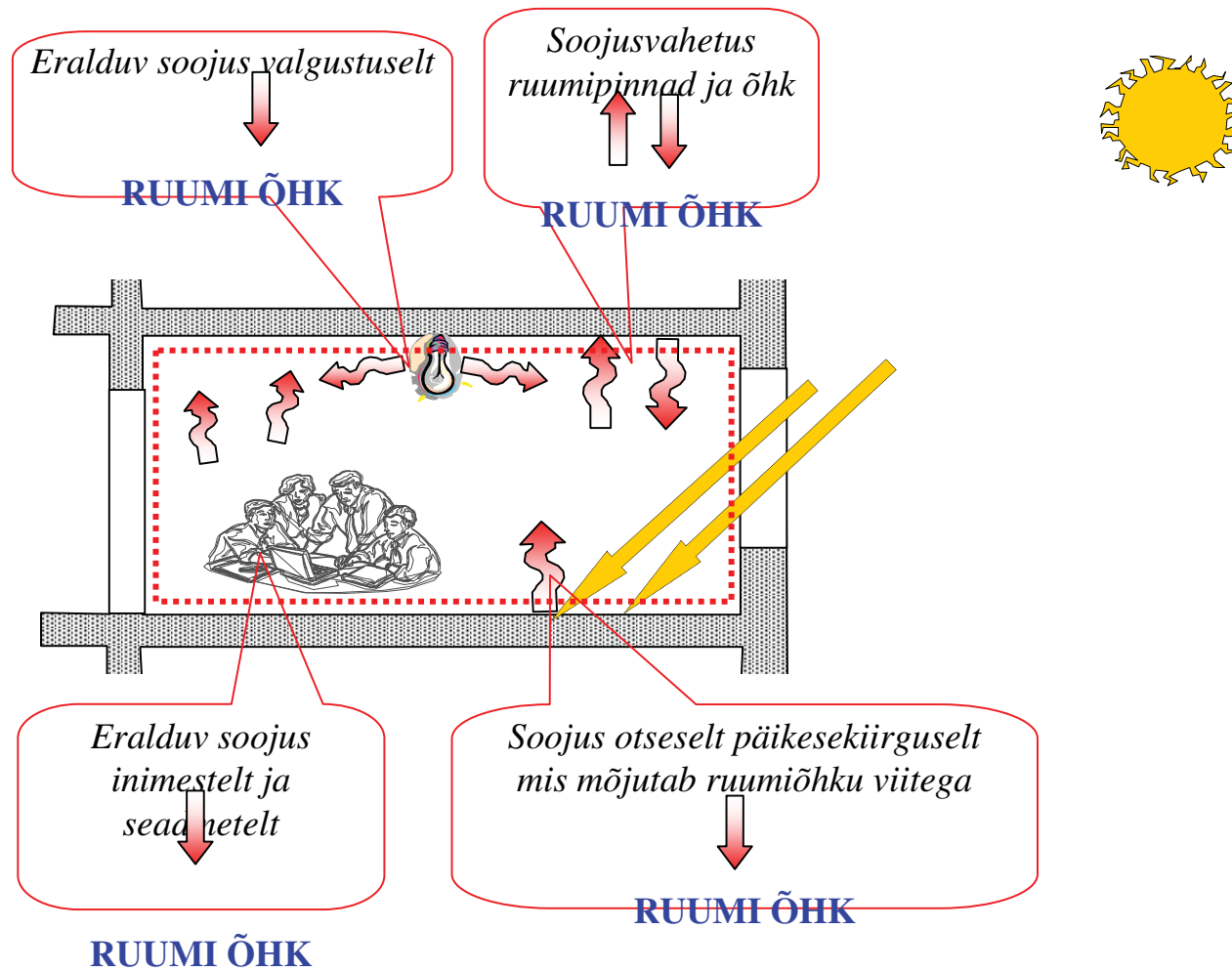


Sellises ruumis saab temperatuur olema sama kui väljas.
Kui välis-temperatuur muutub, järgneb ruumi temperatuur
teatud viivitusega aga pikapeale see stabiliseerub
välis-temperatuuri tasemele

Vabasoojust ei teki

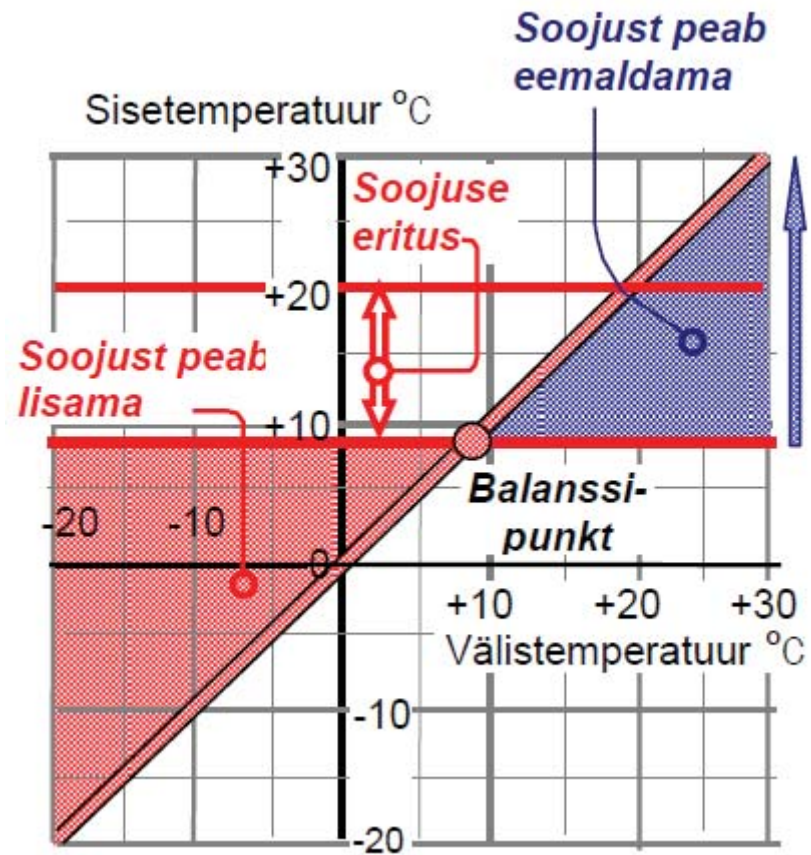


Ruumi soojustasakaal

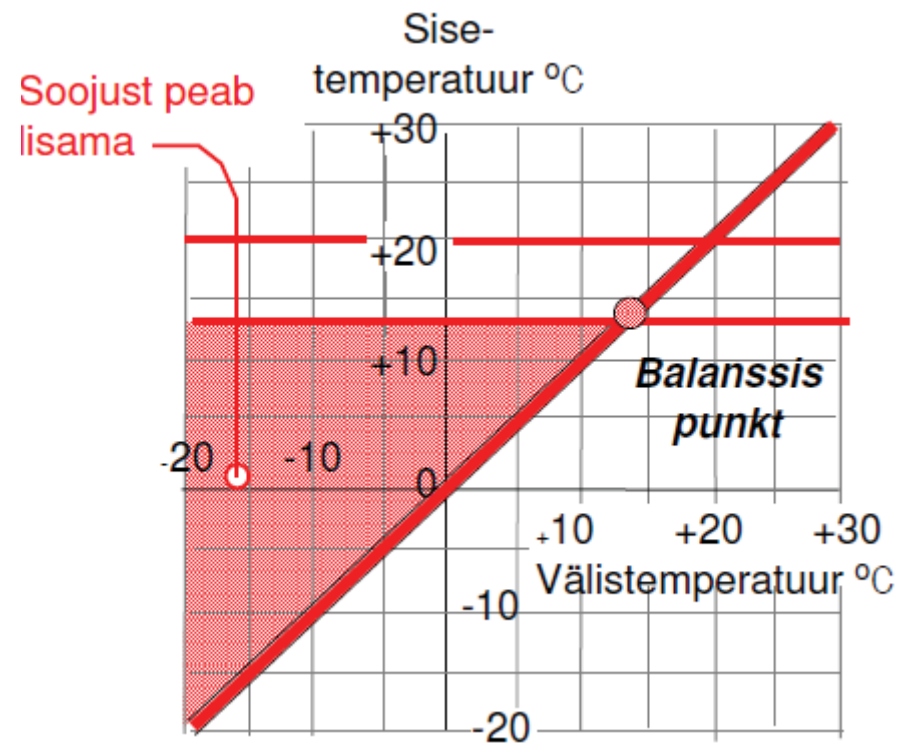


Sellist hüpoteetilist ruumi tegelikus elus ei eksisteeri. Ruumi soojustasakaalu mõjutab nii päikene (otsene päikese kiirgus) kui ka soojus mis eraldub seadmetelt, valgustuselt ja inimestelt (vabasoojus).

Ruumis tekib vabasoojus



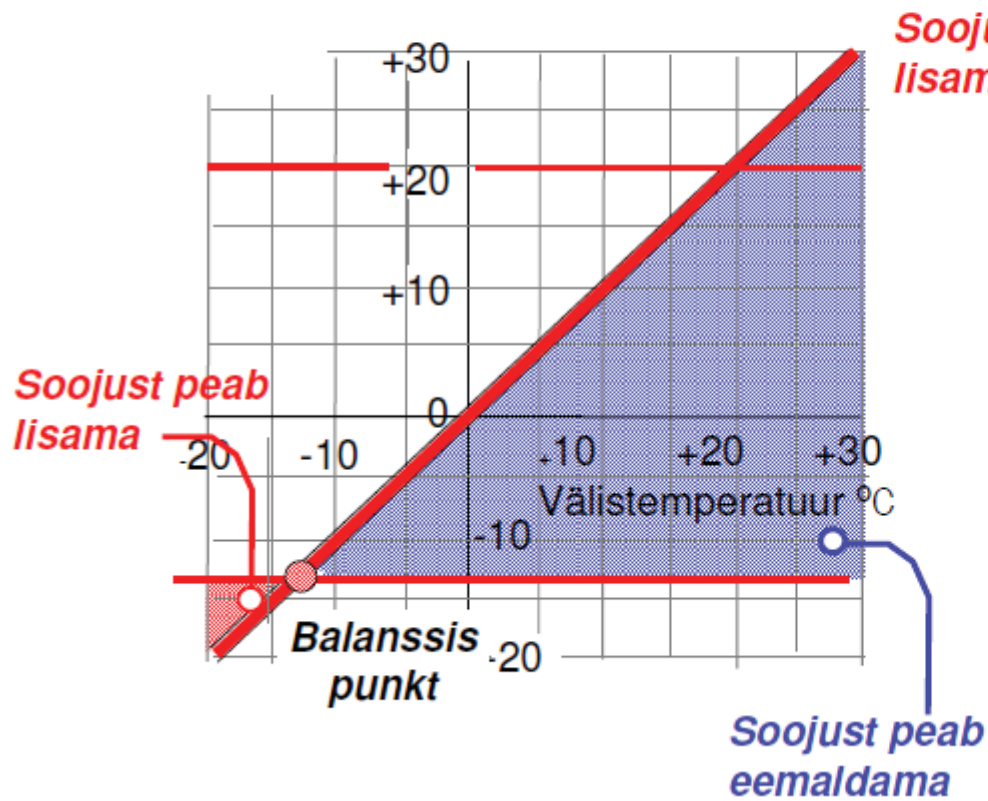
Ruum elumajas



Ruum büroohoones

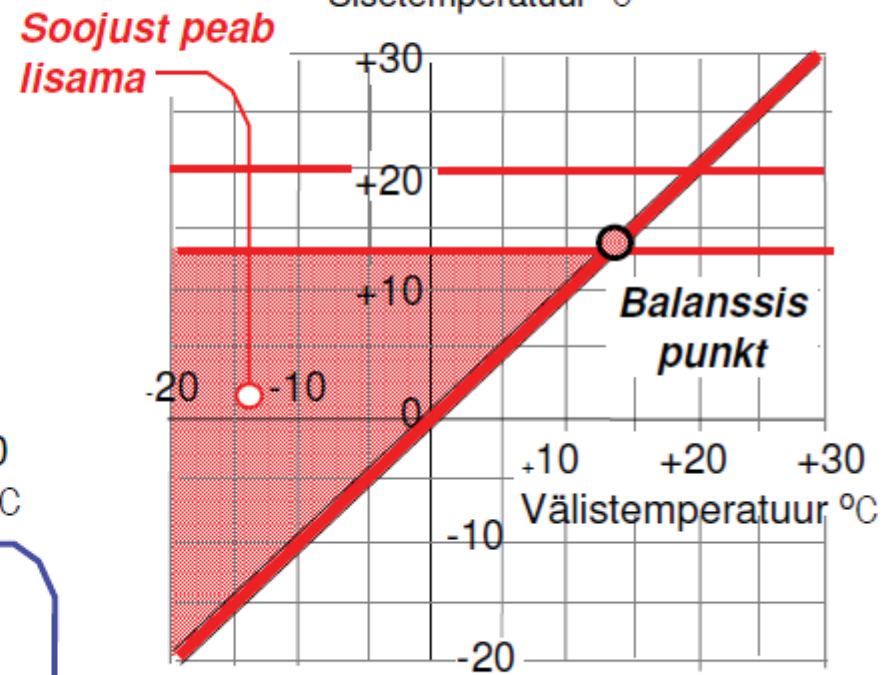
Töö ajal 07 – 18
~ 2.500 tundi aastas

Sisetemperatuur °C



Väljaspool töö aega 18 – 07
~ 6.000 tundi aastas

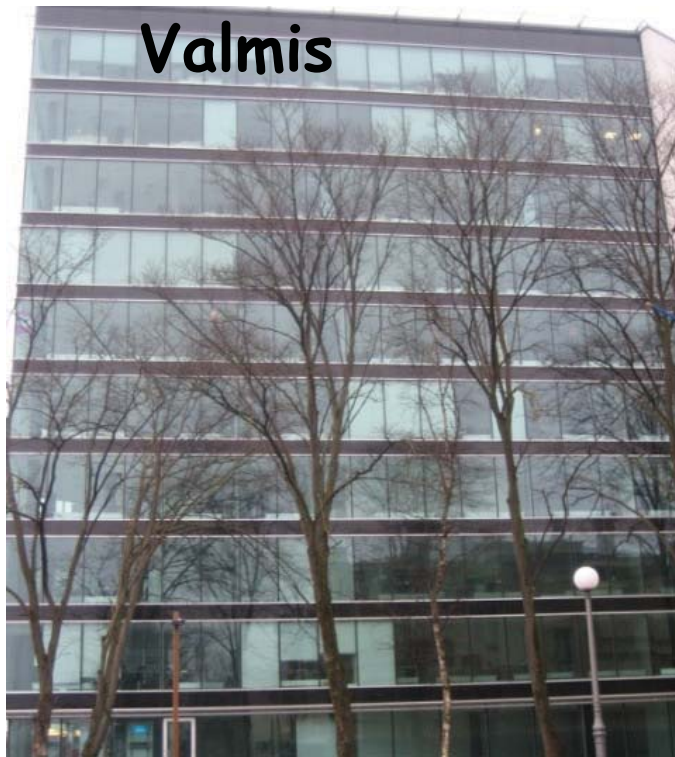
Sisetemperatuur °C





**Päevavalgus
avalikühiskondlikes hoonetes**

Suured klaasipinnad on populaarsed



Valmis



Rusikareegel: Avalikühiskondlikes hoonetes
blokeeri otsene päikesekiirgus aga kavanda majad
nii et neis oleks piisavalt hajuvalgust



PÄIKESEVALGUS
EI!!

TAEVAVALGUS
JAH!!

Juhul kui sa seda reeglit ei jälgigi...



Soojus

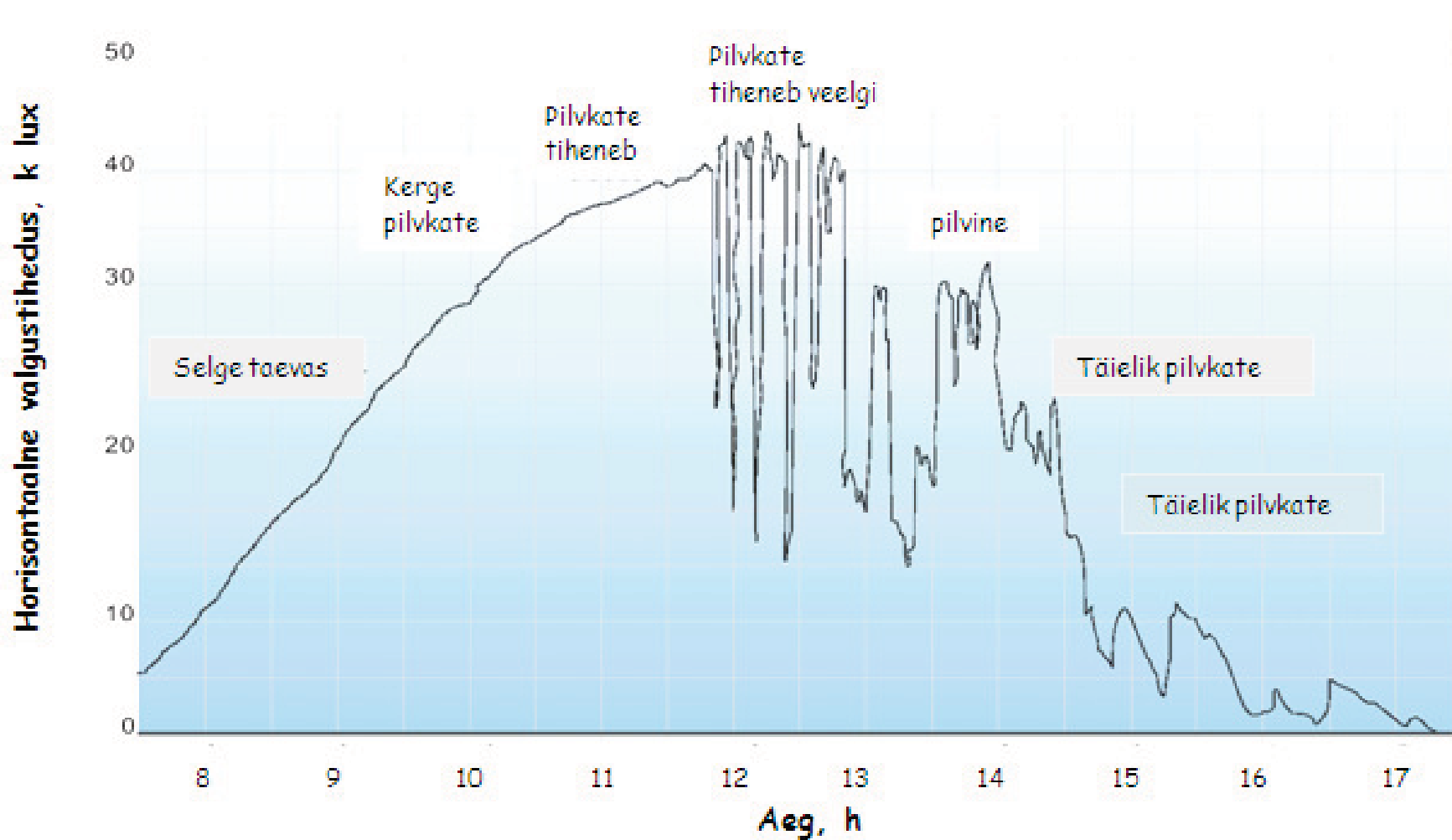
- Otsene päike kontorites, koolides jne, tekitab rägust



- Otsene päike kontorites...kardinad suletakse, elektri valgustus peale...sisetemperatuur tõuseb...installeeritud jahutusvõimsus ei suuda tihti olukorda lahendada... palav...rahulolematud töötajad... produktiivsuse langus... üürnike lahkumine...süüdlaste otsimine...kohus...



Tavaline suvepäev Tallinnas





- Korra kardinad suletud suur toenäosus, et sellisesse asendisse nad jäävadki

Pilvine ilm



Päikesepaisteline ilm



Passiivne arhitektuuriline jahutus

10 ideed ja võimalust otsese päikesekiirguse blokeerimiseks avalikühiskondlikes hoonetes.

Blokeeritud päikesekiirgus modernses büroos tähendab üldjuhul ka madalamat esmainvesteeringut jahutusseadmetele ja madalamat kulu jahutusenergiale (passiivne küte/jahutus)

**Igale projektile ainuõige kuldne kesktee
puudub on erinevad võimalused/lahendused
millel kõigil on omad head ja vead. Lahendus
probleemile leidub alati!**

Avalikühiskondlikud hooned = inimese silmad







Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 1



Pole päevalgust ega vaadet välja

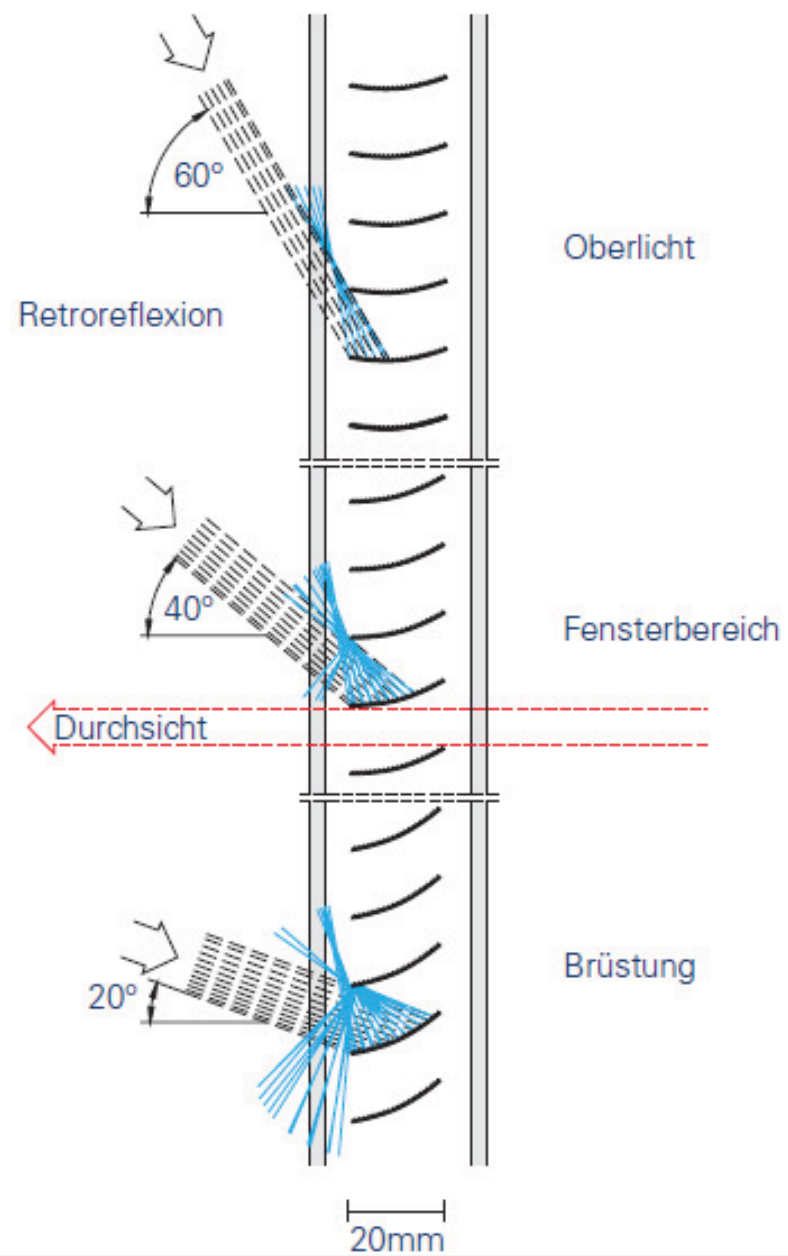
Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 2



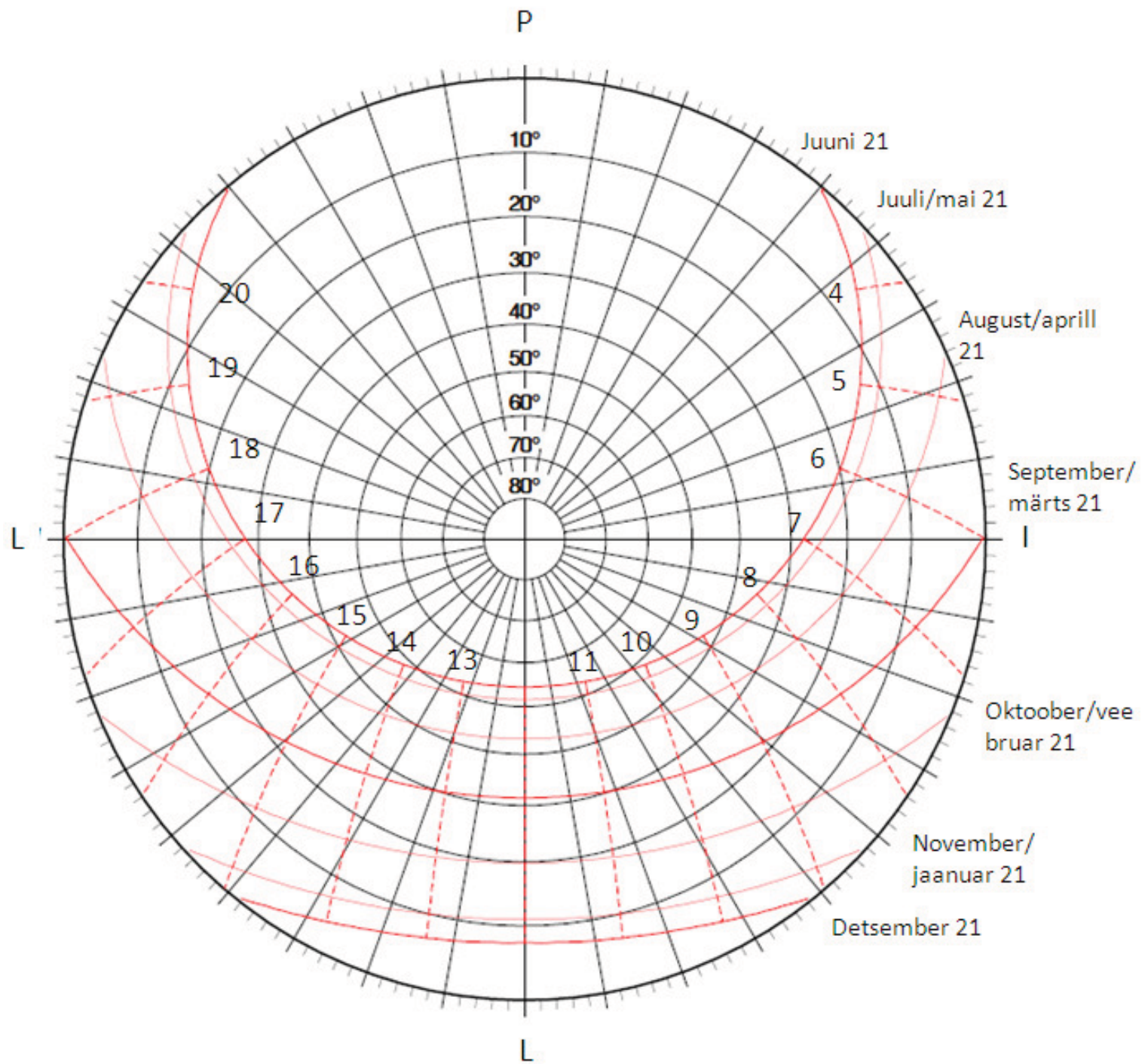
Ruumi siseneb päevavalgus



puudub vaade



Außen	Isolierglaseinheit	Innen
-------	--------------------	-------















Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 3

Ida ja (Lääs)



Olemas osaliselt päevavalgus kui ka vaade







Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 4



Madala valguse läbilaskvusega klaasid efektiivne moodus vähendada otsese päikese kiirguse sisenemist ruumi

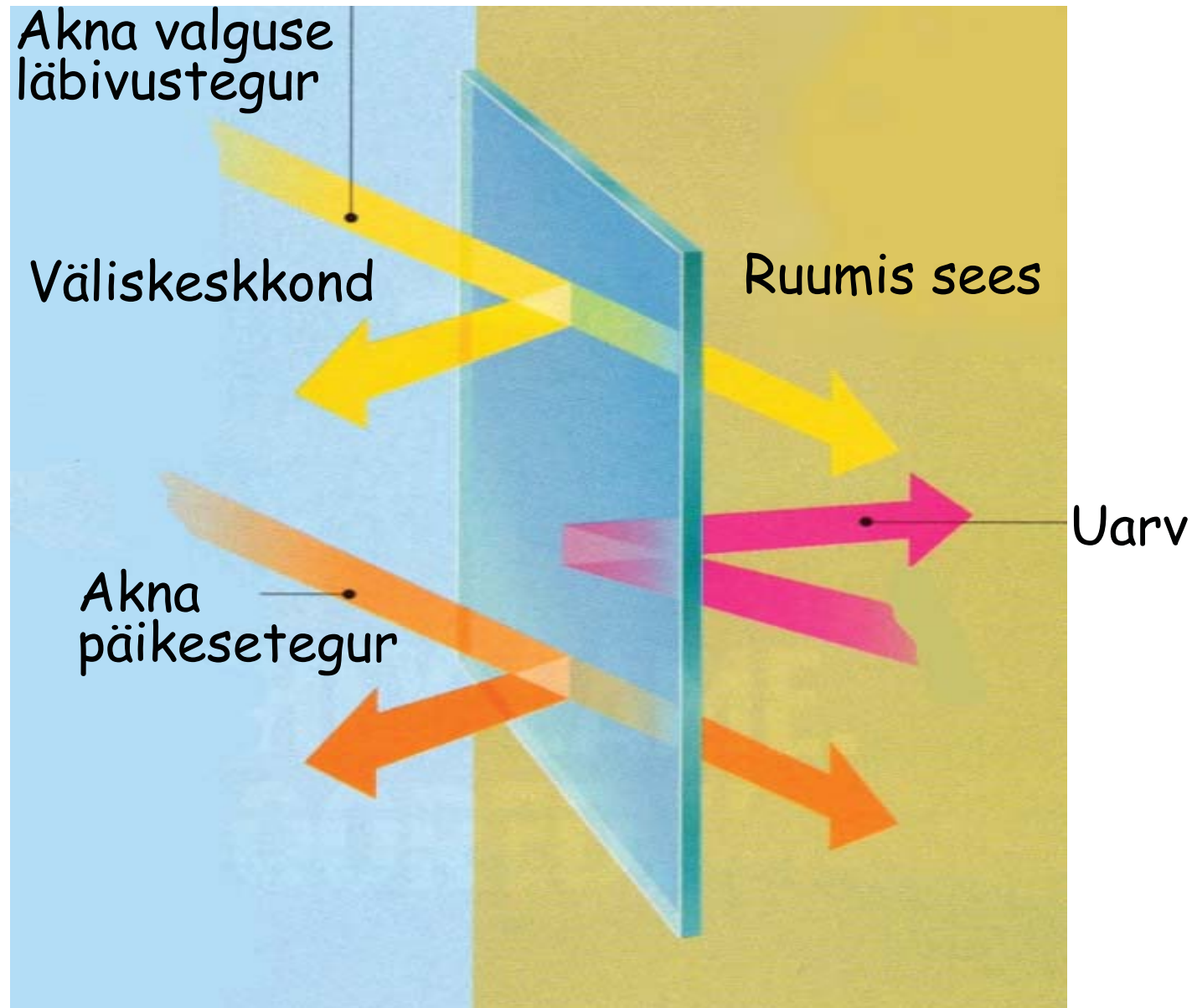


Madala valguse läbilaskvusega klaasid ei ole tihti piisavad, et kõrvaldada rägust ruumist. Samuti räguse oht naabermajadel



Teatud tugevasti toonitud klaasid võivad mõjutada vaadet hoonest välja. On täheldatud, et kui klaasi valguse läbivustegur langeb alla 25%, loeb suur osa hoonet kasutavatest inimestest vaadet välja ebapiisavaks (EVS 894).

Akna klaasi parameetrid



Lahendus nr 4...päikesekaitseklaasi asemel võib kasutada spetsiaalsest riidest materjale

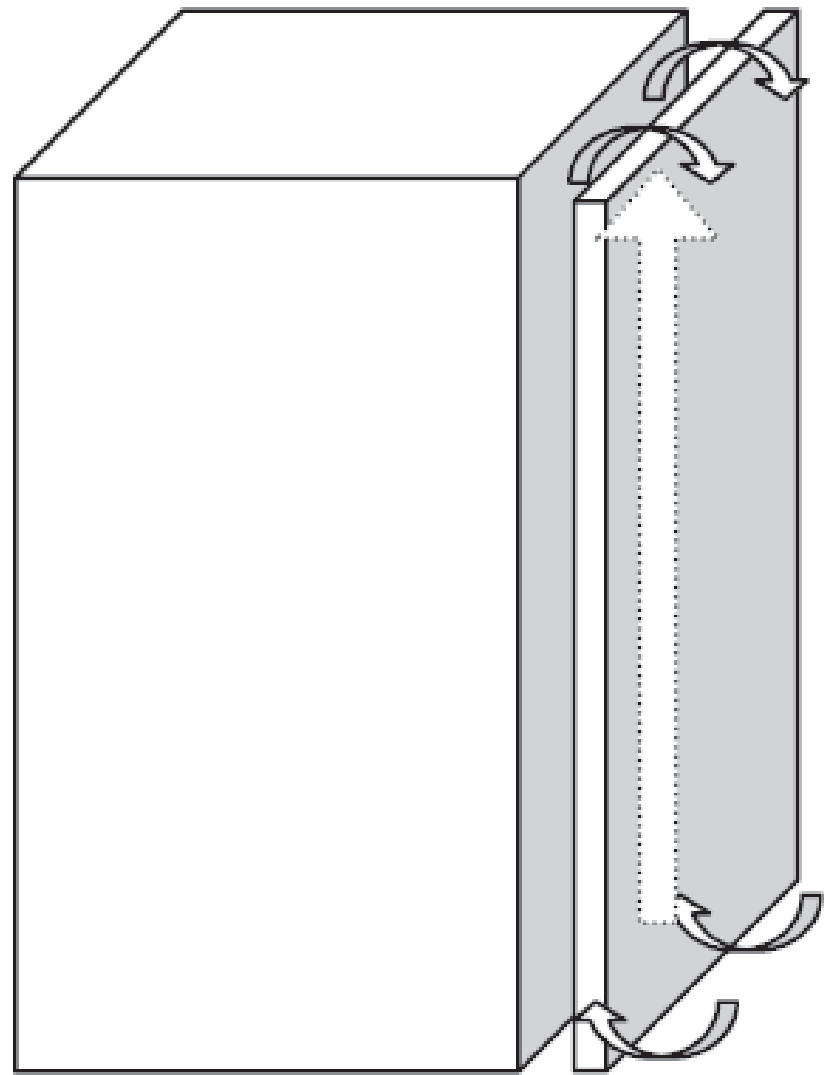
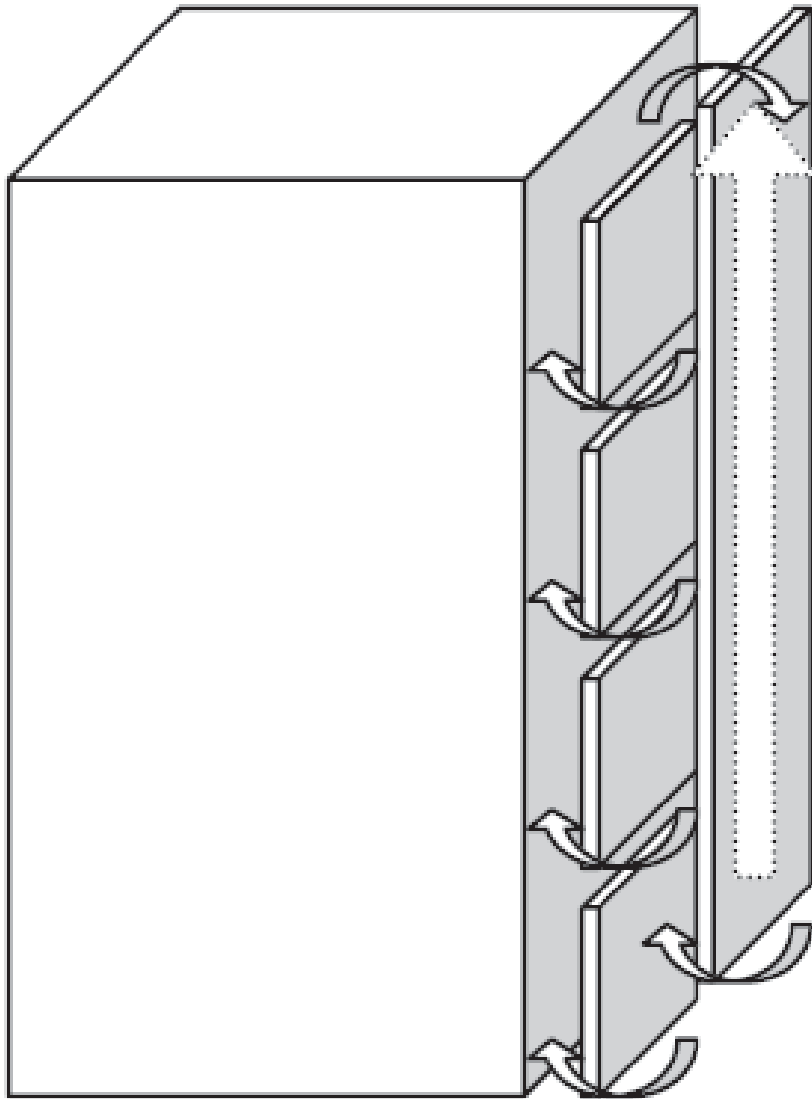


Effektiivne meetod otsese päikese blokeerimiseks



Juhul kui valguse läbivus materjalist(aknast) alla 25% suureneb
rahulolematute osakaal märgatavalt.

Lahendus nr 4...topeltfassadid



Lahendus nr 4...topeltfassaadid







Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 5

Lõuna ja lääts (ida)



Põhi ja Ida



Olemas nii päevavalgus kui ka vaade



Varikatuse toime talvel? Lume mõju?

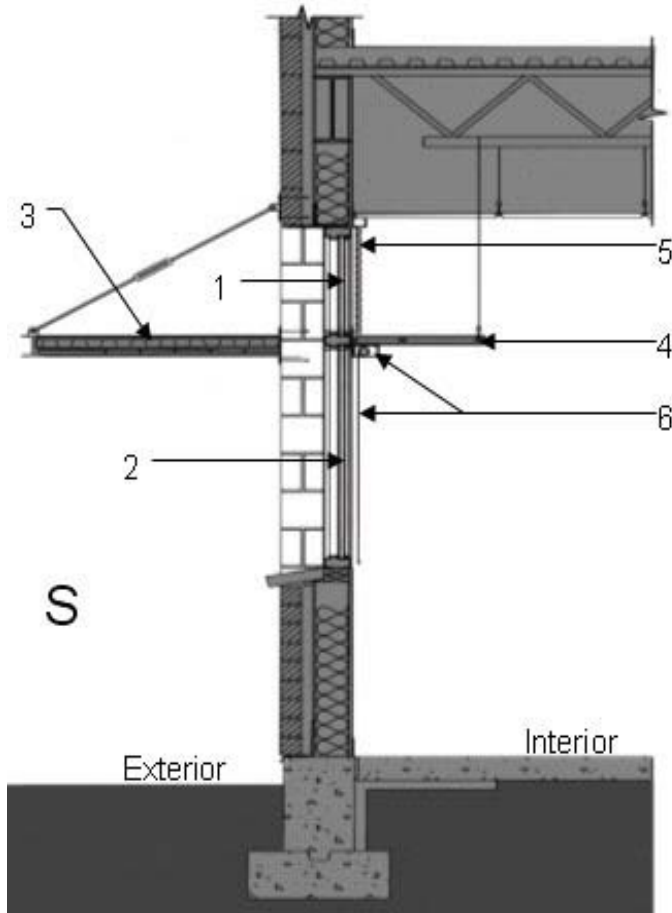








Päevavalgusaken



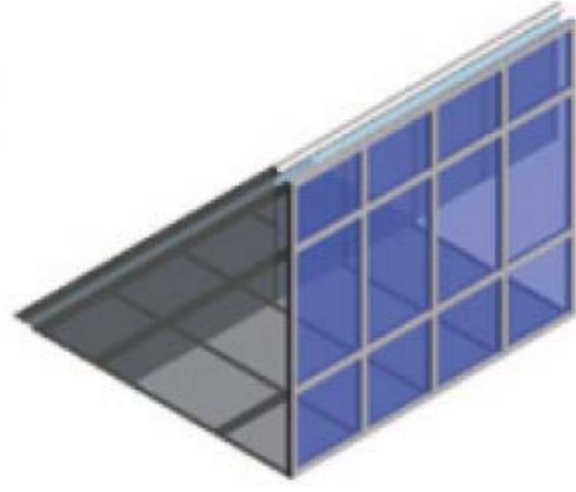
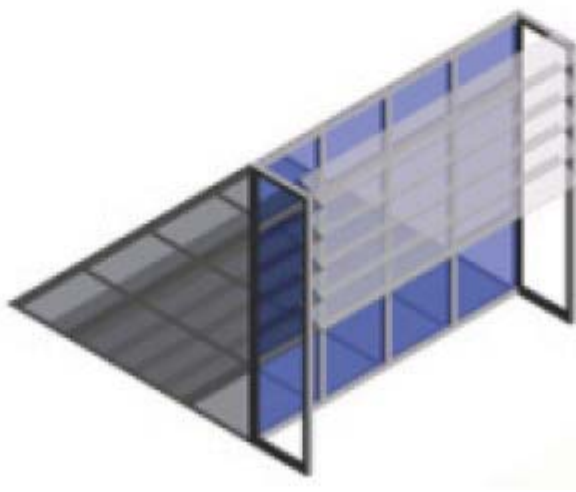
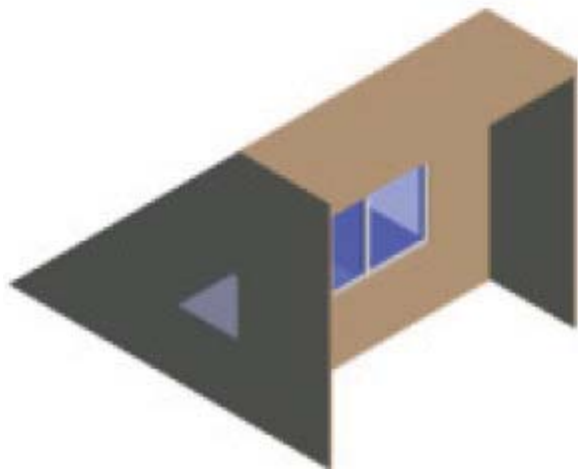
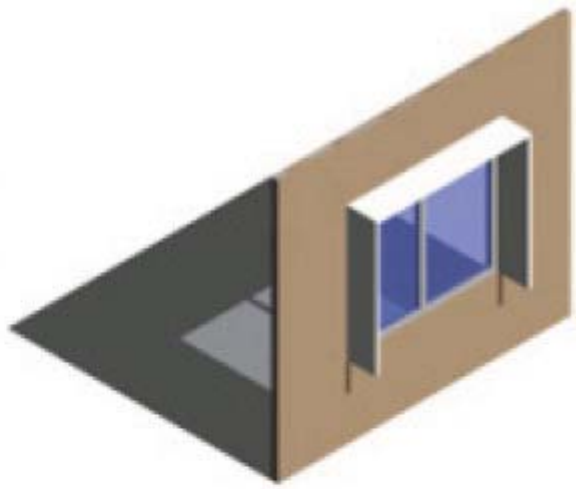
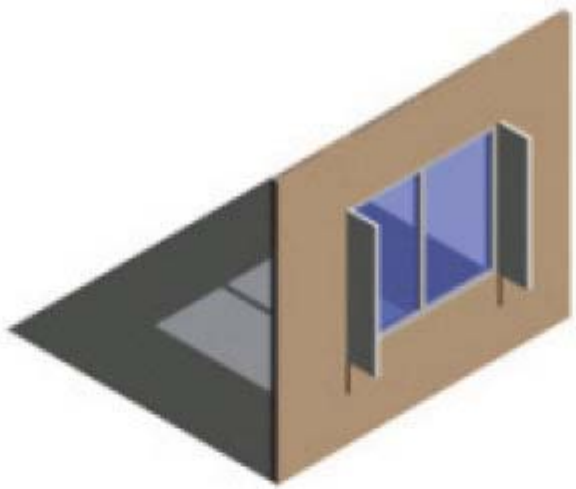
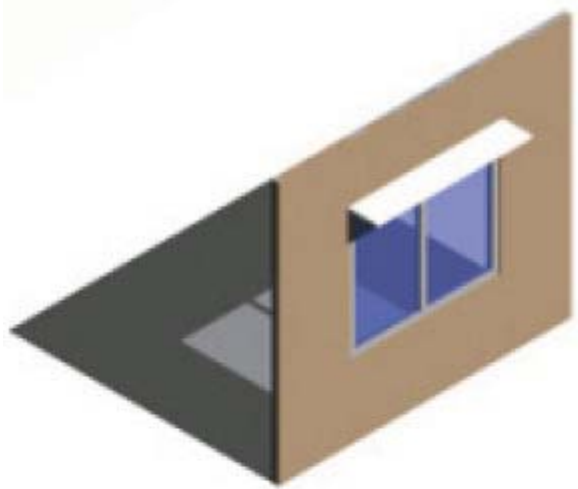
1. Päevavalgusaken

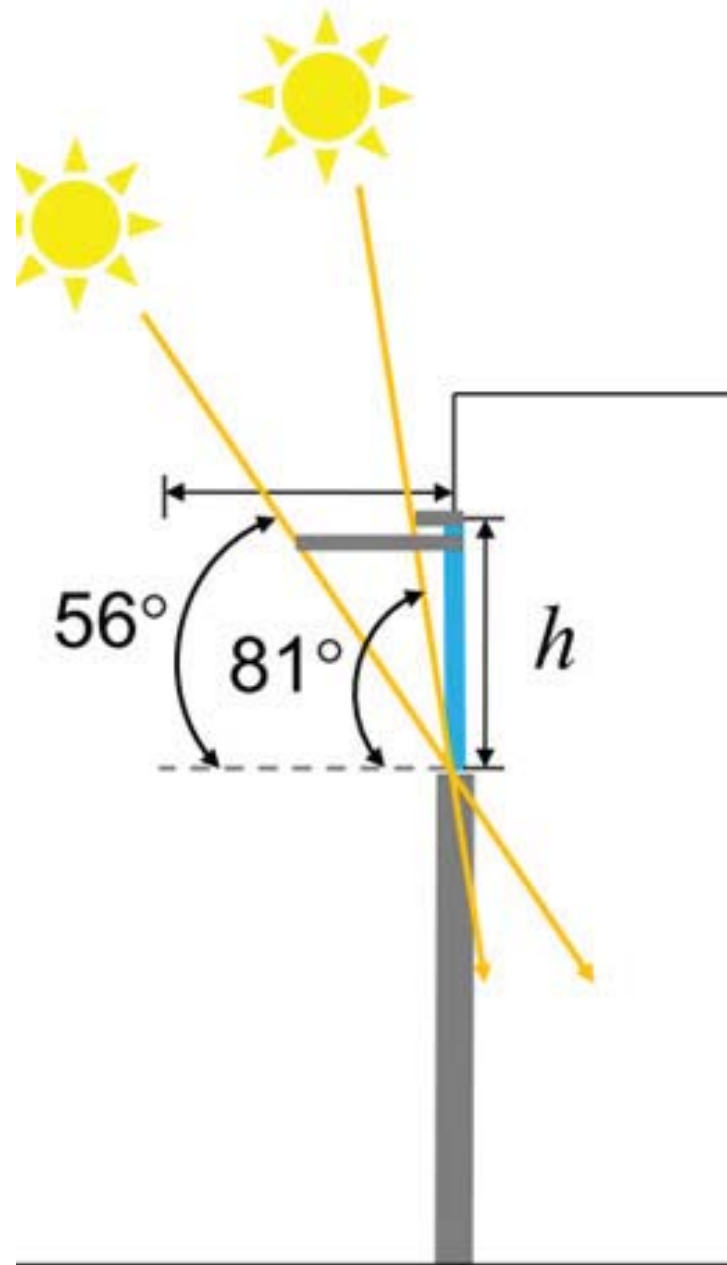
2. Vaateaken

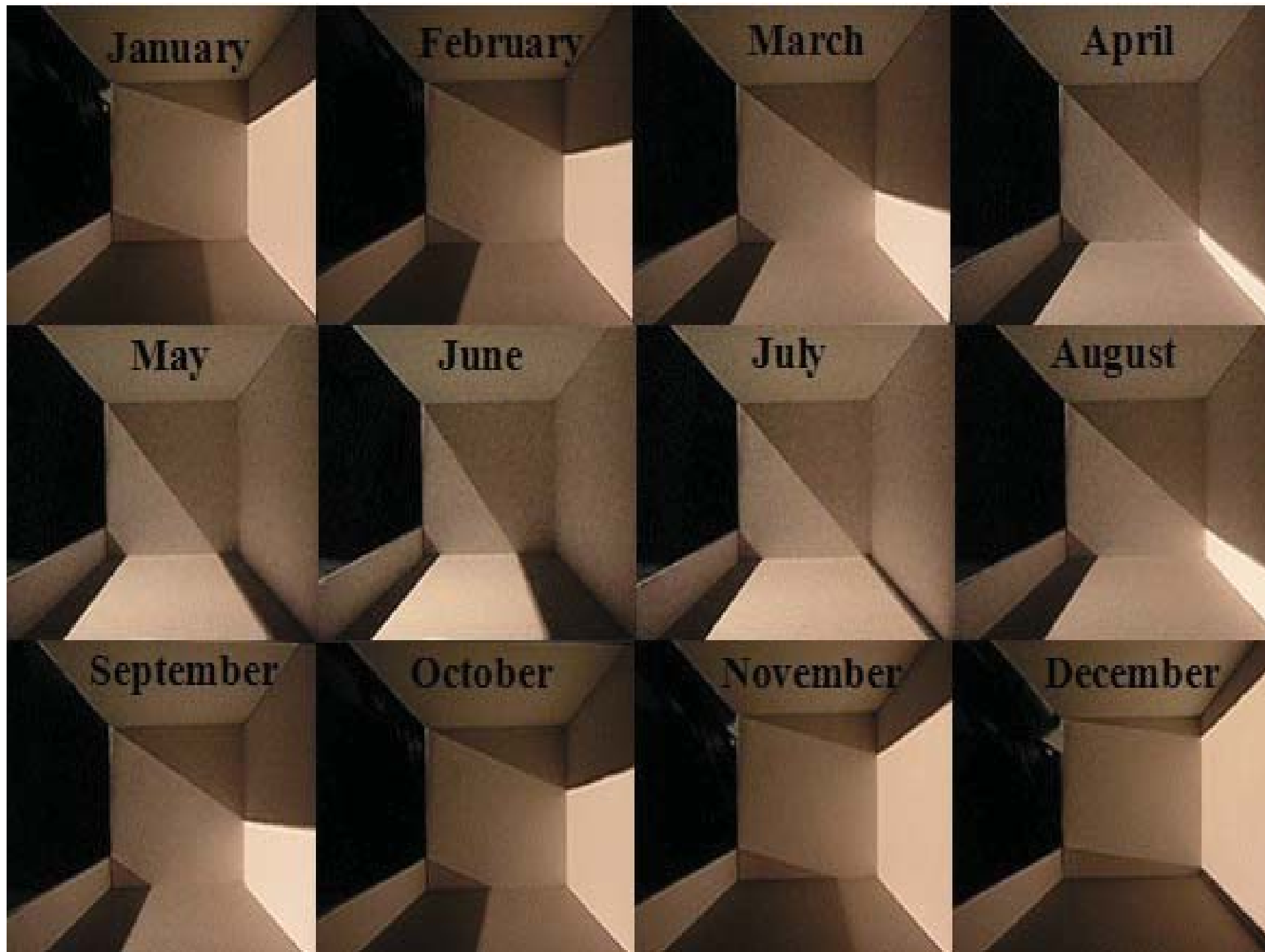
3. Välissirm

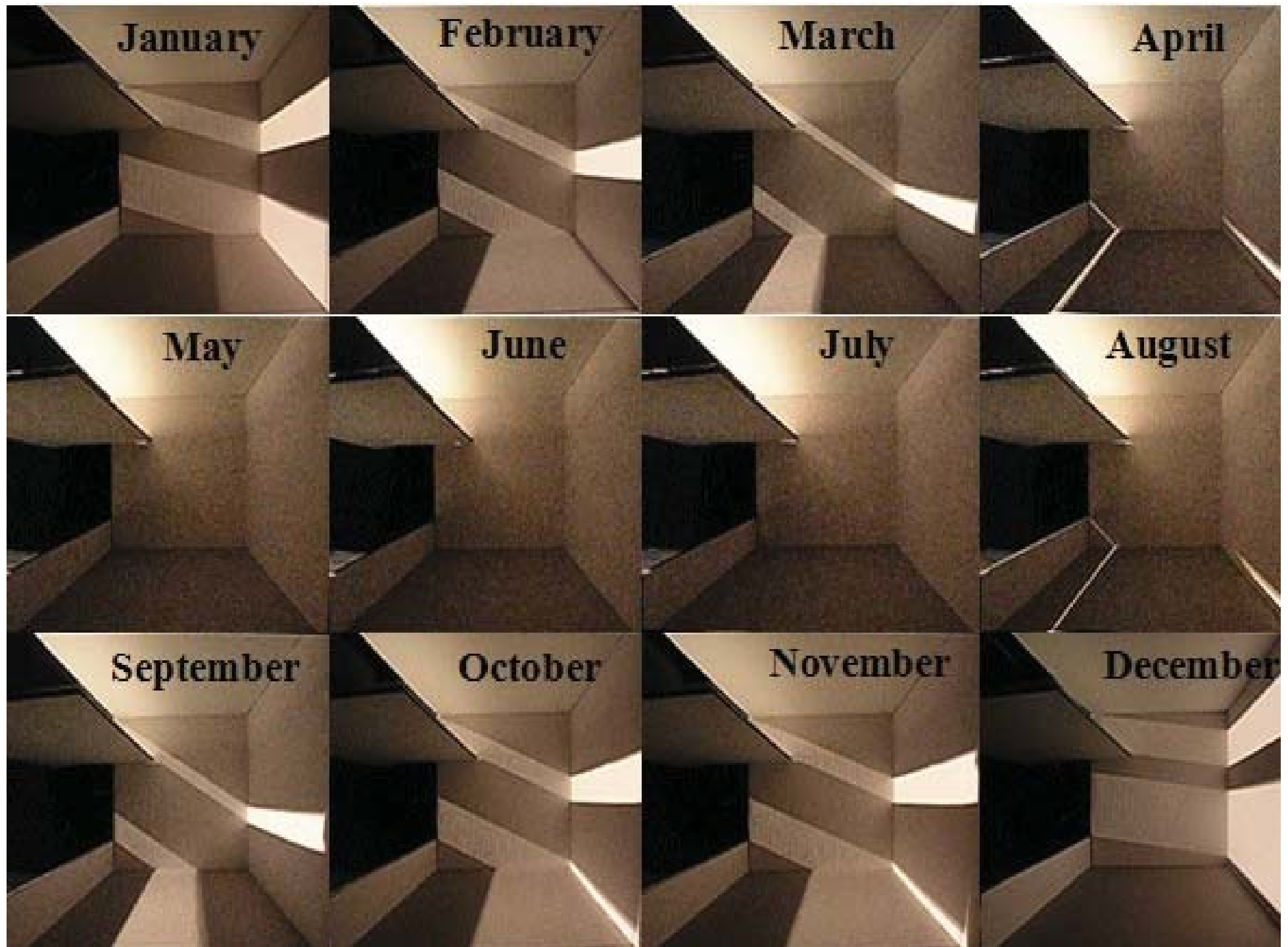
4. Sisesirm

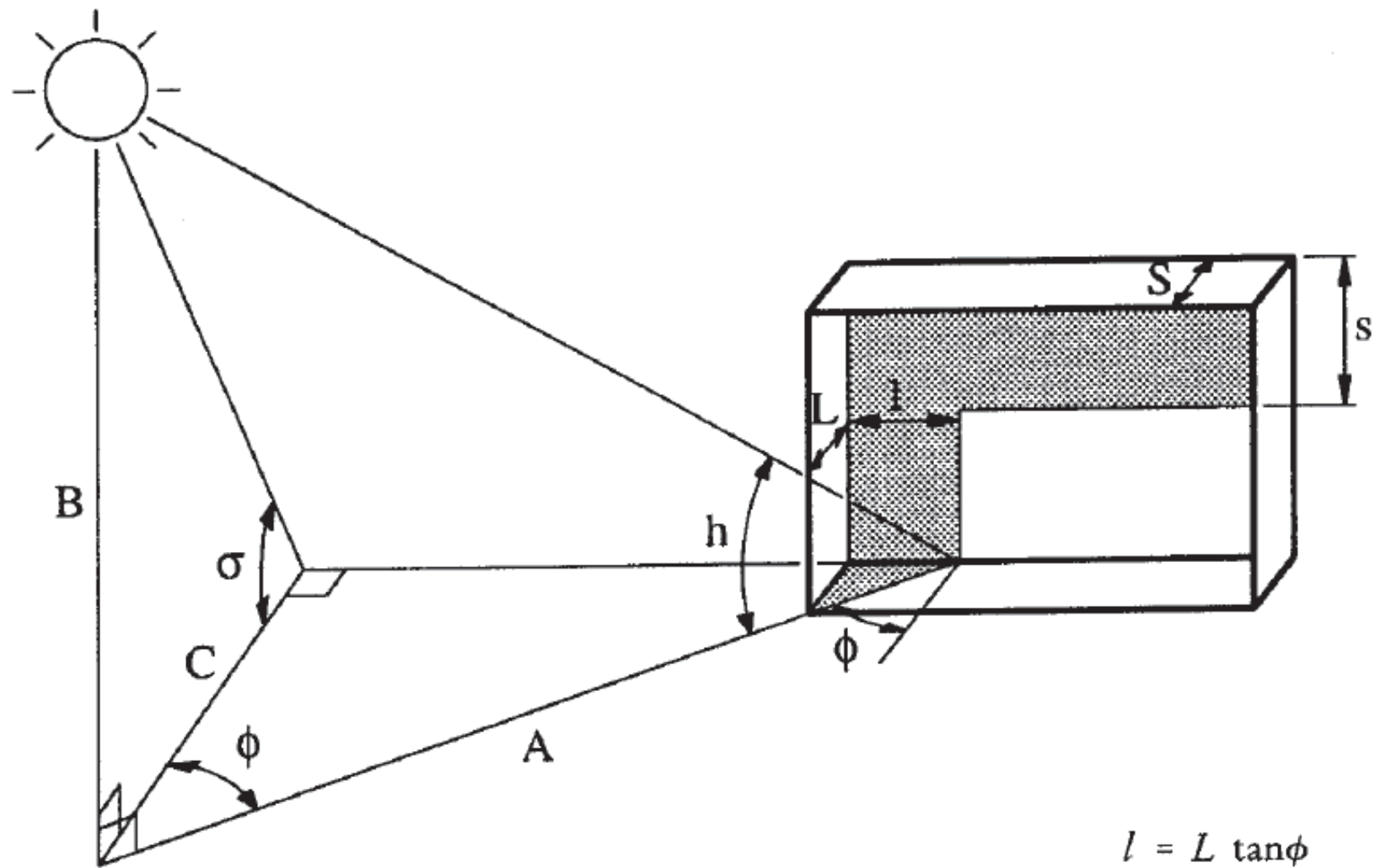








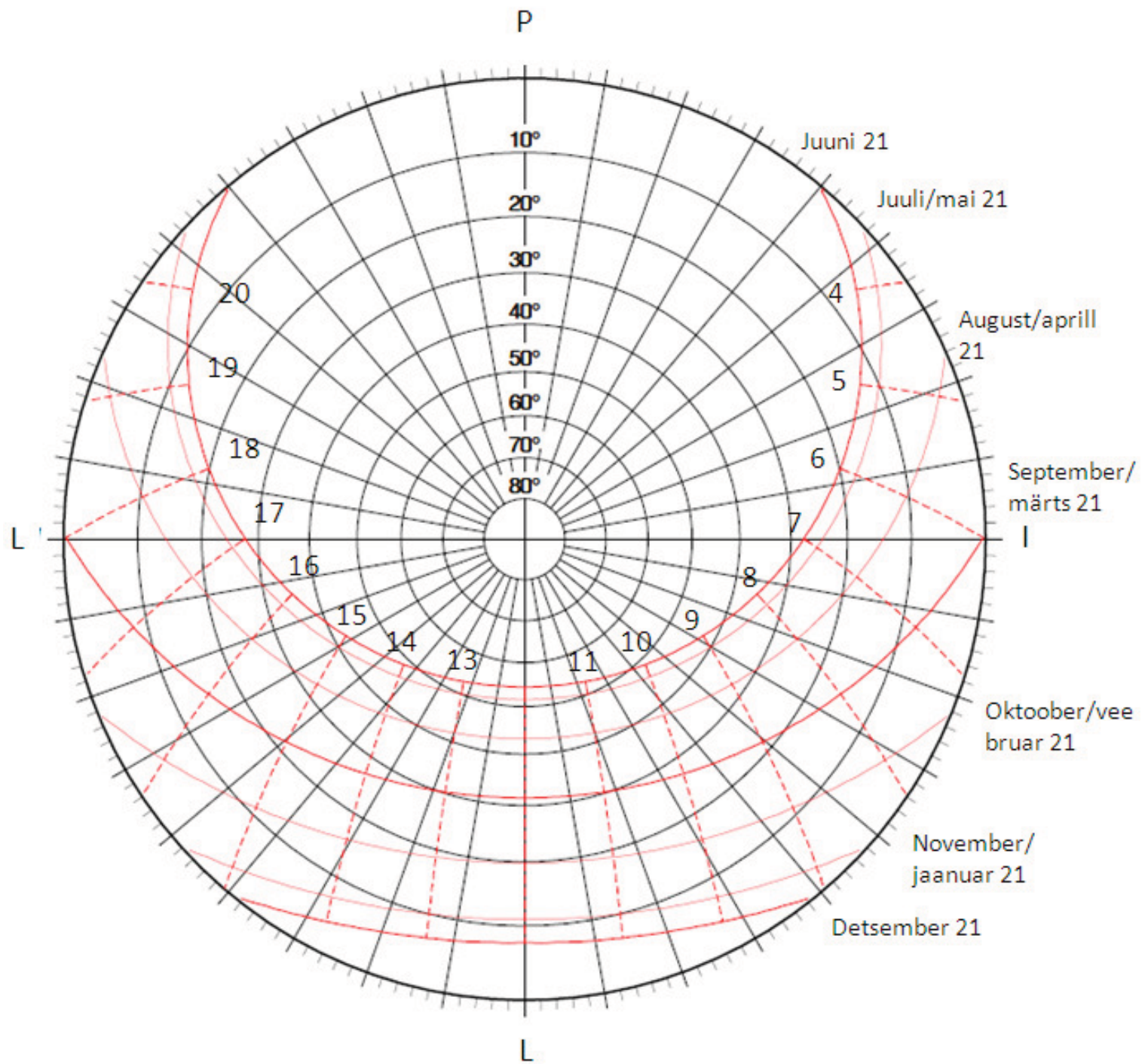


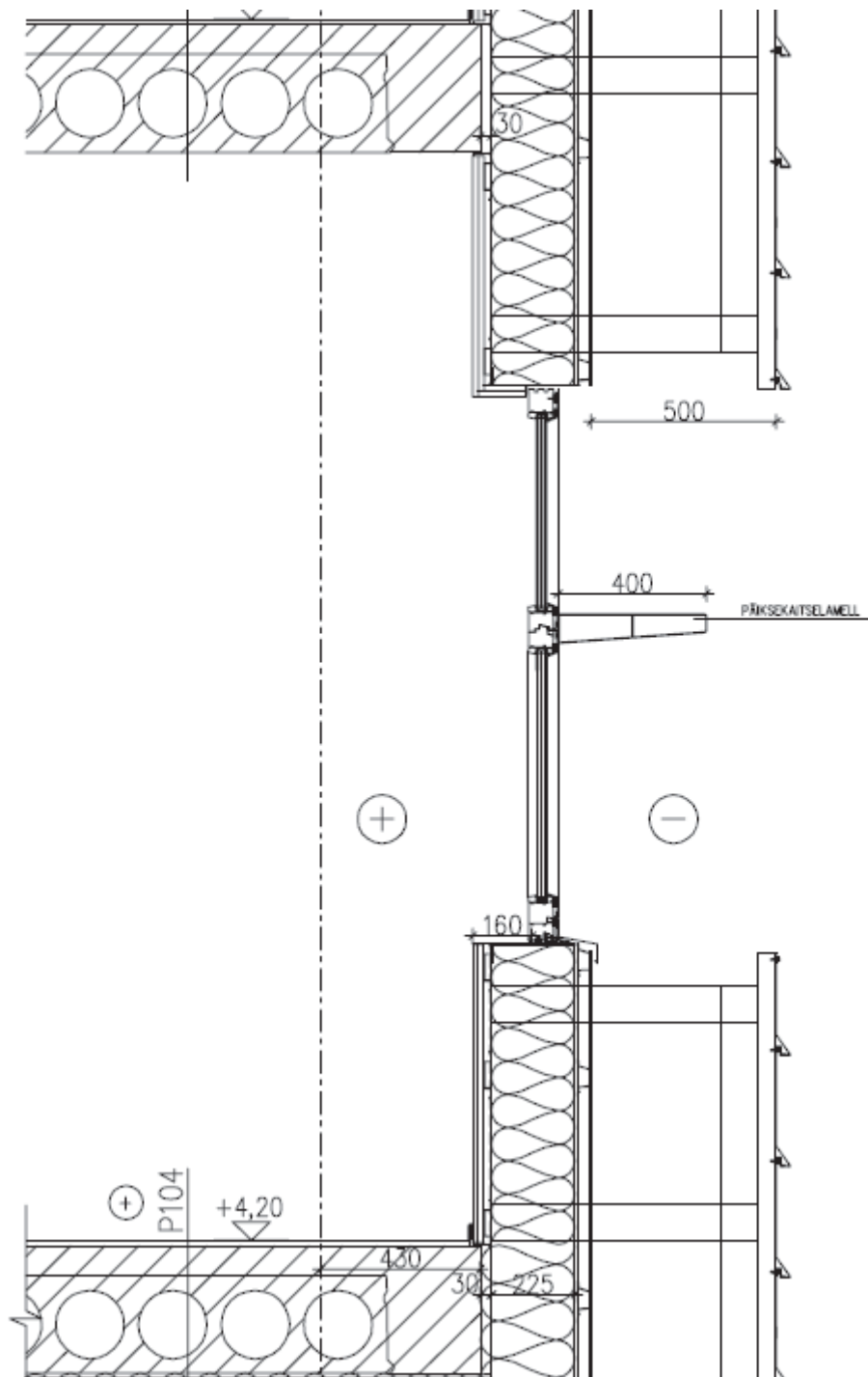


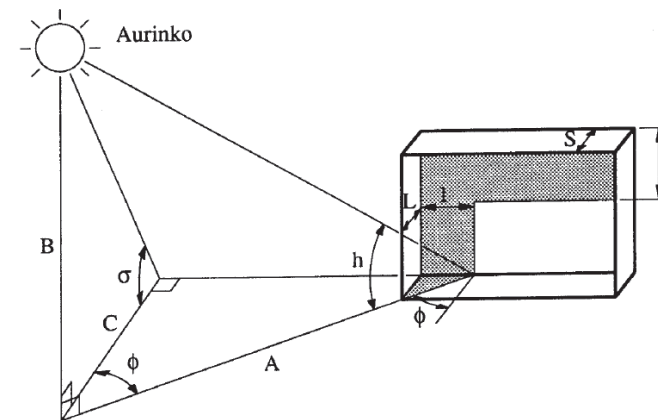
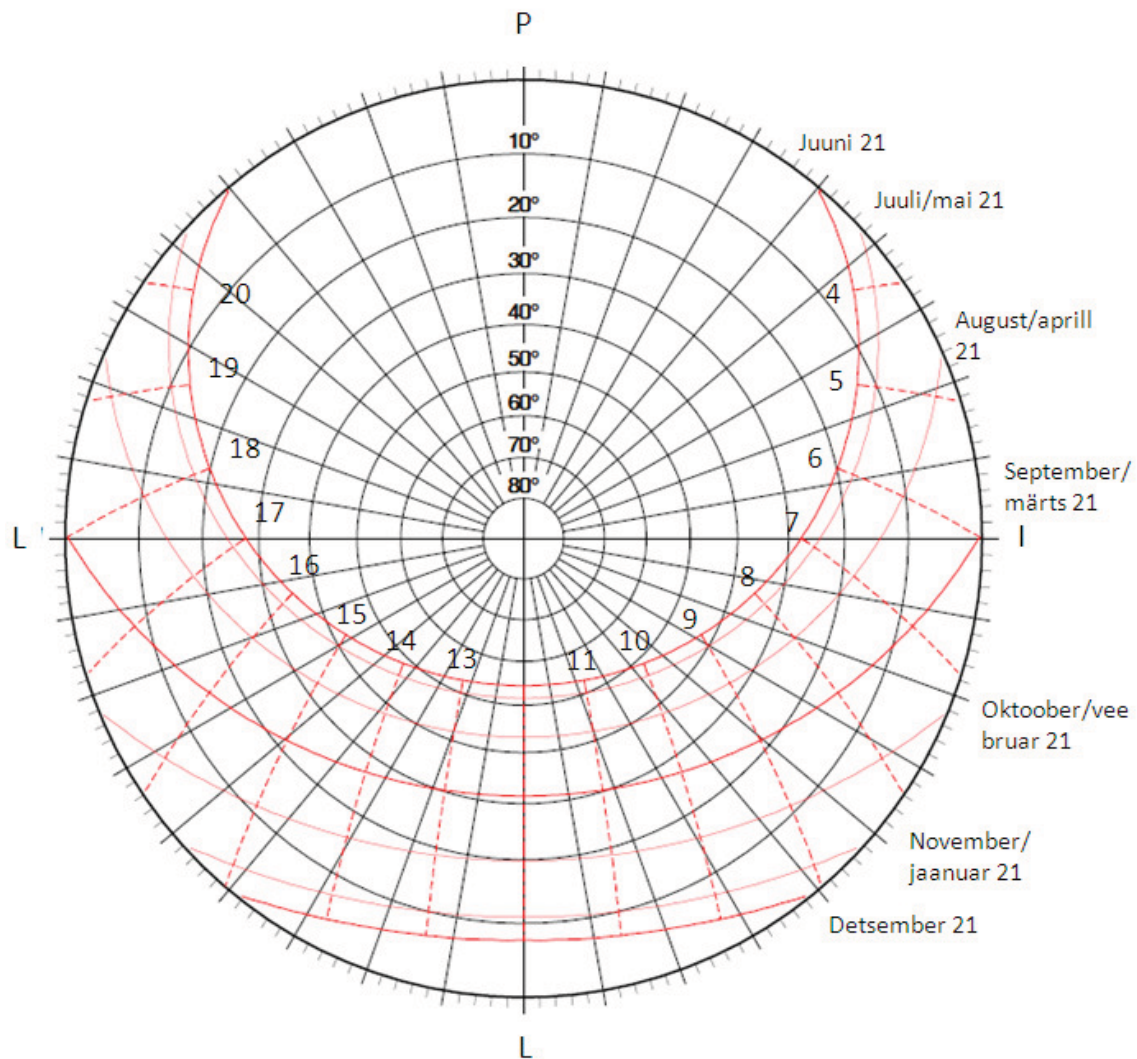
$$l = L \tan \phi$$

$$s = S \tan \sigma$$





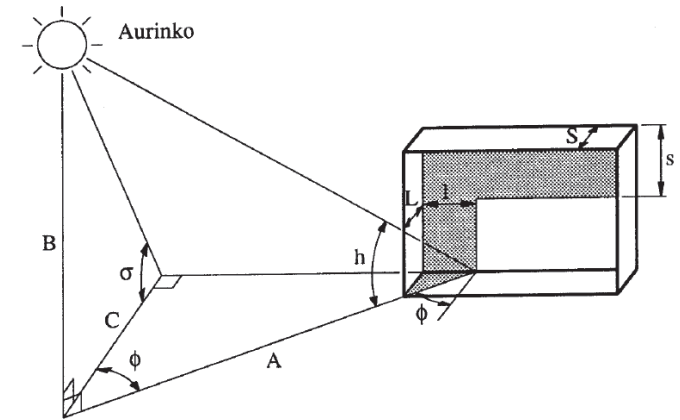
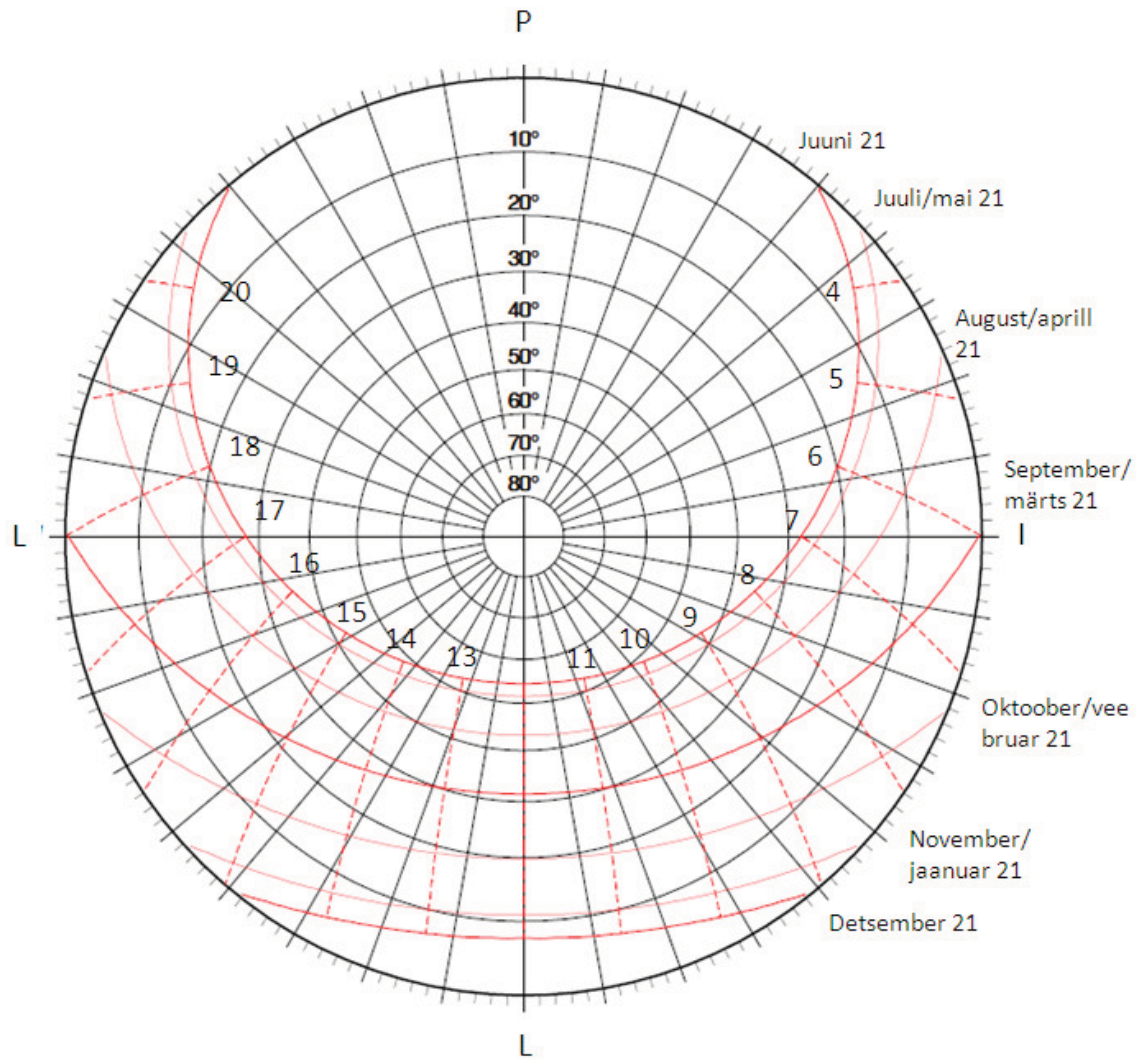




$$l = L \tan \phi$$

$$s = S \tan \sigma$$

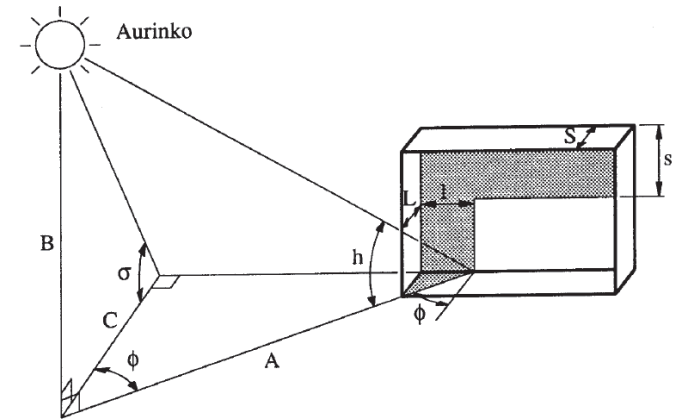
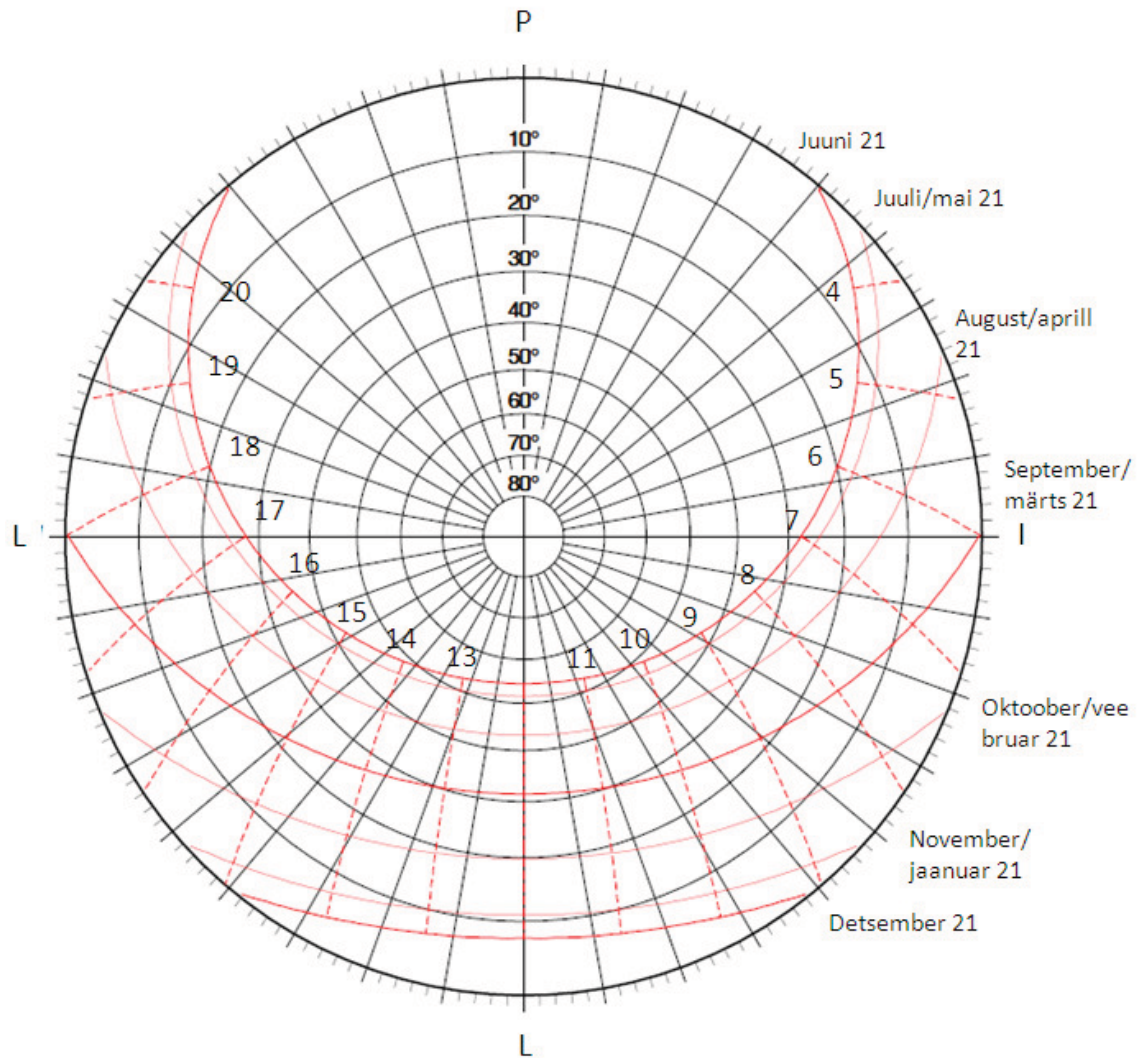
Kell 12, lõuna	Kõrgusnurk	Sirm 40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	100 cm
21 juuni	54,5°	56	70	84	98	140
21 mai/juuli	51°	49	60	73	86	123
21 aprill/aug.	43°	37	47	55	65	93
21 märts/Sept.	32°	25	31	37	44	62
21 veeb./okt.	20°	15	18	22	25	36
21 jaan./Nov.	12°	8	11	13	15	21
21 detsember	8°	5	7	8	10	14



$$l = L \tan \phi$$

$$s = S \tan \sigma$$

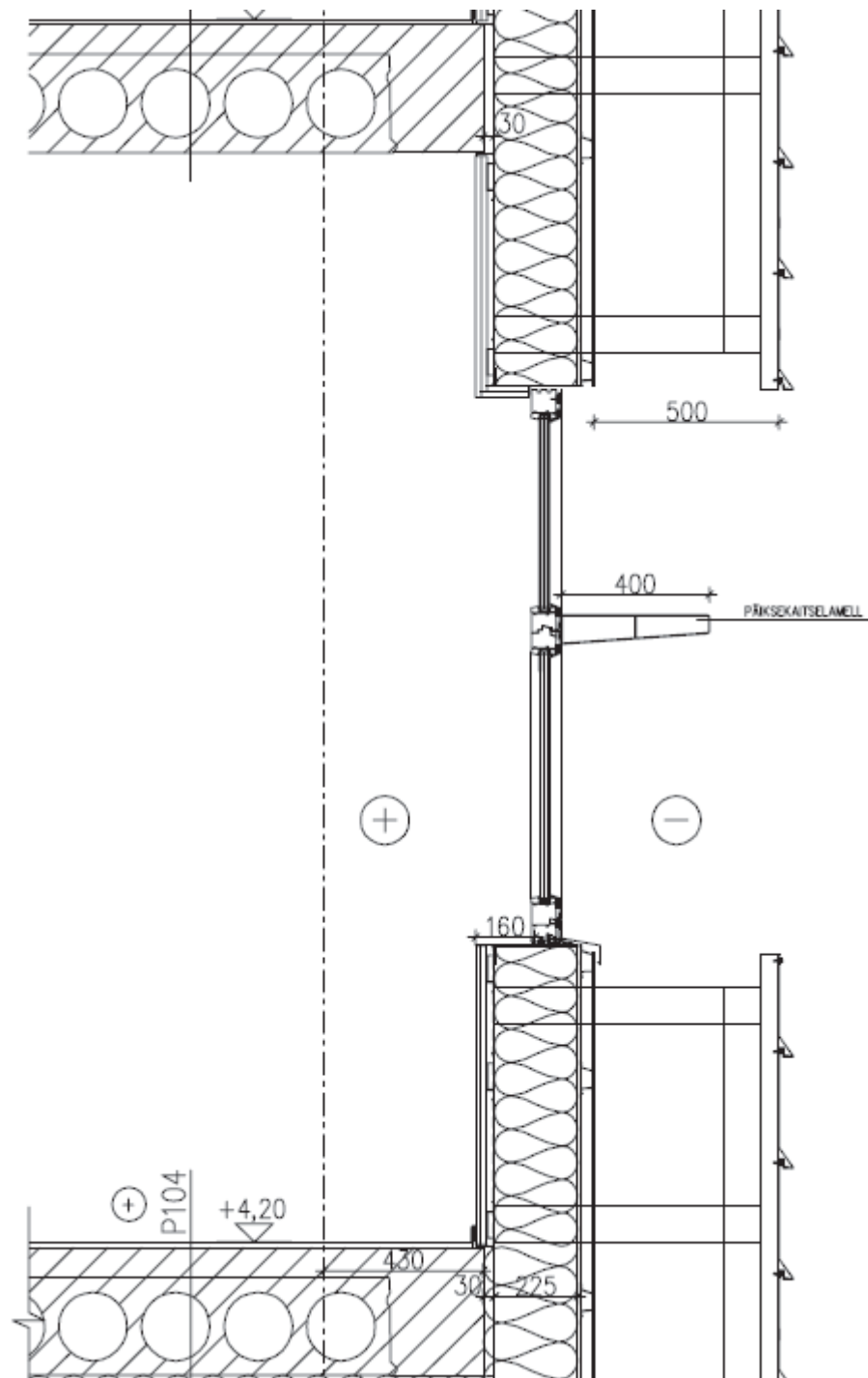
Kell 9 ja 15	Kõrgusnurk	Sirm 40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	100 cm
21 juuni	42°	36	45	54	81	90
21 mai/juuli	40°	34	42	50	59	84
21 aprill/aug.	33°	26	32	39	45	65
21 märts/Sept.	23°	17	21	25	30	42
21 veeb./okt.	12°	9	11	13	15	21
21 jaan./Nov.	4°	3	3	4	5	7
21 detsember	-	0	0	0	0	0



$$l = L \tan \phi$$

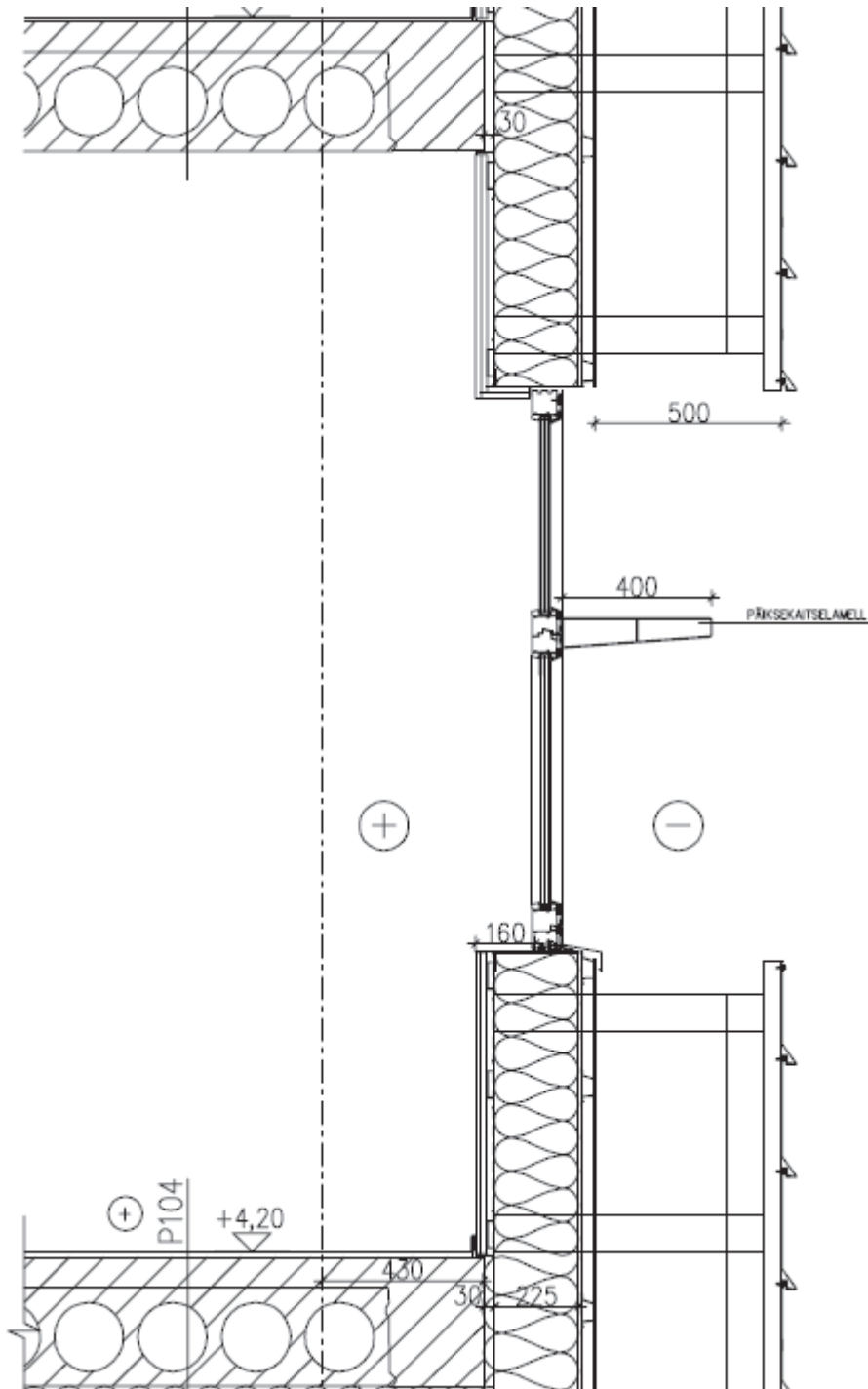
$$s = S \tan \sigma$$

Kell 9 ja 15	Asimuutnurk	Sirm 40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	100 cm
21 juuni	61°	72	90	109	126	180
21 mai/juuli	60°	69	87	104	121	173
21 aprill/aug.	55°	57	71	86	100	143
21 märts/Sept.	50°	48	60	72	83	119
21 veeb./okt.	45°	40	40	60	70	100
21 jaan./Nov.	42°	36	45	54	63	90
21 detsember	-	0	0	0	0	0



Lõuna fassaad

Lõuna sirm eeldusel et akna kõrgus on 50 cm võiks olla 78 cm. Kui 60 cm siis peaks olema 40 cm vertikaalne sirm



Lõuna fassaad

Lõuna sirm eeldusel et akna kõrgus on 50 cm võiks olla 78 cm. Kui 60 cm siis peaks olema 40 cm vertikaalne sirm

Ida fassaad

Kui eesmärk blokeerida alates kella 8 st peaks olema horisontaalne sirm 1m, kui kella 9 st siis piisab 77 cm või 65*65 cm vertikaalne + horisontaalne

Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 6



Kokkupandavad ja reguleeritavad päikeseekatted on Eestis valitseva madala päikese kõrguse juures sageli hästi sobivaks lahenduseks.



Päikeseekatted võivad takistada vaadet ja piirata loomulikku ventilatsiooni. Lähikumavad, suure valguse läbilaskvusega žalusiisid võidakse tajuda rägusallikana, kui neile paistab otsene päikesevalgus. Seda potentsiaalset probleemi saab leevendada, kui kasutada žalusiisid, mille valguse läbilaskvus on alla 10%. Müra probleem.







Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 7

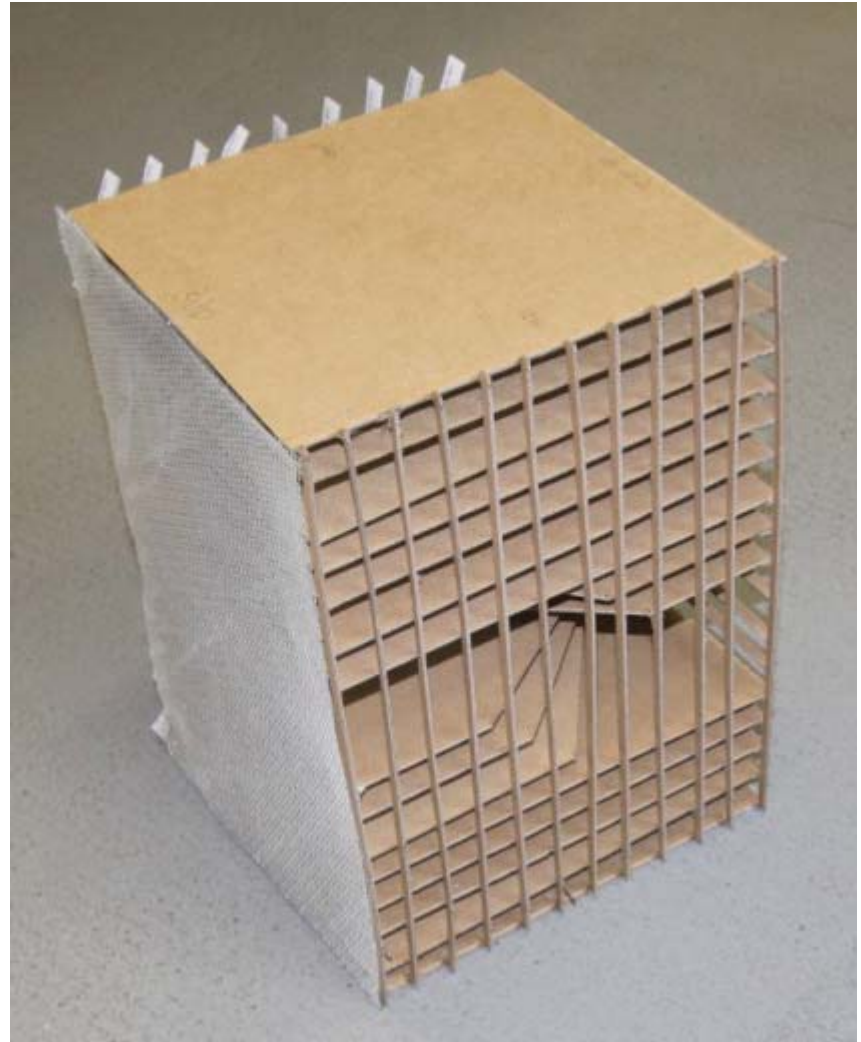
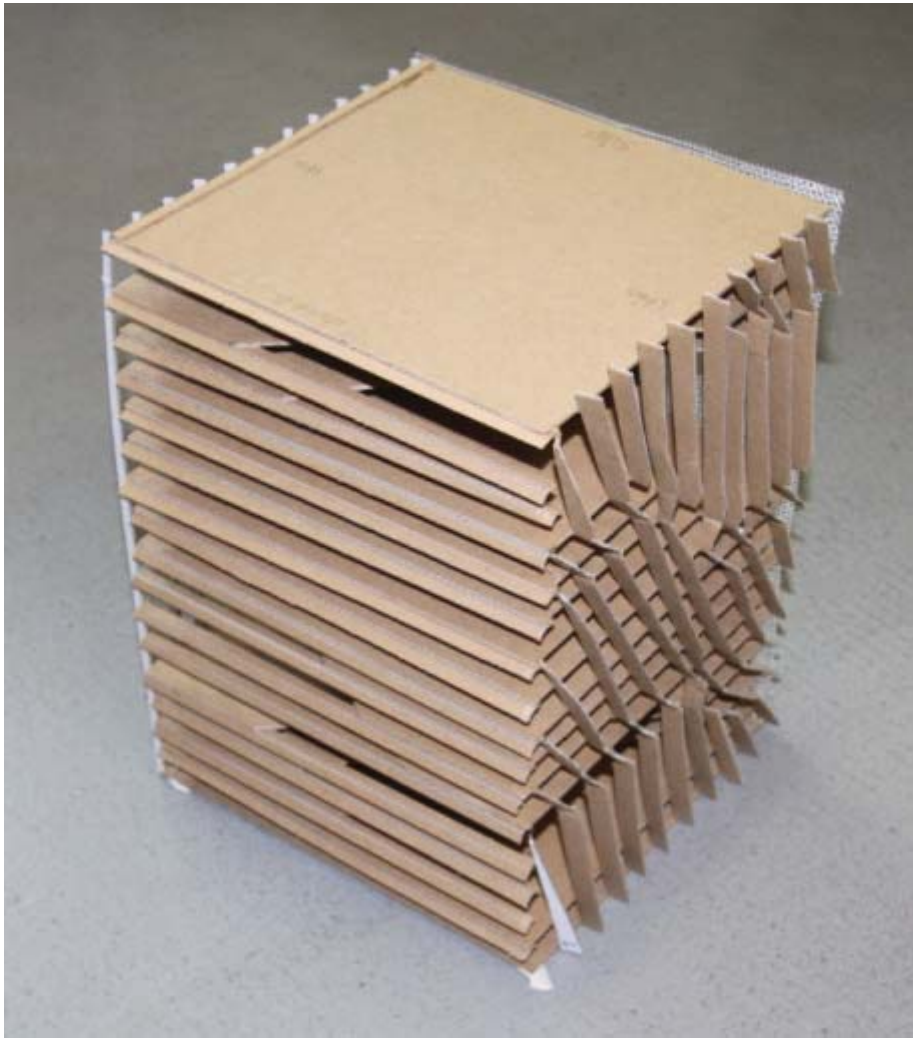


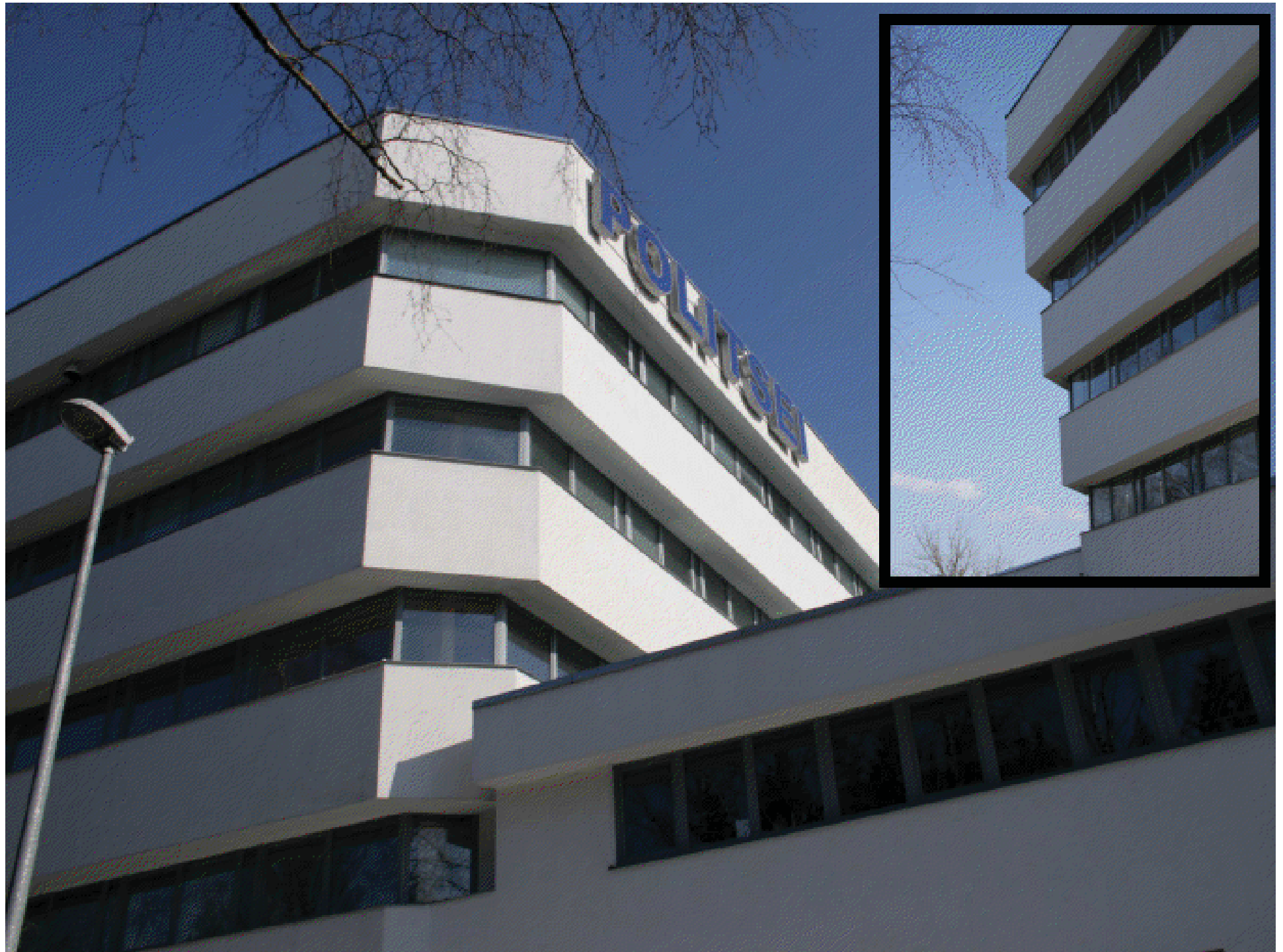
Rõdud võimalus otsese päikese kiirguse blokeerimiseks

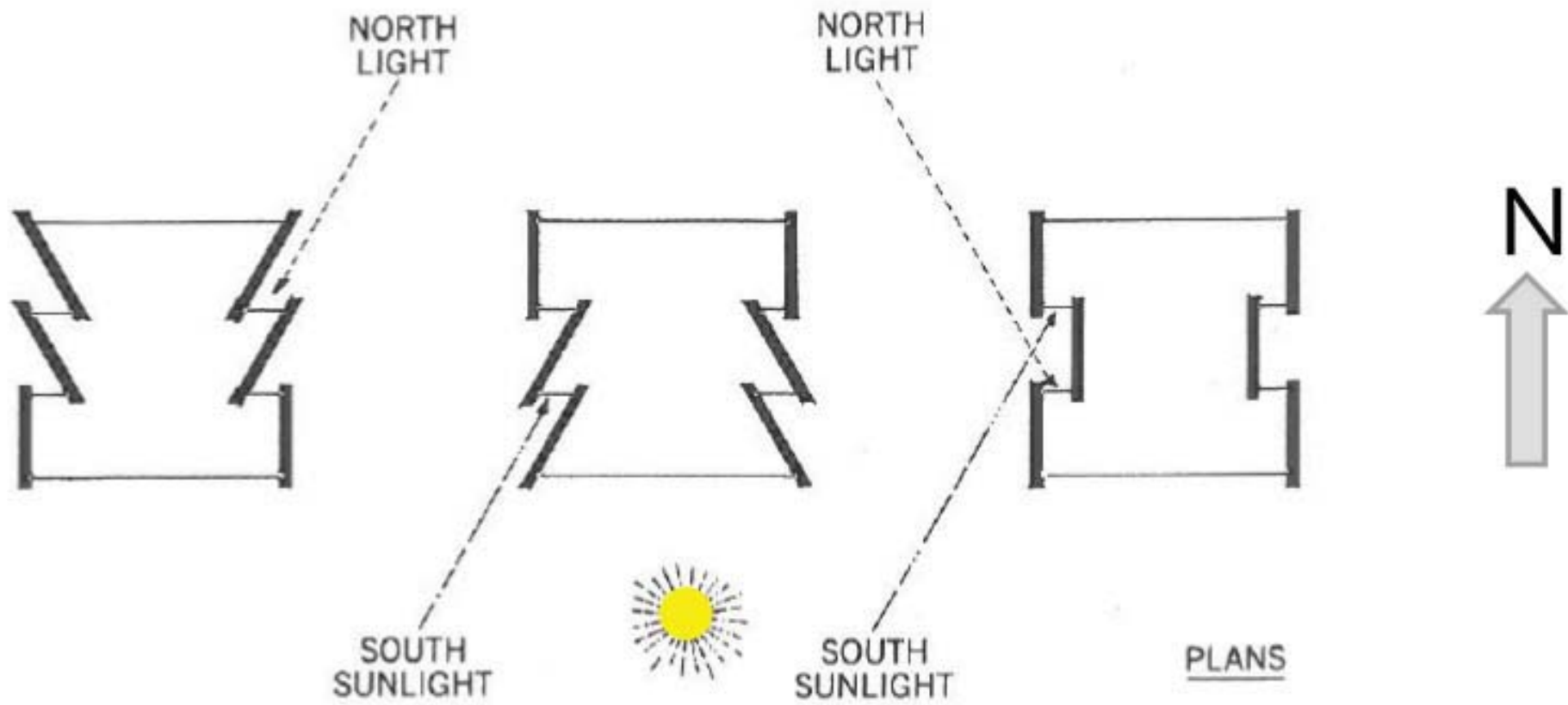


Taevavalguse hulk ruumis ei pruugi olla piisav









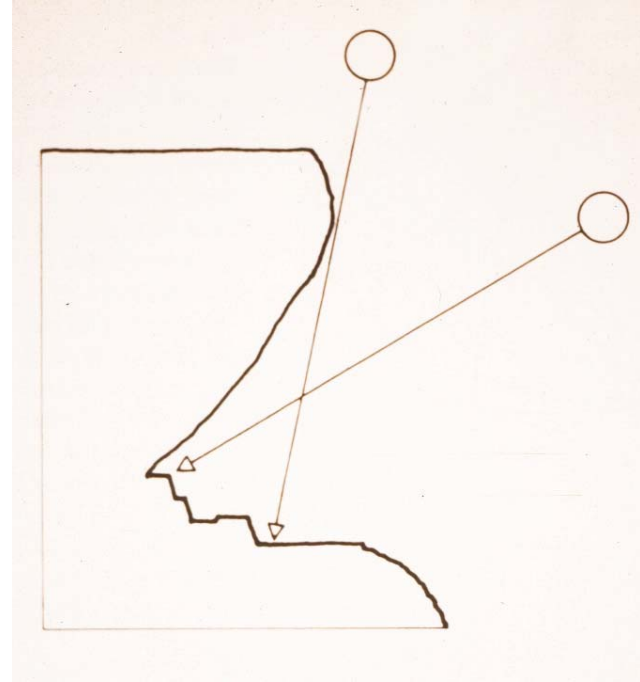
Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 8



Naaberhooned moodus võimalus otsese päikese kiirguse blokeerimiseks



Räiguse oht naabermajadelt. Vaade välja





Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 9



Hoone on projekteeritud nii, et otsene päikese kiirgus ei mõjuta fassaadi



Vaade välja, peegeldus maapinnalt



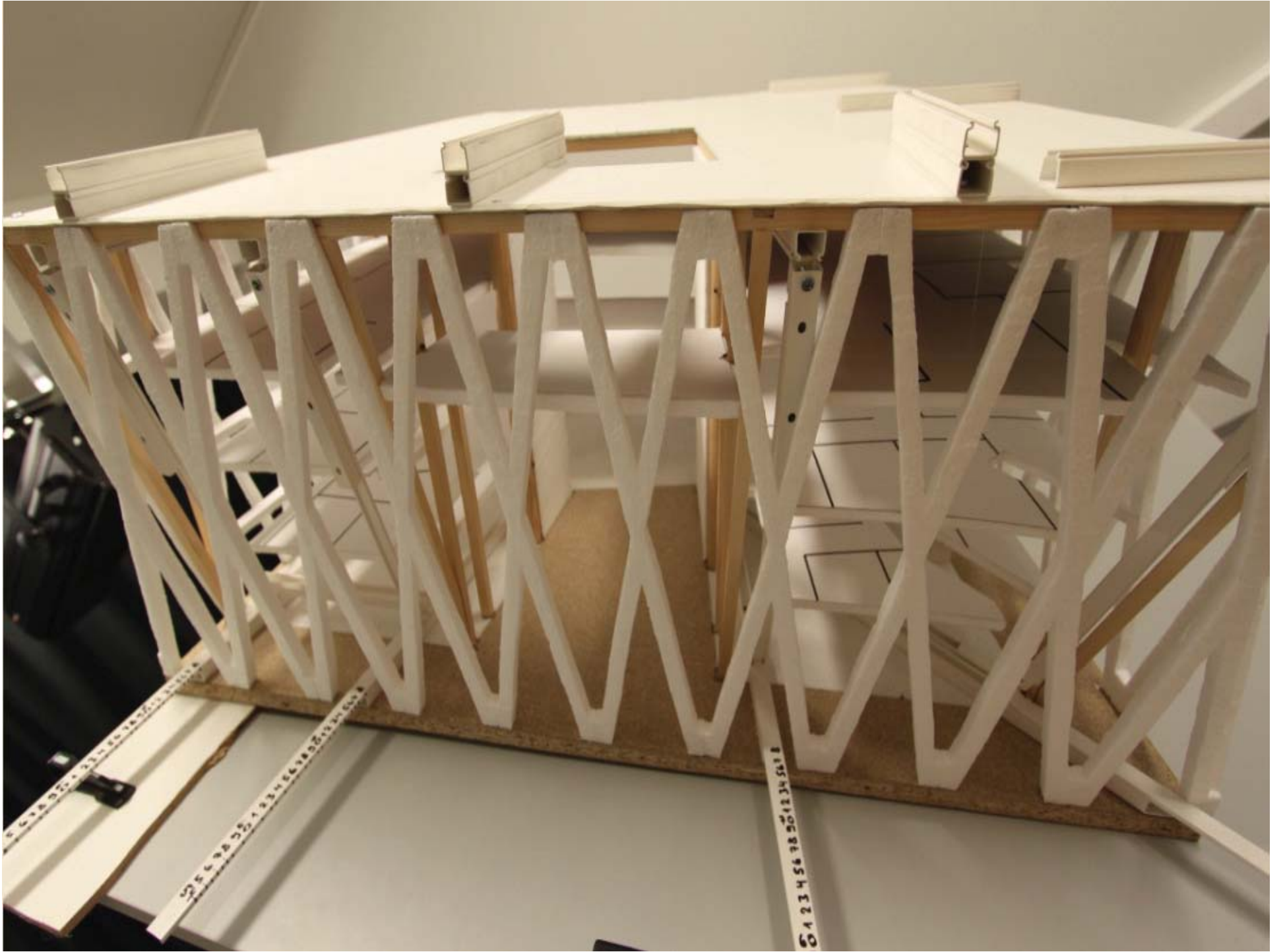


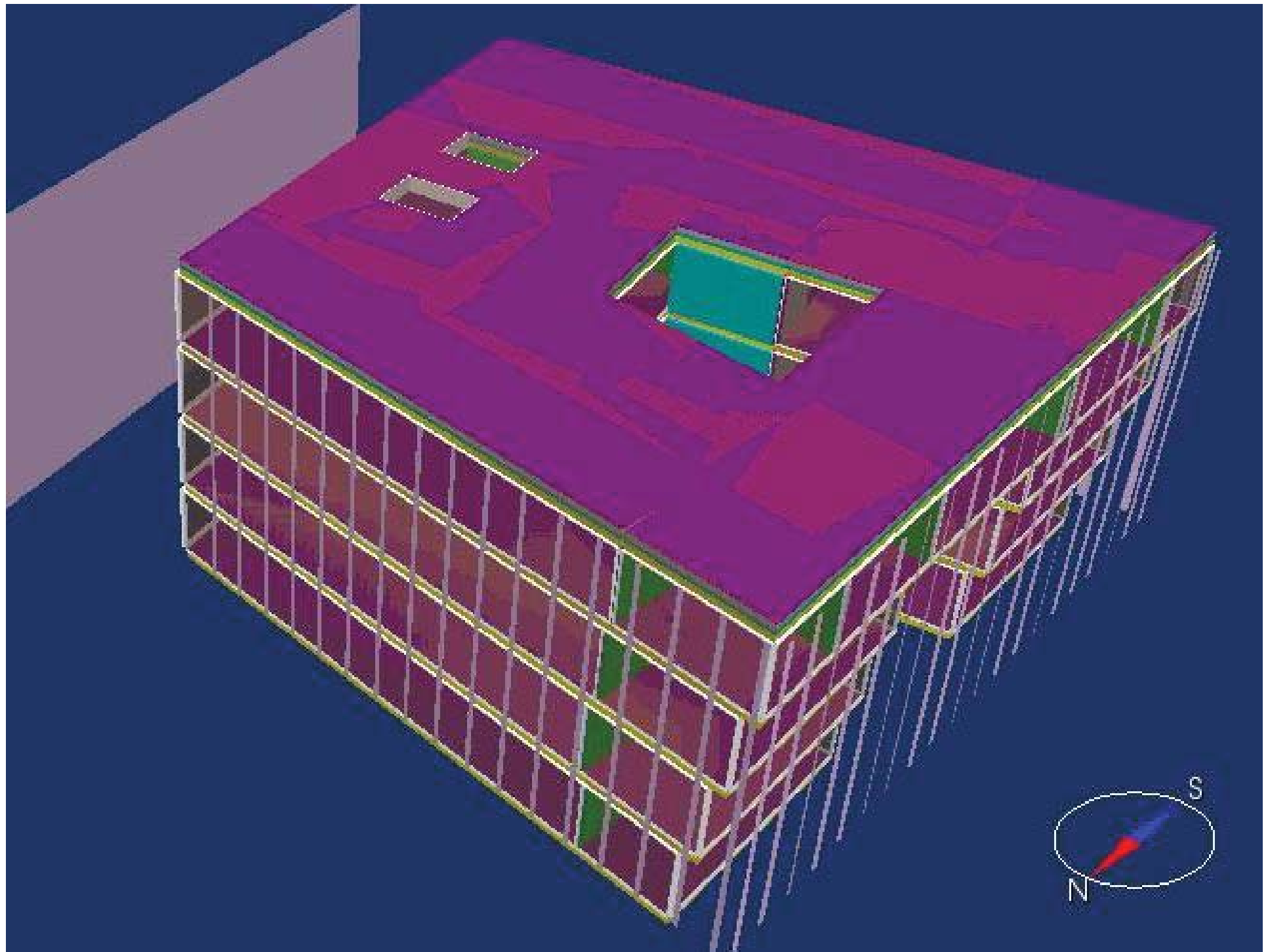
















Lahendus otsese päikese blokeerimiseks nr 10

Ida ja (Lääs)



Lõuna



Olemas osaliselt päevavalgus kui ka vaade





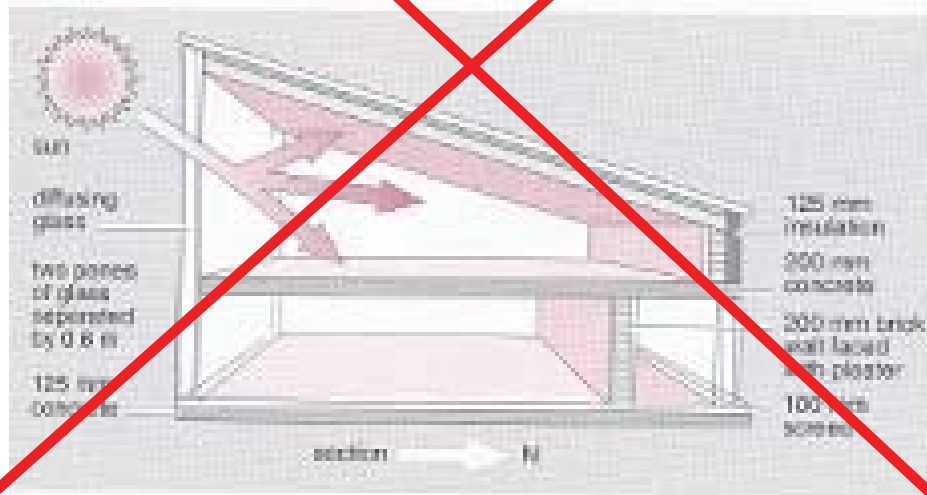
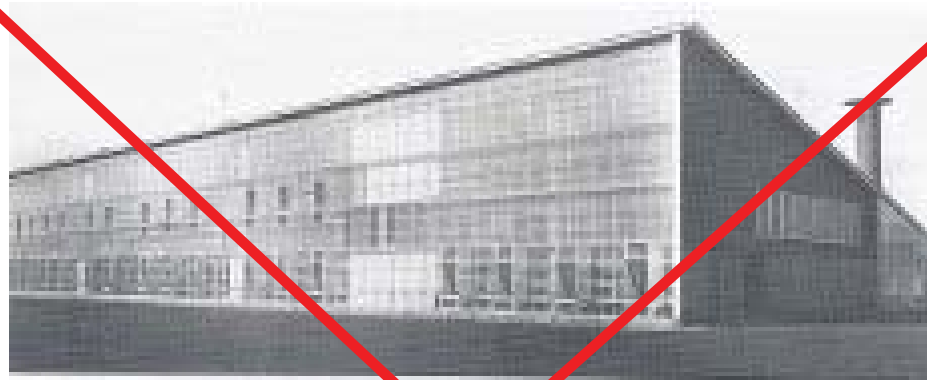
ΕΝΟΙΚΙΑΖΕΤΑΙ
1^η ΟΡΟΦΟΣ 280τμ
6977.095.118

ΕΝΟΙΚΙΑΖΕΤΑΙ
1^η ΟΡΟΦΟΣ 280τμ
6977.095.118





Renewable Energy (G.Boyle)



A photograph of a multi-story apartment building with a grid of windows. The building has a dark facade on the lower floors and a lighter, textured facade on the upper floors. A person is walking on the street in front of the building. The text "Päevavalgus elamutes/eramutes" is overlaid on the image.

**Päevavalgus
elamutes/eramutes**

**Passiivne arhitektuuriline
küte**



PÄIKESEVALGUS
JAH!!

TAEVAVALGUS
JAH!!



Otsene päikesekiirgus elamutes/eramutes(1)

- Otsene päike elamutes, elutoas, köögis jne, muudab ruumi huvitavamaks- eelkõige talvekuudel eluruumides, mida kasutatakse päevas pikemat aega.



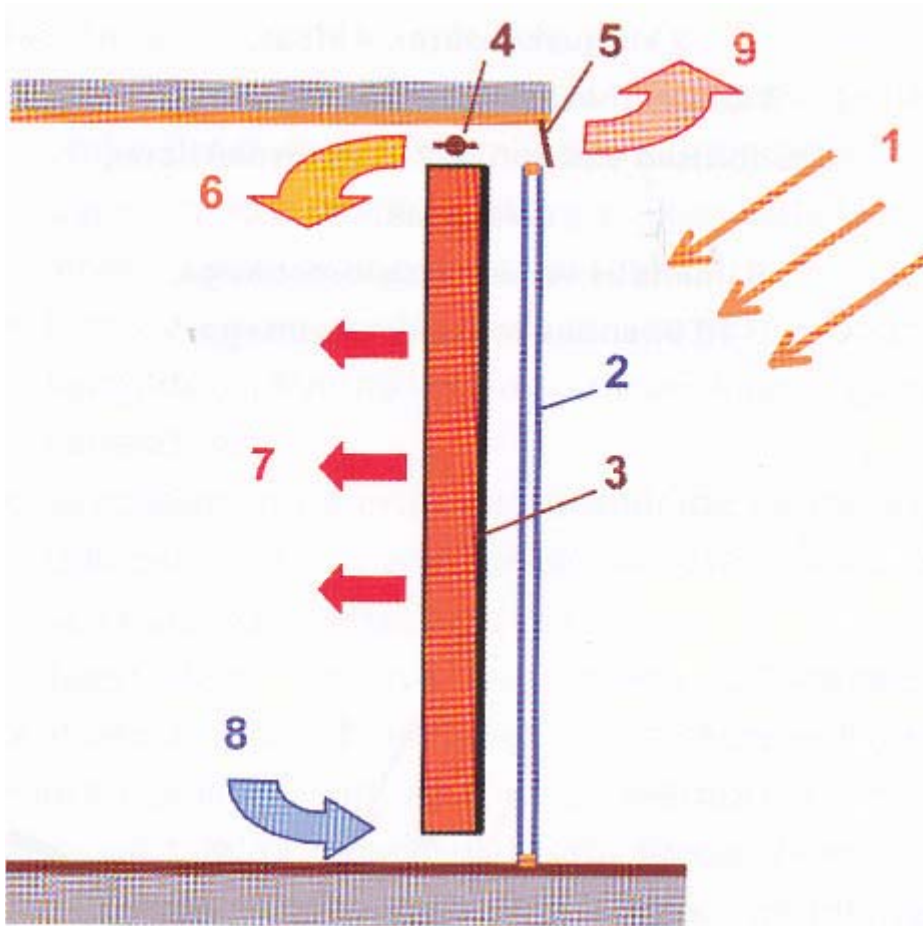


Otsene päikesekiirgus elamutes/eramutes (2)

- Elamutes, koolieelsetes lasteasutustes, õppeasutustes, hoolekandeaasutustes, haiglates planeeringute koostamisel tuleb hoonete asukoht ja orientatsioon valida selliselt, et eluruumides oleks kindlustatud vähemalt 3-tunnine katkematu insolatsioon(otsese päikesekiirguse pääsemine ruumi) päevas ajavahemikul 22.aprillist kuni 22.augustini).



Passiivne päikeseküte, Trombe'i seina ehituspõhimõte



1 Päikesekiirgus

2 Topeltklaas

3 Musta välispinnaga
betoon- või tellissein

4 Päikesepaiste kestval
puudumisel suletav klapp

5 Mittevajaliku soojenenud
õhu väljalaskeklapp (nt suvel)

6 Soe õhk

7 Seinä soojuskiirgus

8 Külüm õhk

9 Mittevajalikult soojenenud
õhk

RUUMIDE SOOJENDAMINE JA VENTILEERIMINE ÕHKKÜTTEPANEELIDE ABIL

MARKO MEREVOO

Savenergy OÜ

TALVEL VÕI VARAKEVADEL oma suvemaja külastades on paljud suvilaomanikud kogunud ebameeldivat rõskus- ja niiskustunnet. Liigniiskus tekib ruumides siis, kui hoonet ei ventileerita ega köeta.

Kuidas hoida hoones õiget temperatuuri ja piisavat õhuvahetust ka siis, kui selles ei elata?

Võimalusi selleks on mitu: kasutada võib õhk-õhk-soojuspumpa, väljatõmbeventilaatorit või soojustagastiga ventilatsiooni-seadet. Kõigile neile kulub üsna palju elektrienergiat ning nad vajavad hooldust ja järelevalvet. Ehk on võimalik sisekliimat parandada ka jooksvate kuludeta?

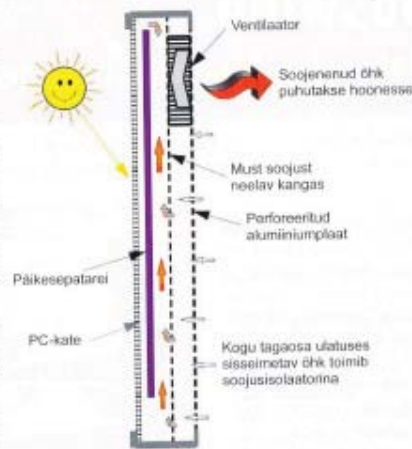
Õhkküttepaneelide abil on see tõesti võimalik. Õhkküttepaneel on peaaegu hooldusvaba ning töötab iseseisvalt, täiendavat energiaallikat kasutamata. Sobib ka hoonetesse, kus elektrit pole, nt jahionni või laul asuvasse suvilasse.

Õhkküttepaneel *Solarventi* koosneb



Joonis 2. Õhkküttepaneel suvila seinal

päikesekollektorist, milles olev fotoelektriline paneel toidab elektriga kollektori tagaküljel asuvat sissepuhkeventilaatorit (joonis 1). Kui päike paistab,



Joonis 1. Õhkküttepaneeli *Solarventi* põhimõtteskeem

lähed ventilaator käima ning kollektori soojenenud välisõhk puhutakse ruumi. Paneel võib paikneda hoones välisseinal (joonis 2) või katusel, soovitatavalt lõuna-, kagu- või edelasuunas. Sissepuhkeventilaatori jõudlus on

25–120 m³/h (sõltuvalt mudelist) ning võimsus 6–18 W (tabel 1). Seadme saab varustada termostaadiga, mis hoiab sissepuhketemperatuuri konstantsena.

Suvel võib fotoelektrilise paneeli ühendada hoones põhjaküljele seatud lisaventilaatoriga, siis seade ei soojenda, vaid jahutab siseõhku.

Õhkküttepaneel on mitmesuguse suurusega (0,4–3 m²) – 25–140 m² suuruste hoonete jaoks. Arvutused näitavad, et Eesti kliimas võimaldab õhkküttepaneel *Solarventi SV30* säästa 140 m² suuruse ruumi kütmisel ja ventileerimisel aastas 3000–4000 kWh elektrienergiat. Jaanuaris 2011 oli Läänemaal katsetatud seadme sissepuhkeõhu temperatuur välis-temperatuuri –10 °C korral keskmiselt 27 °C ning soojusvõimsus kuni 2 kW.

Paneel on lihtne paigaldada, selleks on vaja puuri seina läbiva Ø 100–125 mm ava puurimiseks, haamrit ja kruvikeerajat.

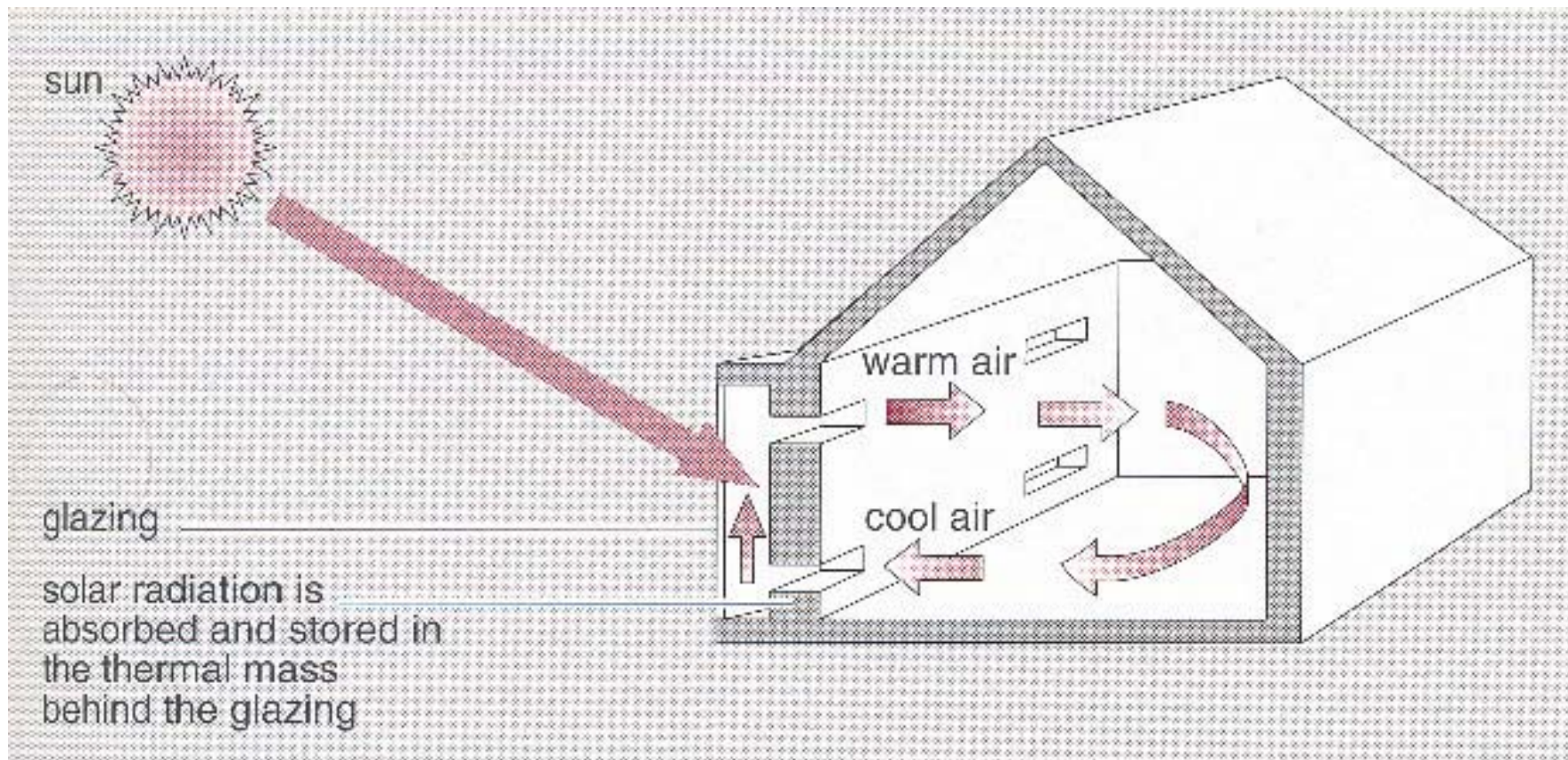
Õhkküttepaneel on taskukohane igale rohelise mõtelaadiga suvilaomanikule. Paneelid sobivad hästi ka garaazidele, põõningutele, keldritele, töökodadele ning igale poole, kus niiskus, hallitus ja ebapiisav ventilatsioon muret teevad. Tänu lihtsale ehitusele on õhkküttepaneel vastupidav ja pikaajaline. **EMA**

Tabel 1. ÕHKKÜTTEPANEELIDE SOLARVENTI TEHNILISED ANDMED

Mudel	SV3	SV7	SV14	SV30
Majale pörandapinnaga, m ²	25	40	70	140
Mõõtmed, cm	54x72x10	102x72x10	199x72x10	300x102x10
Mass, kg	9	14	19	29
Päikesepatarei võimsus, W	6	12	12	12+6
Jõudlus, m ³ /h	25	50	60	120
Temperatuuritõus, °C	15	15	30	40
Hind koos kohaleveoga, EUR	474	619	871	1623



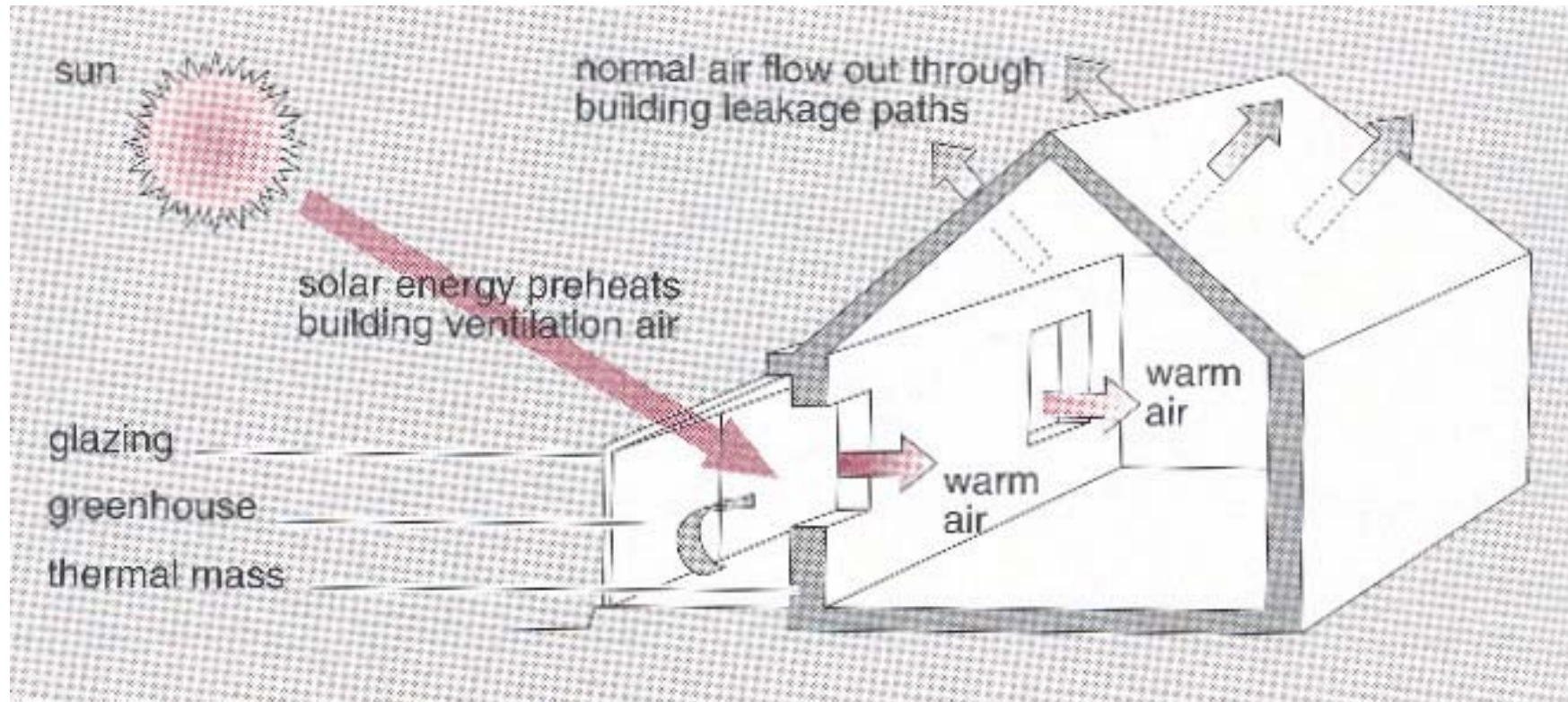
Optimaalse energia tarbega maja, passiivne päikeseküte



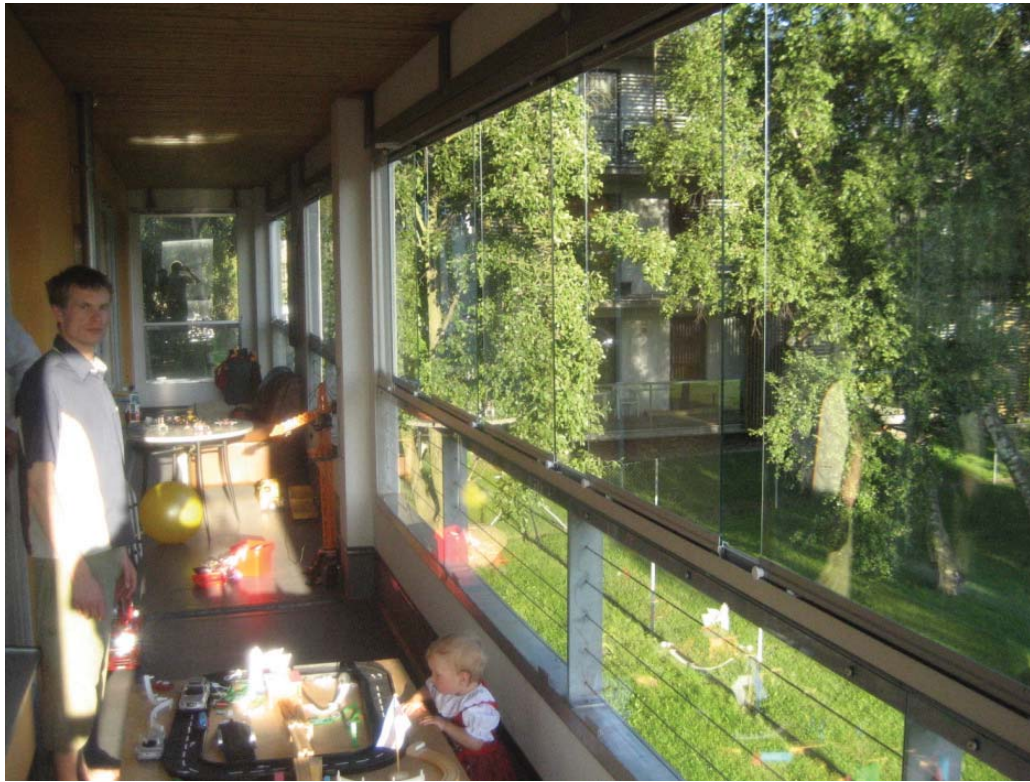




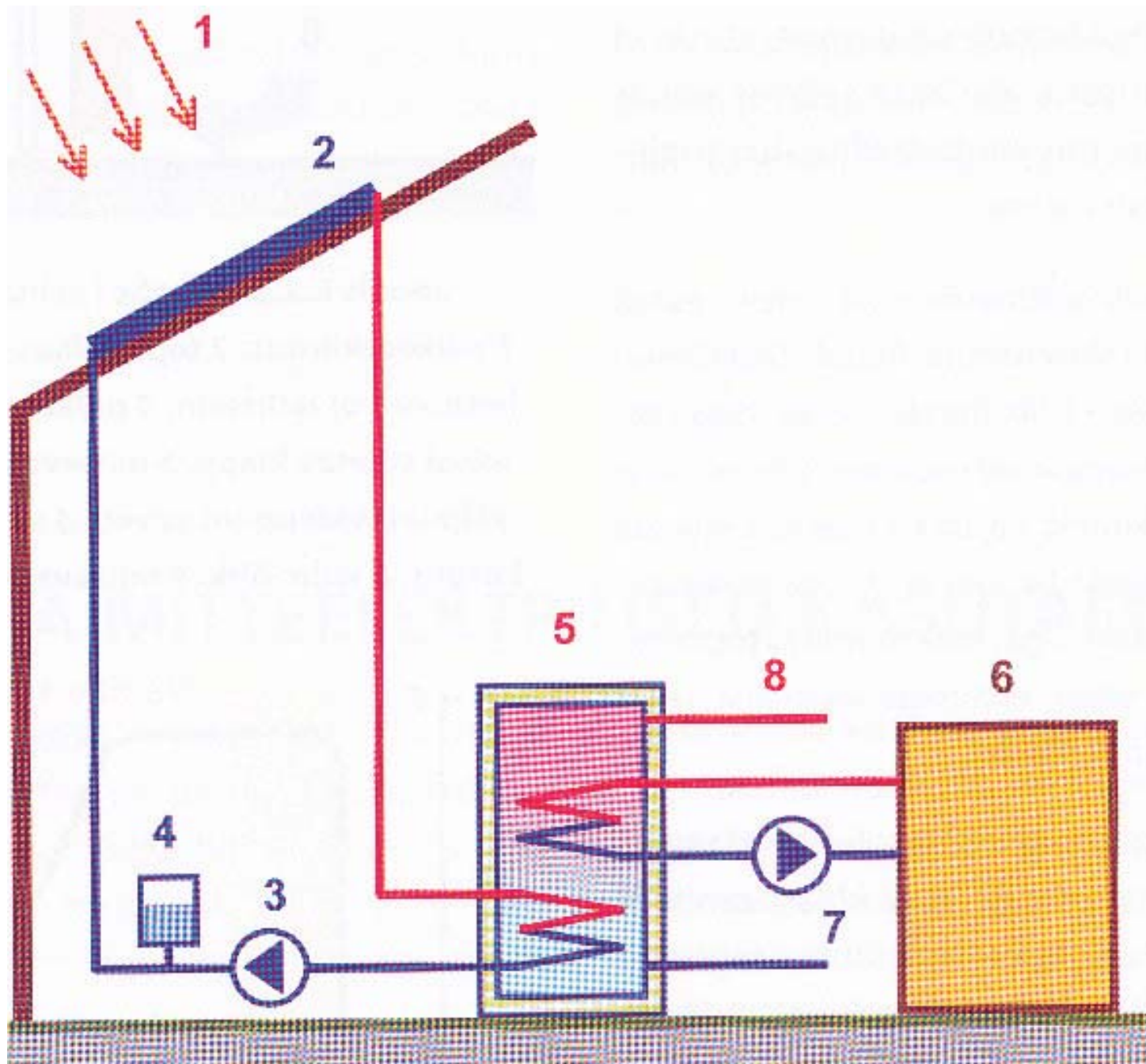
Optimaalse energia tarbega maja (passiivne päikeseküte)














Kuidas analüüsida otsest päikesekiirgust (passiivset arhitektuurilist kütet/jahutust)?

- Päikesevarjestus
- Insolatsioon

Otsese päikese analüüsi võimalus nr 1: kasutada simulatsiooniprogramme.

- *EnergyPlus, IES, eQuest*
- *Ecotec, Radiance*
- *IDA, Riuska, Bsim*

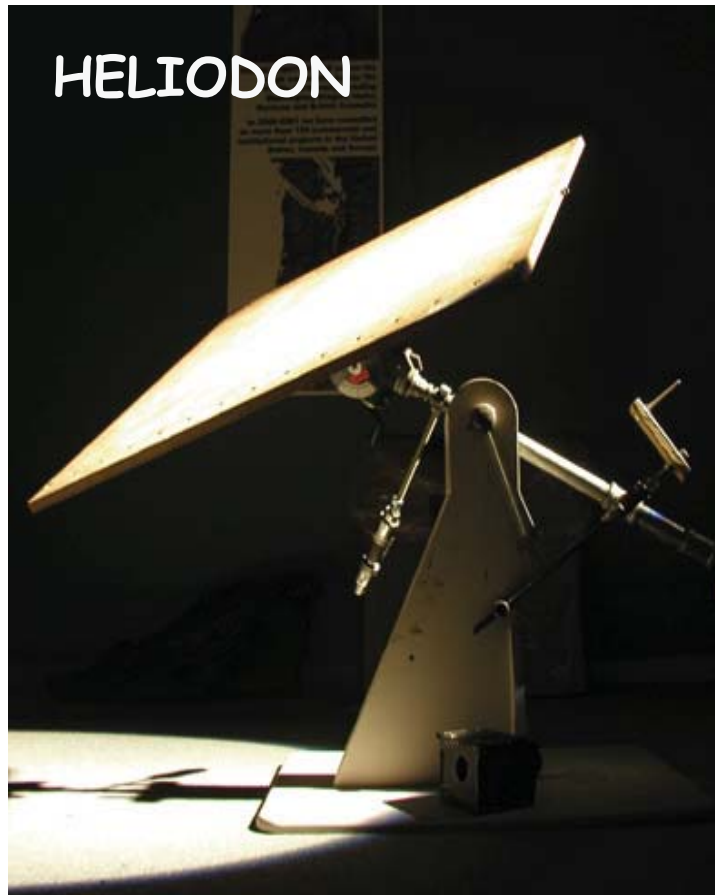
Otsese päikese analüüsi võimalus nr 2 labori testid.

- *Päikesestend (heliodon)*

Kasutada "Solar bathfinderit"

Käsitsi arvutused

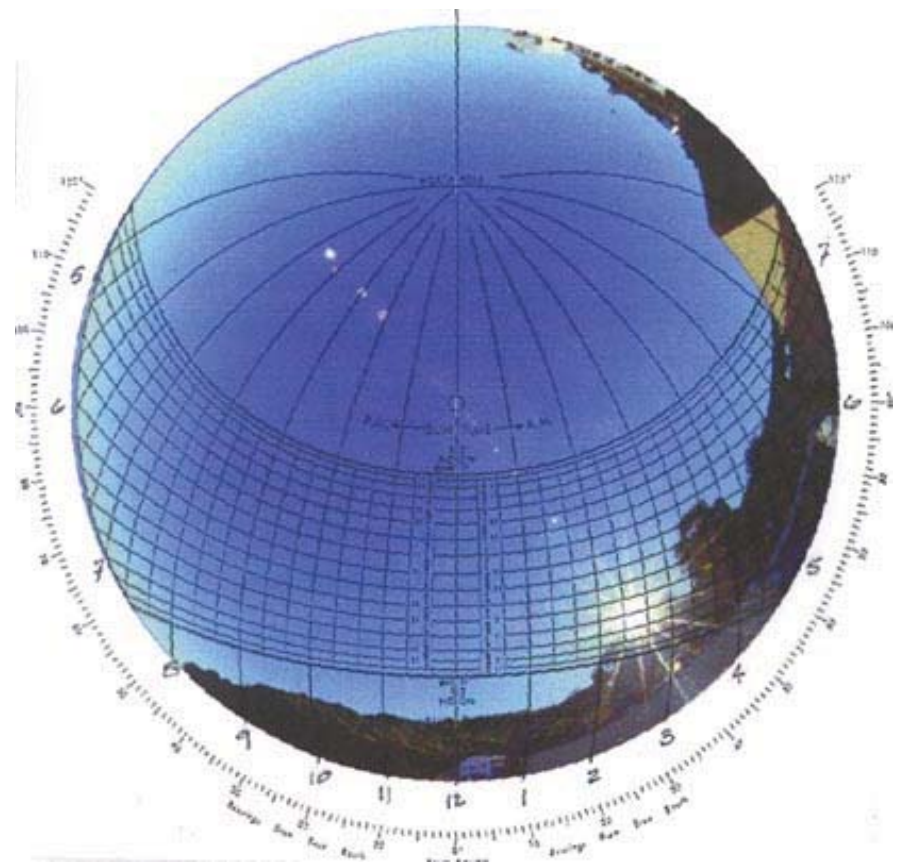
Lab.test - Otsese päikese tingimustes











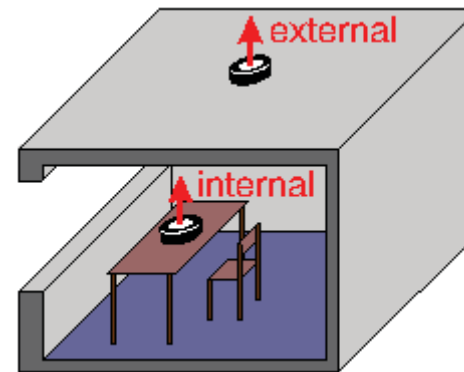
**Kuidas analüüsida
taevavalgust?**



Päevavalgustegur

- Päevavalgustegur Pt-on antud tasandi mingis punktis eeldatava või teadaoleva heledusjaotusega taevavõlvi poolt otse või kaudselt tekitatava valgustiheduse ja sama, kuid varjamata terviktaevavõlvi all oleva rõhttasandi valgustiheduse suhe

$$Pt = \frac{\text{Seesmine valgustihedus}}{\text{Väline hor. valgustihedus, pilvise taevaga}} \times 100$$



PT < 2 ~ Pime

PT > 2 ~ Päevavalgusküllane

PTmaks. - PTmin. > 20 ~ Liigne kontrast (räigus)

- Päevavalgustegur jaguneb keskmiseks päevavalgusteguriks ja minimaalseks päevavalgusteguriks

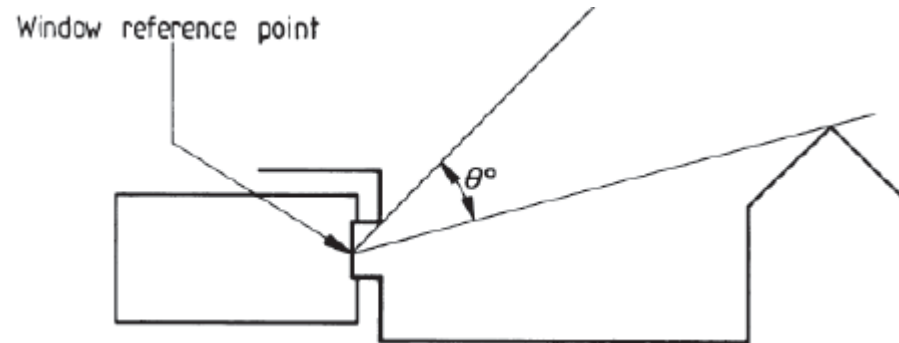
Päevavalgusteguri mõõtmisel neli võimalust

- Käsitsi arvutamine (keskmine päevavalgustegur)
- Simulatsioonid (keskmine ja minimaalne päevavalgustegur), programmid Radiance, Ecotec, Relux, IES Radiance
- Laboratoorsed testid (minimaalne päevavalgustegur)
- Reaalsed mõõtmised (minimaalne päevavalgustegur)

Keskmine päevvalgustegur - EVS 894

- Kui väliseid takistusi saab määratleda piisavalt täpselt kahe horisontaaljoonega, s.t nähtava taeva ülem- ja alampiiriga, siis keskmine päevvalgustegur töötasapinnal (\bar{D}) on protsentuaalselt väljendatuna

$$\bar{D} = \frac{TA_w \Theta}{A (1 - R^2)}$$



T on klaaside haj valguse läbivustegur, mis sisaldab määrdumise mõju

A_w on kogu akna klaasitud ala (m^2), mis asub tööpinnast kõrgemal;

Θ on nähtava taeva nurk (kraadides). Seda mõõdetakse vertikaalpinnal, mis on klaasi suhtes täisnurga all

A on lae, põranda ja seinte kogupindala (sisaldades aknaid) ruutmeetrites

R on sisepindade peegeldustegurite kaalutud keskmine (A). Valgete lagede ja keskmise peegelduvusega ruumide puhul võib esialgsetes arvutustes selle väärtuseks võtta 0,5.

Simulationsprogramm

Photographic Baseline

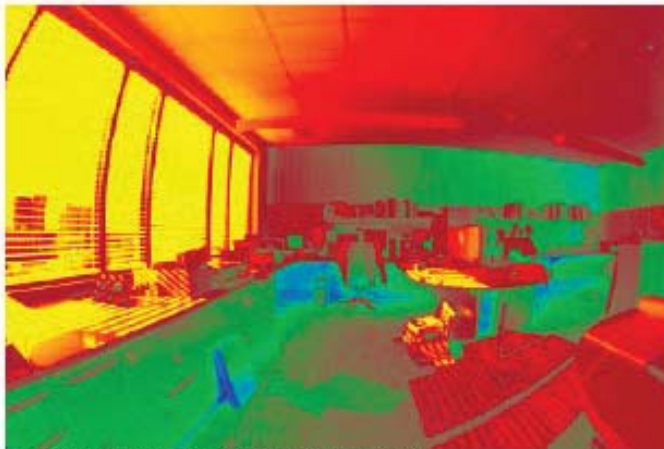


High Dynamic Range Image: Photograph Baseline

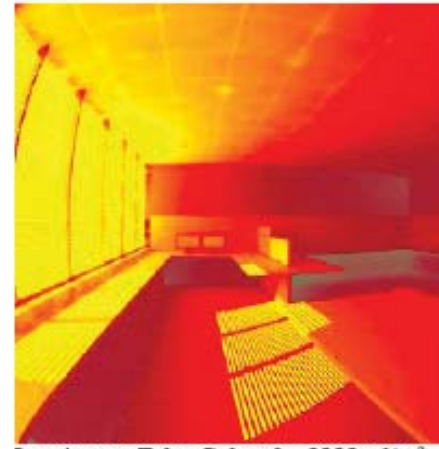
Rendered Baseline Proces



High Dynamic Range Rendering - HS



Luminance False Color: 1 - 2000 cd/m²



Luminance False Color: 1 - 2000 cd/m²

An aerial photograph of a forest with a dirt path winding through it. The trees are mostly bare, suggesting a late autumn or winter setting. The path is a light brown color, contrasting with the darker green and brown of the forest floor.

Tallinna Tehnikaülikooli Energia ja sisekliimalabor

**Arhitektide ja inseneride hea
koostöö nurgakivi**

TTÜ Energia ja sisekliima labor

SIMULATSIOONI PROGRAMMID



BV2	Radiance
IDA	Ecotec
TeknoSim	SPOT
eQuest	Relux
EnergyPlus	IES Radiance
IES	

TAEVAVALGUSE TESTID PEEGELRUUMIS



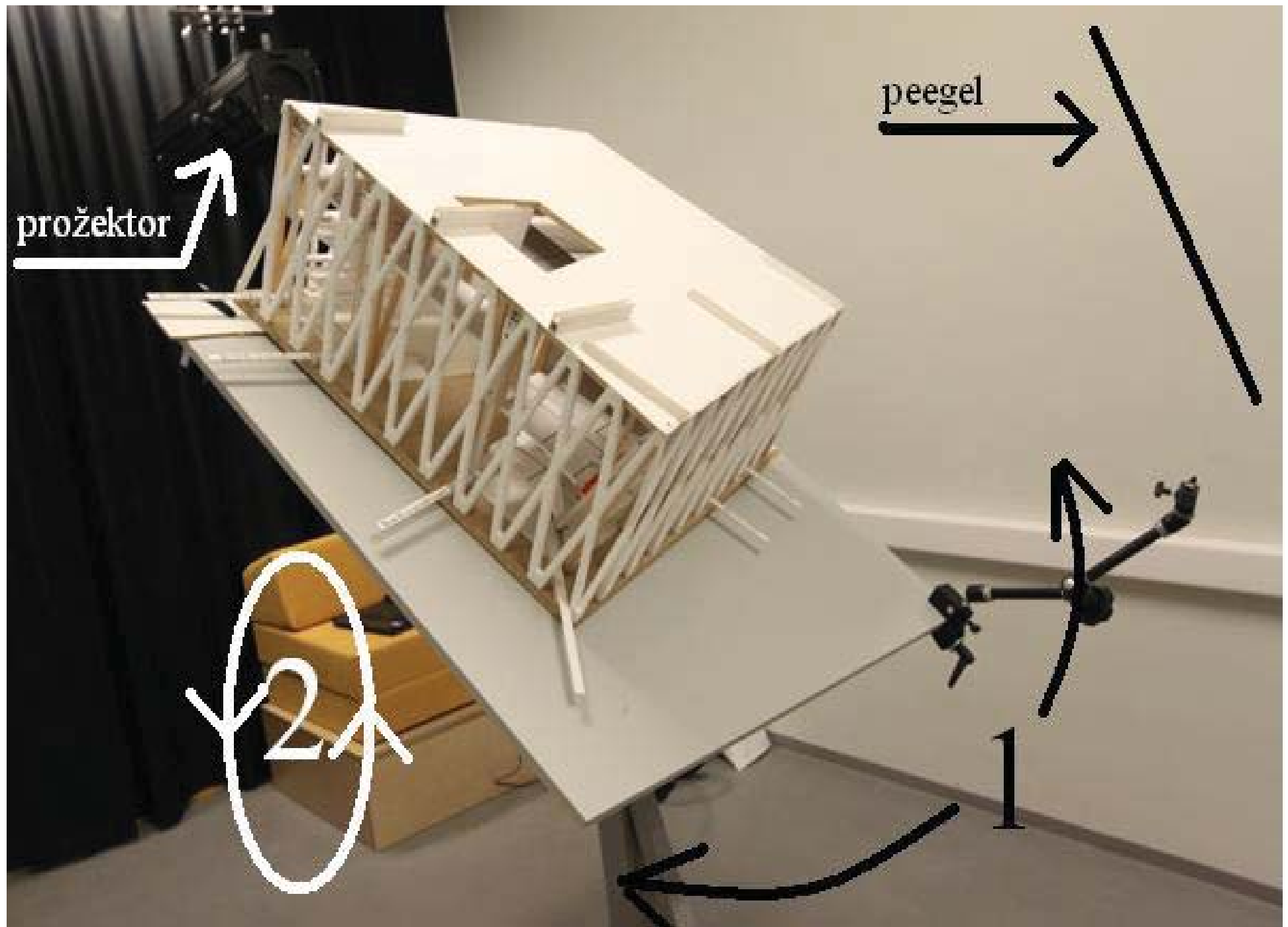
PÄIKESE TESTID PÄIKESESTENDIL



III-A 223



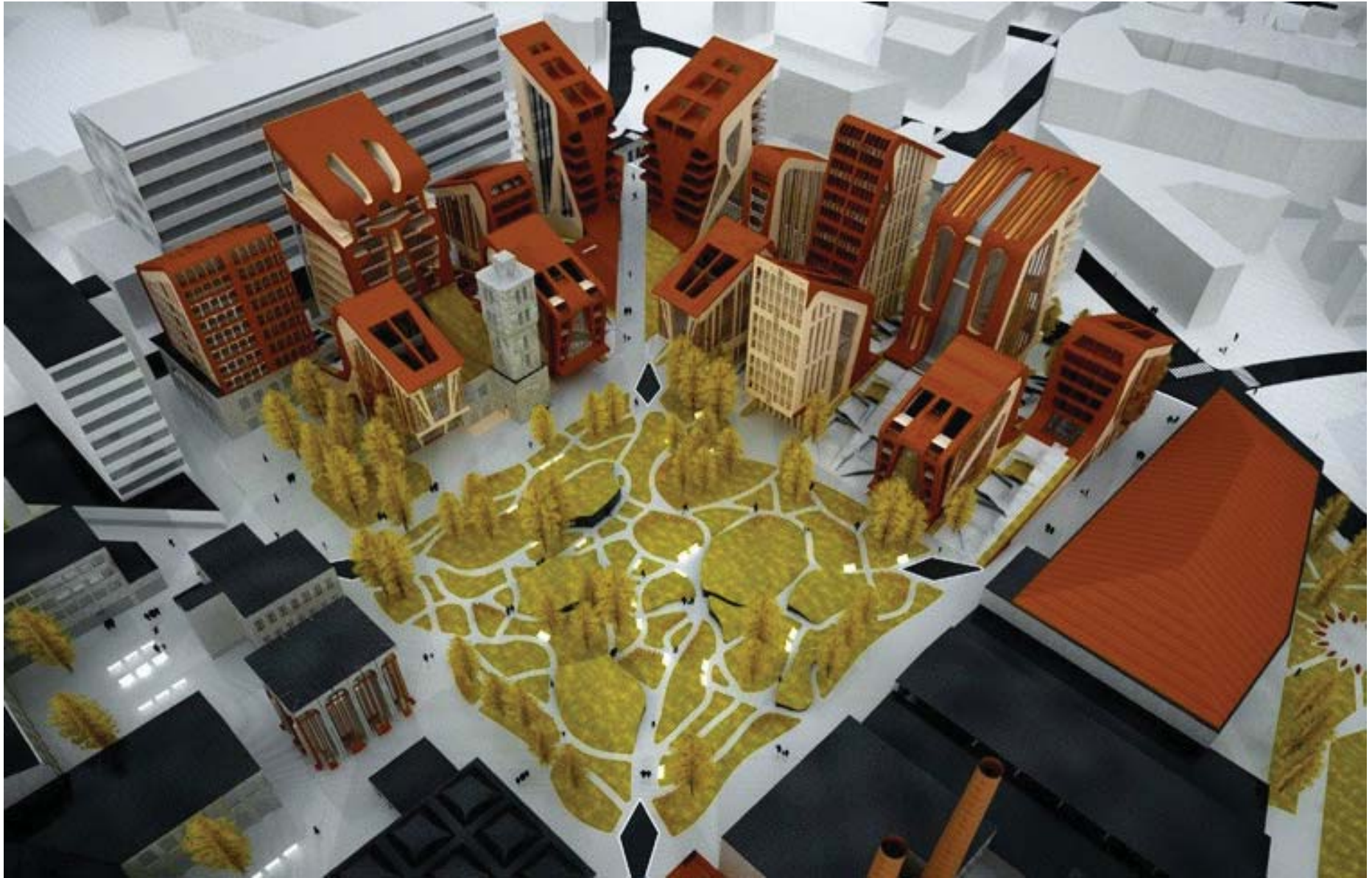


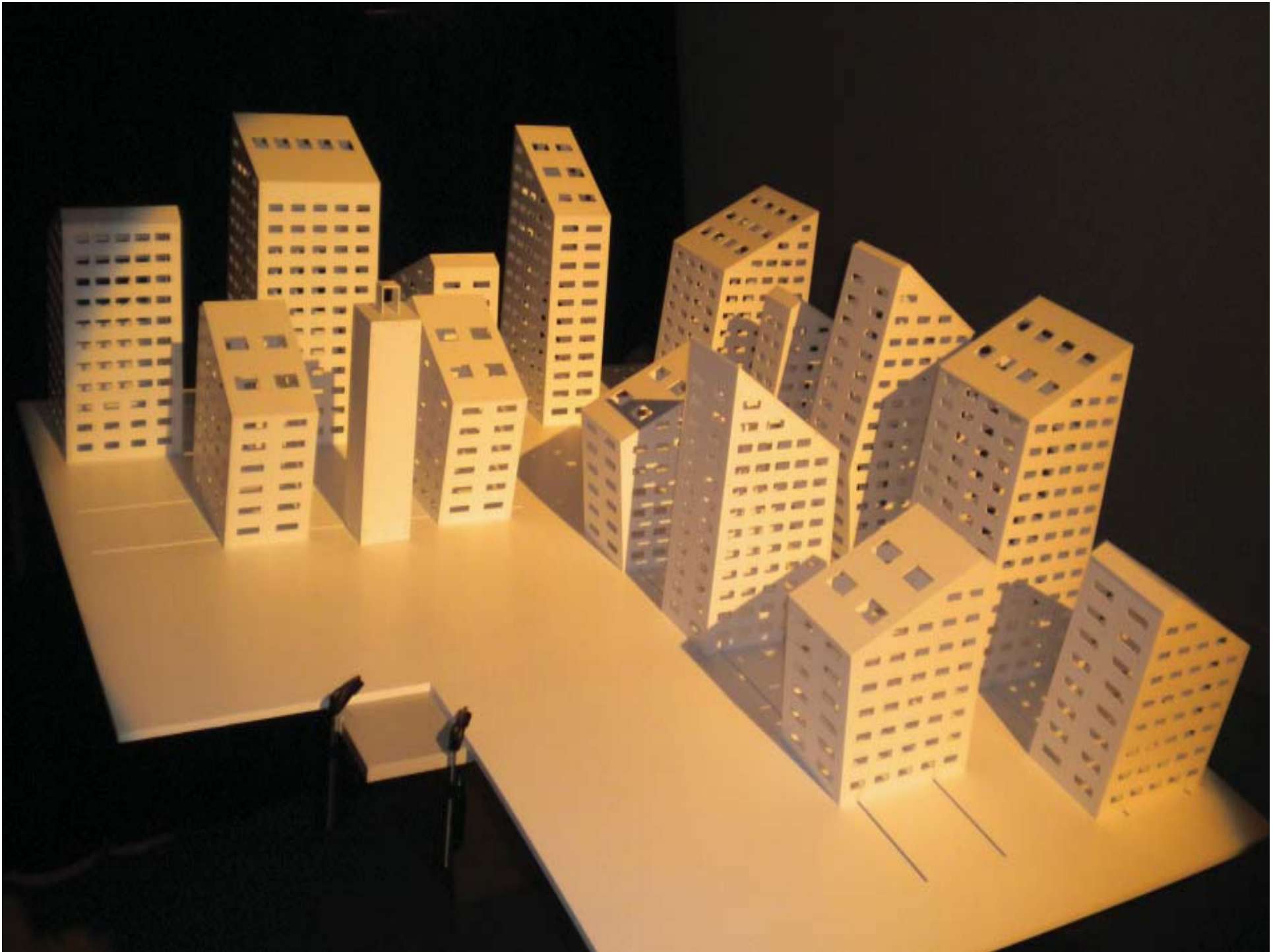


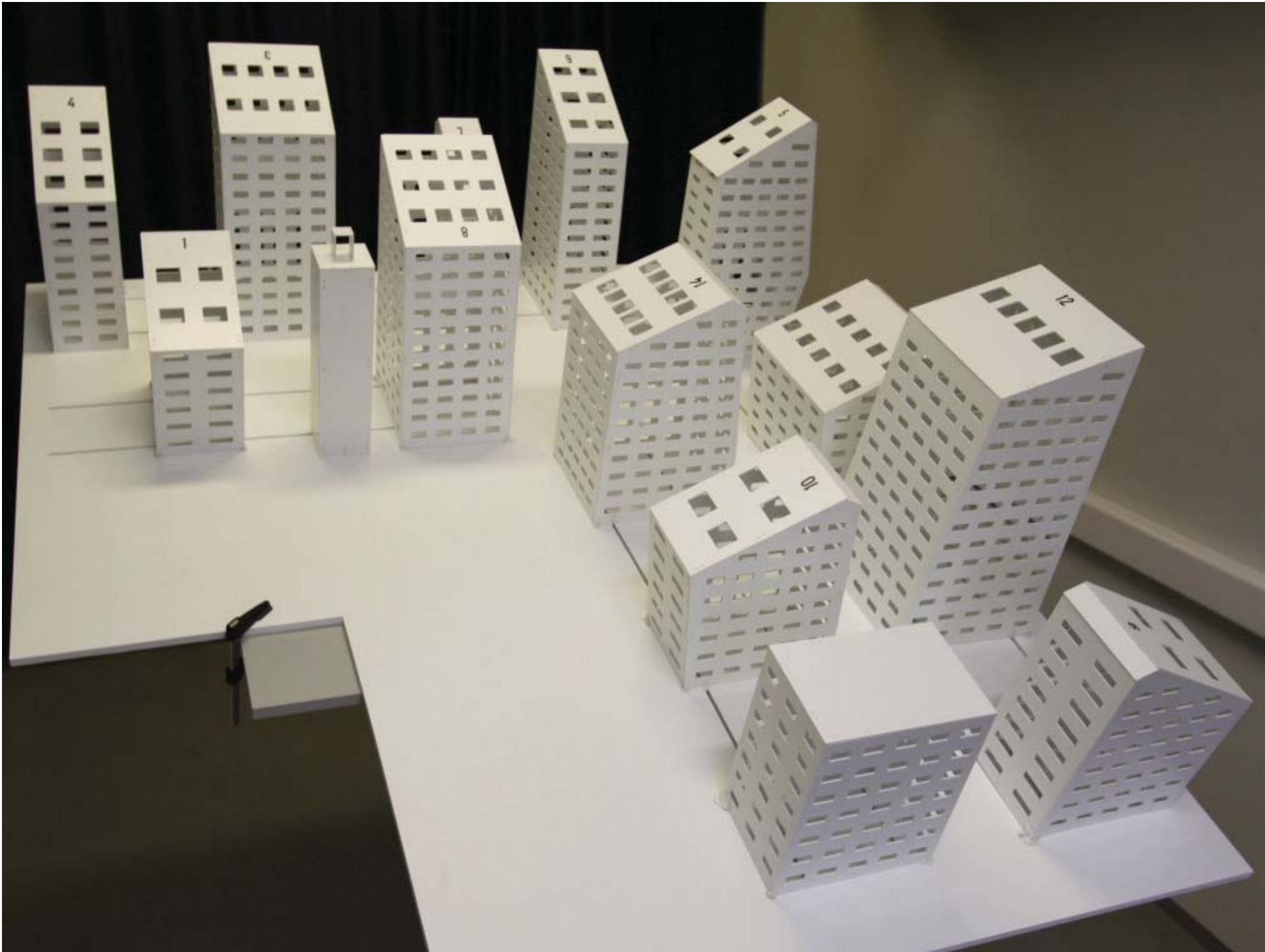
prožektor

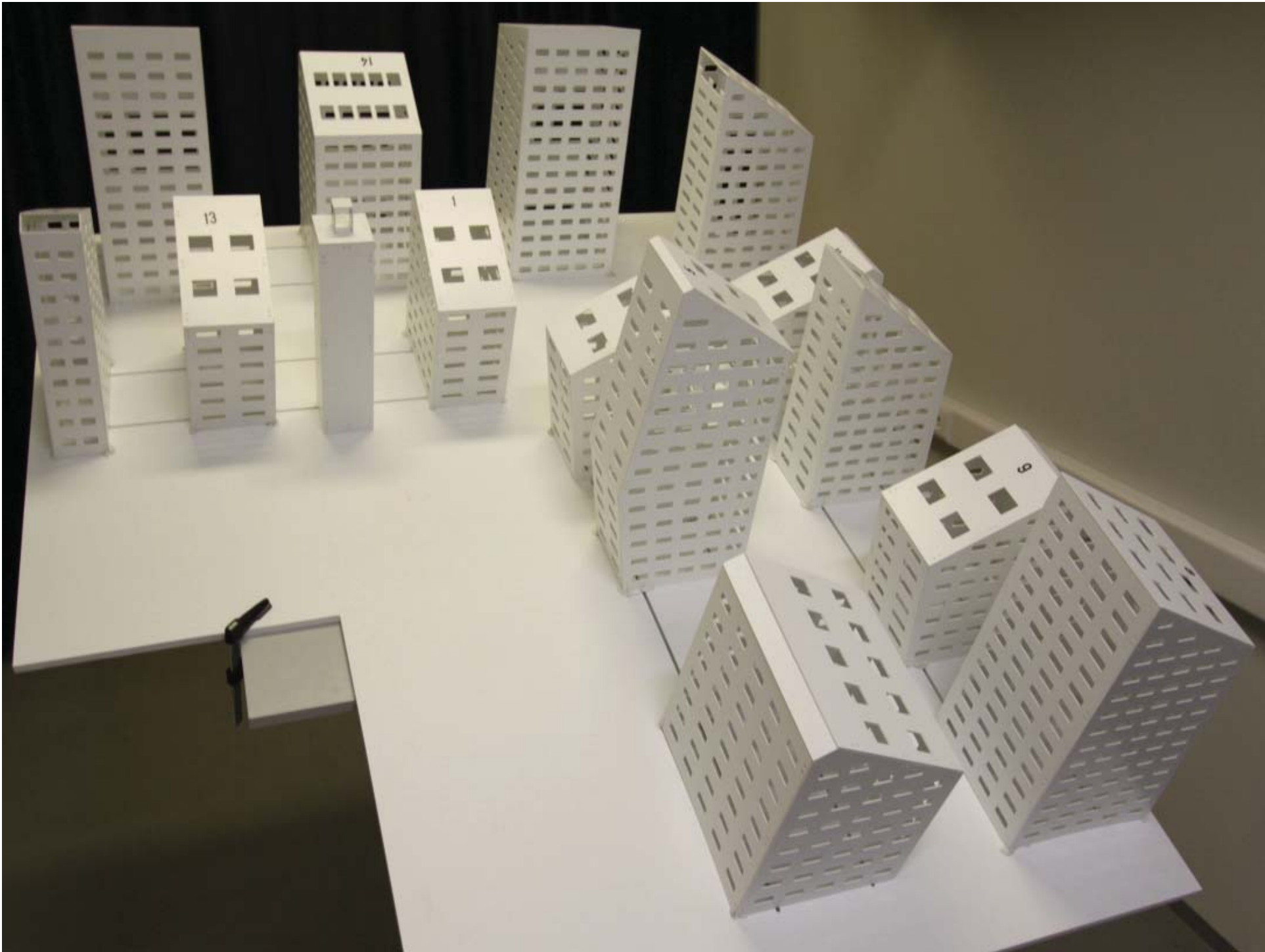
peegel

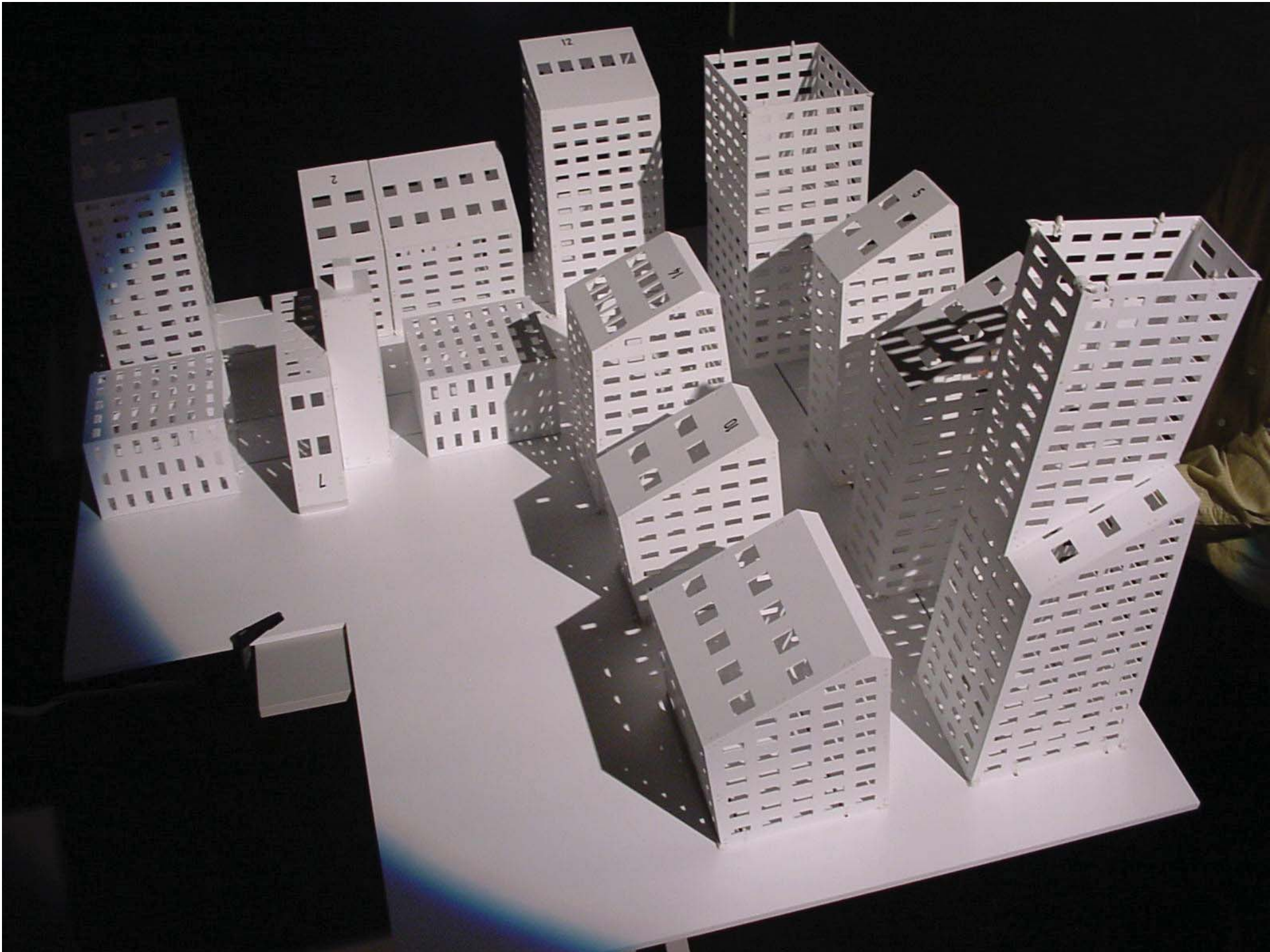
2

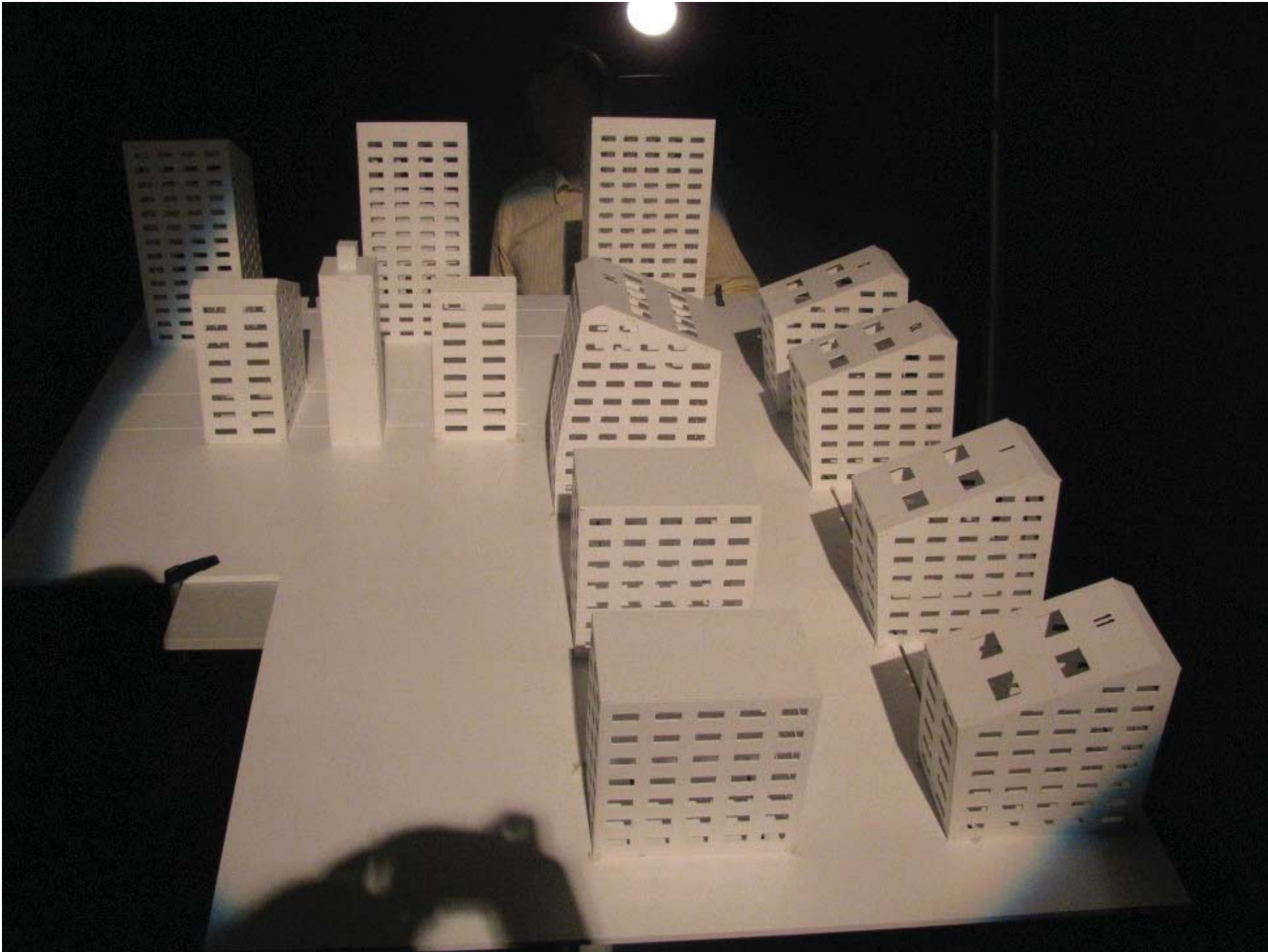






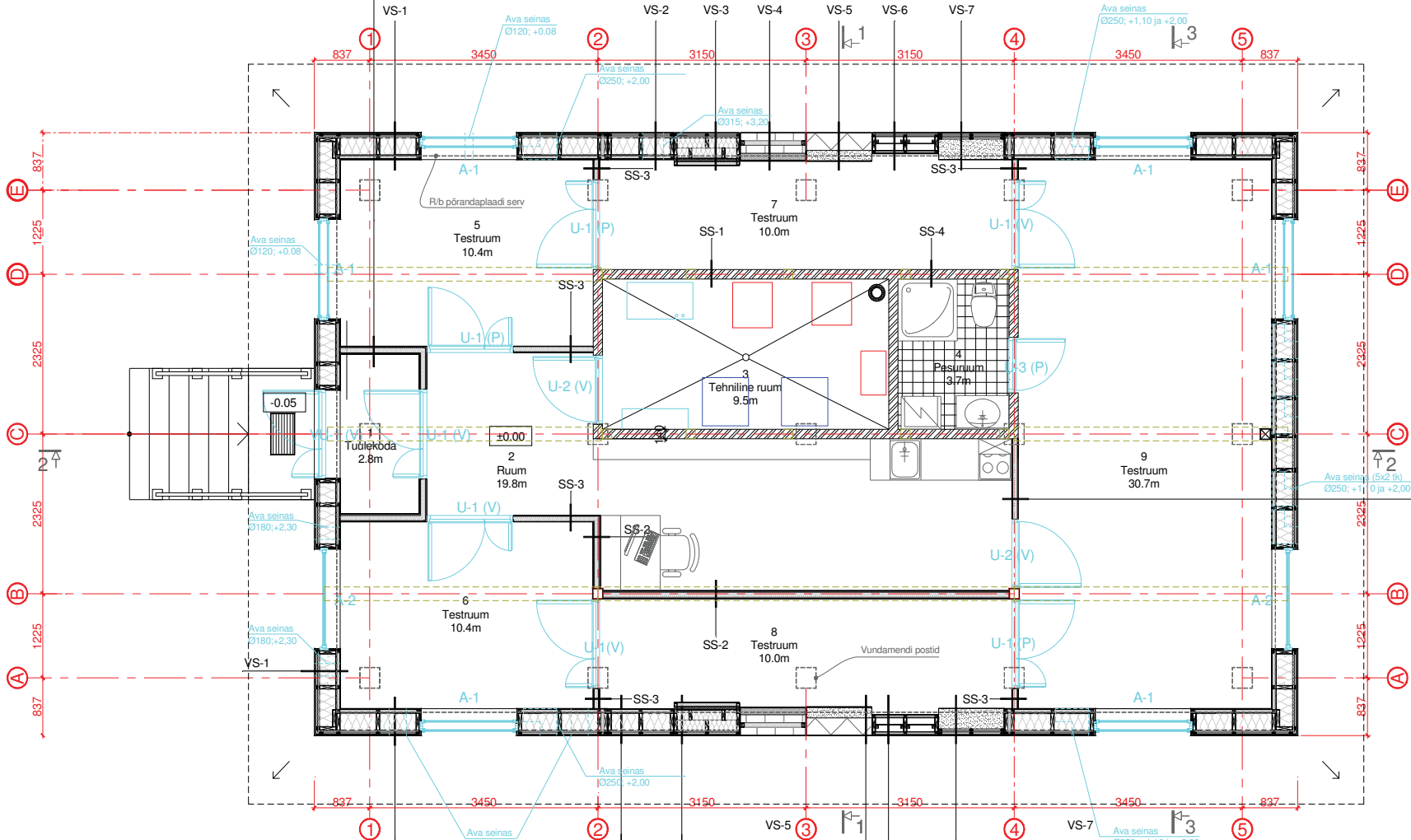






SS-2

Puitlaastplaat + kipsplaat 12x13mm
 Terrassõrestik postid, min.vill. 70mm
 Puitlaastplaat + kipsplaat 12x13mm



SS-3

Kipsplaat	13mm
Terrassõrestik postid/ 70 mm min.vill	
Kipsplaat	13mm

VS-1

Kipsplaat	13mm
Puitroov 45x45 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK))	45mm
Õhu- ja aurutõke	0.2mm
Puitlaastplaat	10mm
Puitpostid 45x245 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK))	245mm
Tuuletõkkeplaat (λ _s =0.037W/(mK))	30mm
Vert. roovid 25x50 s. 600mm	25mm
Värviitud voodrilaud	22mm

VS-2

Kipsplaat	13mm
Puitroov 45x45 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK))	45mm
Suhtelisest niiskusest sõltuva veeaurutakistusega õhu- ja aurutõke	0.2mm
Puitlaastplaat	10mm
Puitpostid 45x245 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK))	245mm
Tuuletõkkeplaat (λ _s =0.037W/(mK))	30mm
Vert. roovid 25x50 s. 600mm	25mm
Värviitud voodrilaud	22mm

VS-3

Kipsplaat	13mm
Puitroov 45x45 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK))	45mm
Massiivpuit	45mm
Õhu- ja aurutõke	0.2mm
Puitlaastplaat	10mm
Puitpostid 45x145 s. 600mm/ / min.vill (λ _s =0.037W/(mK)) kahes kihis	290mm
Tuuletõkkeplaat (λ _s =0.037W/(mK))	30mm
Vert. roovid 25x50 s. 600mm	25mm
Värviitud voodrilaud	22mm

VS-5

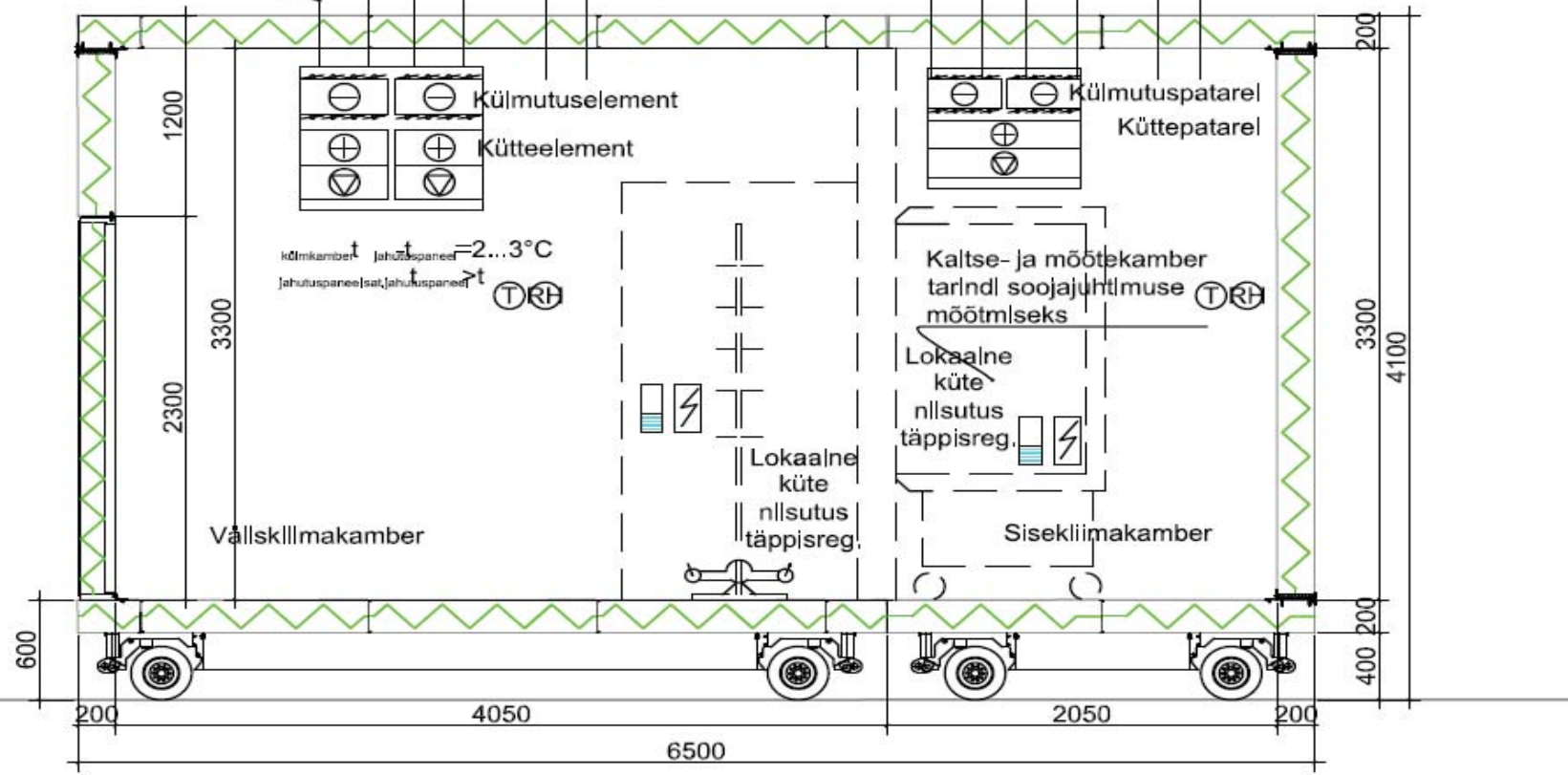
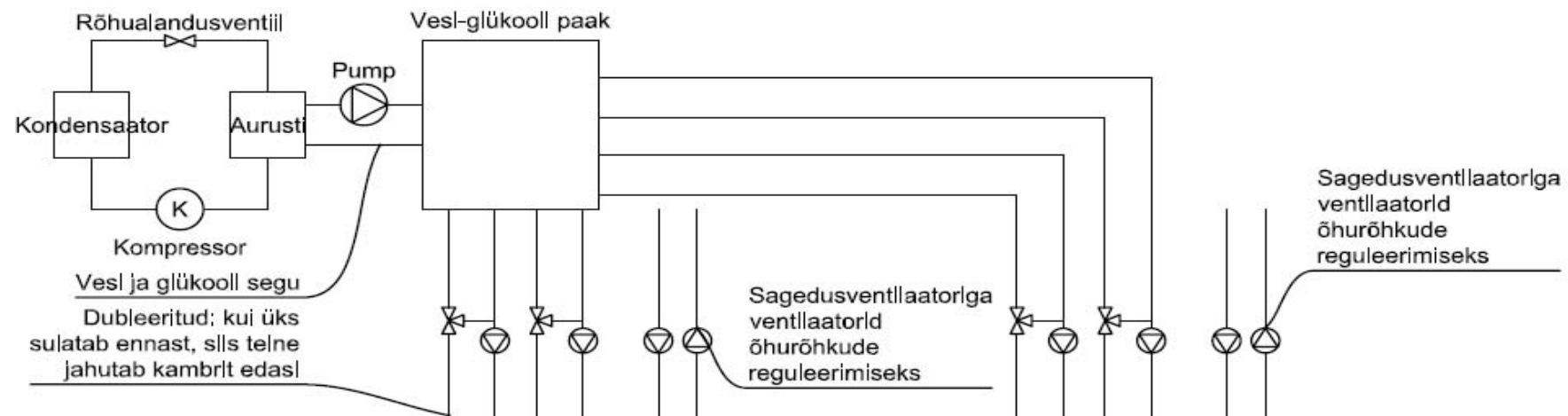
Krohv	10mm
Keramiitbetoon	150mm
Vahipoliüstreene	250mm
Krohv	5mm

VS-6

Poorbetoonmüritis	300mm
Õhkvahe/distantiisliist	25mm
Vaakumisisolatsioonipaneel	20mm
Õhkvahe/distantiisliist	25mm
Värviitud voodrilaud	22mm

VS-7

Kipsplaat	13mm
Õhkvahe/distantiisliist	25mm
Kiirgust peegeldav mitmekihiline soojusisolatsioon	10mm
Õhkvahe/puitpostid	95mm
Puitlaastplaat	10mm
Õhkvahe/puitpostid	95mm
Kiirgust peegeldav mitmekihiline soojusisolatsioon	10mm
Õhkvahe/distantiisliist	25mm
Laudis	22mm



Täna tähelepanu eest!

Email hendrik.voll@ttu.ee

Telefon 6202510