

Säästva tehnoloogia õppetool

**ÜLEVAADE ELAMUEHITUSEST KAMBODŽA
BANTEAY MEANCHEY PROVINTSI
MAAPIIRKONDADES NING SOOVITUSED
EHITUSTÖÖDEKS**

OVERVIEW OF HOUSING IN RURAL AREAS OF BANTEAY MEANCHEY
PROVINCE, CAMBODIA AND RECOMMENDATION FOR CONSTRUCTION
WORK

Magistritöö

Ehitiste restaureerimise erialal

Üliõpilane: Karel Limberg

Juhendaja: Aime Ruus

Tartu, 2015

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: 084498 NAEI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: (allkiri)

ABSTRACT

Limberg, K. Overview of Housing in Rural Areas of Banteay Meanchey Province, Cambodia and Recommendation for Construction Work. Tartu 2015. 91 pages, 8 tables, 57 pictures. 11 A4 format pages of Recommendation for Construction Work. The Master's thesis is written in Estonian language. The Recommendation for Construction Work is in Estonian and English language.

The initiative for this Master's thesis came from the Caritas Cambodia charity project. Before compiling the Recommendation for Construction Work there was a research expedition in Banteay Meanchey province, Cambodia where three villages in disaster risk areas were visited: Kbal Spean, Prey Rosey and Chorng Kouk. Data for the project was gathered in the villages conducting a survey amongst local residents about their living conditions and foremost issues with their housing.

The author of this thesis gathered data that the Recommendations for Construction Work are based on. The manual offers recommendations for foundations, constructional elements, roofs, walls, fire places, passive cooling, helical piles, window blinds and rainwater harvesting systems. In addition different uses of bamboo as construction material, sustainable building solutions and helical pile as foundation solution were proposed in the thesis.

As a result of this Master's thesis an overview of Cambodian housing in rural inland area and Recommendation for Construction Work were conducted. Recommendation for Construction Work can be translated to Khmer language and presented to residents to help build sustainable houses.

Drawing details were done by using CorelDRAW X4, Adobe Photoshop CS6, ArchiCad 18 and AutoCad 2014.

Keywords: recommendation for construction work, helical pile, helical pile strenght calculations, country overview, housing overview.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. Ülevaade Kambodža riigist	6
1.1 Lähteandmed uurimuseks	6
1.2 Riigi üldandmed.....	6
1.3 Geograafia.....	6
1.4 Kliima	7
1.5 Pinnas.....	7
1.6 Passiivne jahutus soojades piirkondades	10
1.7 Banteay Meanchey provints.....	13
1.8 Ehitusseadused ja regulatsioonid	15
2. Töö eesmärk ja ülesanded	17
3. Elanike küsitlus	18
3.1 Projekti Caritas Manual for Disaster Resilient House Construction in Cambodia raport ning projekti raames kogutud informatsioon.	18
3.2 Uuringu metoodika	18
3.3 Uuringu eesmärk.....	18
3.4 Küsitluse tulemused.....	20
4. Kasutusel olevate hoonete inventeerimine	22
4.1 Kambodža sisemaa maapiirkonna elumaja ülevaade.....	22
4.2 Hoonete üldine tehniline seisukord.....	37
4.3 Tingimused ning ettepanekud remondi- ja renoveerimistöödeks	44
5. Kohalike looduslike ehitusmaterjalide kasutamine.....	48
5.1 Looduslike materjalide kasutusvõimalused	48
5.2 Näited bambuse kasutusvõimalustest	51
6. Kruvivaiad.....	55
6.1 Kruvivaiade kirjeldus.....	55
6.2 Kruvivaiade kandevõime ja vajumi näidisarvutused vastavalt kohalikele pinnastele	56
7. Ehituslike tööde juhend.....	64
KOKKUVÕTE	75
LISA 1	77
LISA 2	87
KIRJANDUS	90

SISSEJUHATUS

Magistritöö eesmärk on anda ülevaade Kambodža Kuningriigi sisemaa maapiirkonna elamuehitusest ja koostada juhend sealsete elamute ehituseks ning parandamiseks. Autor võttis 2014/15. õppeaastal osa vahetusüliõpilasprogrammist AREAS+ Erasmus Mundus, kus tema sihtriik oli Kambodža. Õpingud toimusid Pannasastra University of Cambodia (edaspidi PUC) ülikoolis. PUCi õppejõud Sin Sochiet, kes on tegev ka Kambodža maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministeeriumis (Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction), kaasas üliõpilase heategevusorganisatsiooni Caritas Cambodia projekti (Caritas Cambodia). Projekti eesmärk oli välja töötada juhend olemasolevate hoonete renoveerimiseks ning jätkusuutlikumaks muutmiseks madala sissetulekuga inimestele, kes elavad piirkondades, kus on ilmastikuolude tõttu keerulised elutingimused. Eesmärk oli suurendada elumaja vastupidavust tormile ja üleujutustele.

Projekti käigus viidi läbi uuring Kambodža Banteay Meanchey (Phnom Penhist ligikaudu 350 km loodes) provintsi piirkonda ning küsitleti kohalikke inimesi, kes kirjeldasid piirkonnale omaseid ekstreemseid loodusnähtusi ning oma probleeme seoses olemasolevate hoonetega. Kuna autori õpinguperiood Kambodžas lõppes enne Caritase projekti lõppu, jätkas üliõpilane kogutud informatsioonile tuginedes juhendi koostamist Eestis.

Magistritöö põhieesmärk on koostada ülevaade elamuehituse seisust ja anda soovitusi ehitustöödeks, mille abil suudaks elanikud ehitada vastupidavamaid ning paremate elutingimustega elamuid. Magistritöö eesmärk ei ole osa võtta Caritase projektist, vaid edastada see Kambodža maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministeeriumile.

Autor tänab teda magistritöö koostamisel aidanud lisaks juhendaja Aime Ruusile veel PUC õppejõude Sin Sochietti ja Chea Sarinni, geotehnika eksperti Mait Metsa, Maaülikooli õppejõudu Villu Leppikut ning Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledži õppejõudu Lehar Leetsaart.

1. Ülevaade Kambodža riigist

1.1 Lähteandmed uurimuseks

Caritas Cambodia heategevusprojekt hõlmab kolme Kambodža piirkonda, mis eristatakse üksteisest ohuallikate iseloomu ning geograafilise eripära alusel. Need kolm piirkonda on:

- rannikuala maapiirkond (piirkond, mis on ohustatud tuuleilide tõttu)
- sisemaa maapiirkond (piirkond, mis on ohustatud tuuleilide ja üleujutuste tõttu)
- mäepiirkonna ala (piirkond, mis on ohustatud üleujutuste ja maalihete tõttu)

Vastavalt nõuetele moodustati kolm rühma, millest igaüks tegeles ühe piirkonna tüübiga. Piirkonna tüüpi arvestades valiti Kambodžast välja provintsid, mis vastaksid neile tingimustele. Valiku tegi Kambodža maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministereerium.

1.2 Riigi üldandmed

Järgnevalt on esitatud peamised andmed Kambodža Kuningriigi kohta.

Riigi nimetus:	Kambodža Kuningriik
Pealinn:	Phnom Penh
Riigikeel:	Khmeeri keel
Rahvaarv:	13 388 910 (2008)
Rahvastiku tihedus:	75 inimest/ km ²
Pindala:	181 035 km ²

(National Institute of Statistics, Ministry of Planning 2008: VI; Wikipedia)

1.3 Geograafia

Kambodža Kuningriik asub Kagu-Aasias Indohiina poolsaare lõunaosas, lähisekvatoriaalses kliimavöötmes. Enamiku Kambodža territooriumist hõlmab jõe- ja järvesetetest moodustunud Kambodža tasandik, mida kolmest küljest ümbritsevad madalad mäed ja lavamaad (EE 2007: 276–277). Geograafiliste omaduste põhjal saab Kambodža jagada viieks: Kesk-Kambodža tasandikud, Põhja-Kambodža mäestik, Ida-Kambodža mägismaa, Edela-Kambodža mäestik ja Lõuna-Kambodža rannikuala (Water Environment Partnership in Asia).

Kambodža suurim jõgi on Mekong, millest Kambodža territooriumil asub 500 km. Kõrgvee ajal oktoobris on Mekongi vooluhulk 30000 m³/s, kõige kuivemal ajal aprillis 1500 m³/s. Kõrgvee ajal võib veetase tõusta kuni 12 m. Kambodžas asub Indohiina suurim järv Tonle Sab, mille pindala on kuival perioodil 2500–3000 km² ning pärast mussoonvihmasid on järve pindala 9000–10000 km² (EE 2007: 277).

1.4 Kliima

Kambodžas on lähisekvatoriaalne mussoonkliima (EE 2007: 277). Mussoonkliimat iseloomustavad püsivad ning ulatusliku haardega tuuled, mille suund muutub vastavalt aastaajale. Tugeva mussooni ajal esinevad vihmaperioodid (Vikipeedia). Varajane vihmaperiood on Kambodžas aprillist juulini, hilisem ning peamine juulist oktoobrini. Novembrist aprillini on tegu kuiva perioodiga (Seng, V., R. W. Bell, P. F. White, N. Schoknecht, S. Hin, W. Vance. 2005: 42). Kambodža saab kliima alusel jagada kolmeks piirkonnaks: mägine edela- ning rannikupiirkond, Kesk-Kambodža madalik koos Tonle Sapi järve ning Mekongi jõega ning Põhja-ja Kirde-Kambodža (Water Environment Partnership in Asia). Sademete hulk Kesk-Kambodžas on keskmiselt 1400 mm ning riigi rannikupiirkonnas ja mägistel aladel kuni 4000 mm. Aasta keskmine temperatuur Kambodžas on 28 °C. Aprill on kõige soojem kuu, kus keskmine temperatuur on 38 °C. Jaanuar on kõige külmem kuu, kus kõige madalam temperatuur on 17 °C (M. V. K. Sivakumar 2015: 61). Kambodža keskmine tuulekiirus on 2 m/s (Water Environment Partnership in Asia).

Kambodža kõige niiskem kuu on juuli ja kõige kuivem kuu on veebruar. Keskmine õhuniiskus jaanuaris on 65–75% ja augustis 85–90%. Aastane aurustumise määr jääb Kambodžas 2000–2200 mm vahele (Water Environment Partnership in Asia).

1.5 Pinnas

Ränisisaldusega settekivimite moodustiste arvelt on liivased materjalid peamine osa Kambodža maastikust (Tabel 1.1; 1.2). Nende esinemissageduse ja vee läbilaskvuse tõttu Kambodža madalamates piirkondades, on liivased mullad kasutuses riisikasvatuses. Liivaseid muldi leidub ka Loode-Kambodžas. Liivased pinnapealsed vormid on Kambodžas enam esindatud kui sügavamal leiduvad liivad. Kõige levinumad liivase tekstuuriga mullad on punamuld ning paepealsed mullad. Punamullad on kõige levinum

muldade rühm, mis võtab enda alla 48,8% Kambodža pinnasest. Iseloomulikud tunnused Kambodža mägipiirkondadele on moondekivimid proterosoikumi ajastust ning settekivimid andesiit ning basalt, mis moodustusid mesosoikumi ning paleosoikumi ajastul (Seng, V., R.W. Bell, P.F. White, N. Schoknecht, S. Hin, W. Vance. 2005: 44). Olenevalt piirkonnast leidub keskmiselt 0,3–0,6 m sügavusel muldade all asuvat alluviaalset kuiva savi, mis on tugeva struktuuriga. Magistritöö autor on intervjuurimisel saanud Kambodža pinnasetüüpide kohta informatsiooni geotehnika eksperdilt Mait Metsalt (Tabel 1.3; 1.4; 1.5).

Tabel 1.1 Prey Khmer piirkonna pinnase kihtide kirjeldus. (Seng, V., R.W. Bell, P.F. White, N. Schoknecht, S. Hin, W. Vance <http://www.fao.org/docrep/010/ag125e/AG125E07.htm>).

Pinnase koostis osiste järgi	Sisaldus
Liiv	730 g/kg
Muda	220 g/kg
Savi	50 g/kg

Tabel 1.2 Tramkaki piirkona pinnase profiili kirjeldus (Seng, V., R.W. Bell, P.F. White, N. Schoknecht, S. Hin, W. Vance <http://www.fao.org/docrep/010/ag125e/AG125E07.htm>).

Sügavus (cm)	Kirjeldus
0–6	Tumepruun, vahepealne liiv; väga pude, niiske konsistentsiga; ühe tera struktuur; väga kvaliteetne, keskmise poorsusega, selge, järguline, sujuva piirjoonega.
6–20	Pruun, vahepealne liiv; väga pude, niiske konsistentsiga; ühe tera struktuur; väga kvaliteetne, keskmise poorsusega, järguline, lainelise piirjoonega.
20–60	Helepruun, vahepealne liiv; keskmiselt nõrgad, punakas-kollased laigud; väga pude niiskuse konsistentsiga; ühe tera struktuur, väga kvaliteetne, keskmise poorsusega, terav, keelelise piirjoonega.
60–85	Hall liivane savi; keskmiselt silmapaistvad punakas-kollased laigud; kõva, kuivanud konsistentsiga; nõrga, keskmise, nurgelise ning kandilise struktuuriga; kvaliteetse, madala poorsusega, järgulise, lainelise piirjoonega.
85–100+	Kollakas pruun savi; selged, silmapaistvad punakas-pruunid laigud ja selged hallid laigud; tugev niiske konsistents; osaliste eraldumistega, kvaliteetne, väljavenitatud, must, pehme; kvaliteetne, ilma kanaliteta.

Tabel 1.3 Kambodžas esineva alluviaalsetete ja liiva pinnasetüübi andmed. Andmed pärinevad geotehnika eksperdilt Mait Metsalt.

Mahukaal	17,65 kN/m ³
Sisehõõrdenurk	30°
Nidusus	0
Deformatsioonimoodul	10–20 MPa

Tabel 1.4 Kambodžas esineva möllide ja savide, nõrkade möllsavide pinnasetüübi andmed. Andmed pärinevad geotehnika eksperdilt Mait Metsalt.

Mahukaal	16,67 kN/m ³
Sisehõõrdenurk	0°
Dreenimata nihketugevus	30 kPa
Deformatsioonimoodul	38 MPa

Tabel 1.5 Kambodžas esineva pleistotseeni möllsavide pinnasetüübi andmed. Andmed pärinevad geotehnika eksperdilt Mait Metsalt.

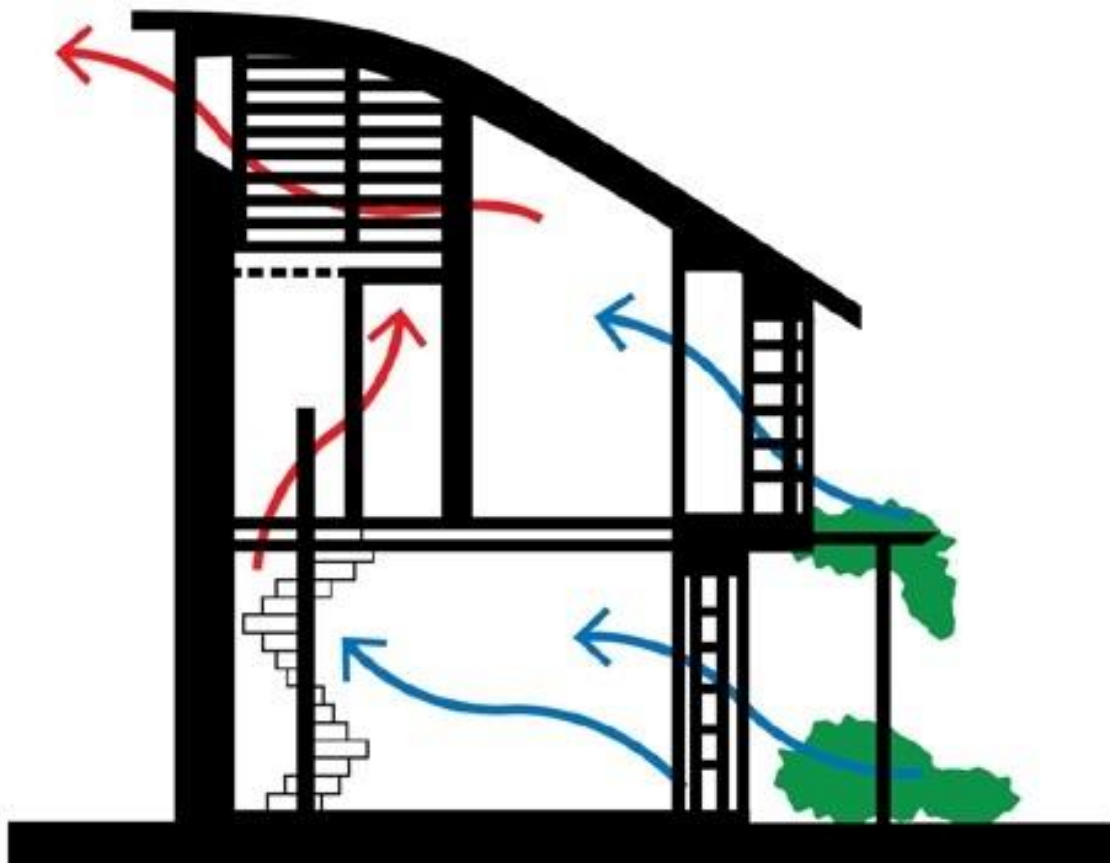
Mahukaal	18,60 kN/m ³
Sisehõõrdenurk	0°
Dreenimata nihketugevus	65 kPa
Deformatsioonimoodul	8 MPa

1.6 Passiivne jahutus soojades piirkondades

Passiivne jahutus on oluline aspekt Kambodža sisemaa maapiirkonna hoone kavandamisel. Selle abil tagatakse hoones jahedam õhk ning inimeste heaolu ilma olulisi lisakulutusi tegemata.

Kambodža sisemaa maapiirkond on õhutemperatuurilt väga soe ning niiske piirkond, mille puhul tuleb hoone projekteerimisel arvesse võtta järgmiseid punkte:

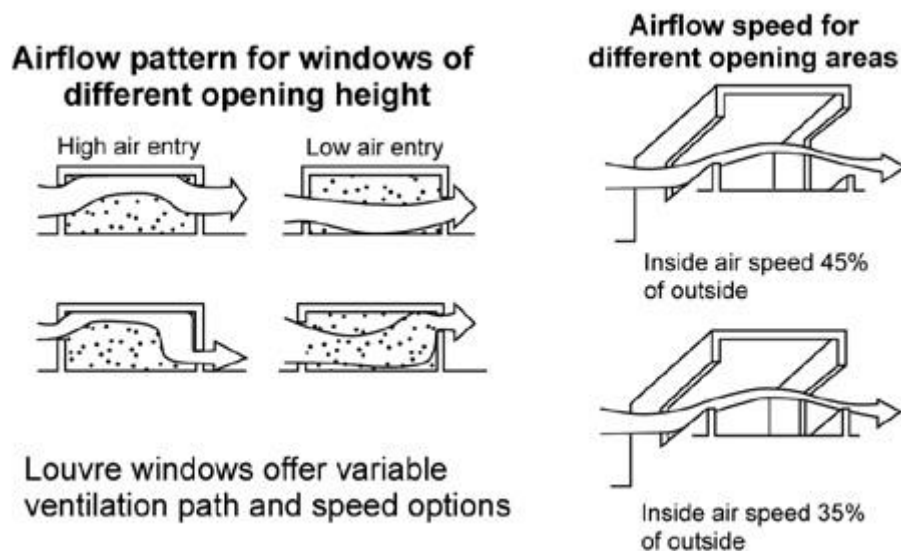
Tugipostidel hoone (joon. 1.1): Tugipostidel hoone avatud nullkorrusel olev jahedam õhk liigub konvektsiooni teel läbi vahelae esimesele korrusele, jahutades seejuures hoone esimese korruse ruume. Õhk väljub katuse ning seinte ülemise serva vahest (Clarke, Reardon 2013).



Joonis 1.1. Tugipostidel hoone passiivne jahutus (Clarke, Reardon 2013

[http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-\(4Dec13\).pdf](http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-(4Dec13).pdf)).

Aknaavade paigutus ning avatäidete valik (joon. 1.2): Vastastikuste aknaavade horisontaalse ning vertikaalse paigutusega saab reguleerida õhtuvoolusid läbi hoone. Selle abil saab õhuvoolu suunata piirkonda, kus inimesed seda kõige enam vajavad, tagades neile paremad elutingimused. Avatäidete valik on oluline punkt õhuvoolude hoonesse sissepääsul. Vastavalt avatäidetele, saab õhuvoolu läbi hoone tekitada ning sulgeda. Õhuvoolu tekkeks sobivad täitma avad, samuti ribad, mis lasevad hoonesse õhku. Kui hoonesse pole võimalik paigutada vastastikuseid aknaid, saab õhuringluse tekitada laeventilaatoriga (Clarke, Reardon 2013).



Joonis 1.2. Avade paigutus erinevatel kõrgustel tagab erineva iseloomuga õhuvoolu (Joonis: Clarke, Reardon 2013

[http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-\(4Dec13\).pdf](http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-(4Dec13).pdf)).

Varjualuste loomine: Hoone seinte, katuse ning avade projekteerimisel tuleb saavutada võimalikult palju varjualuseid alasad. Mida rohkem suudetakse takistada otsest päikesekiirgust ja mida rohkem on varjusid, seda jahedamana hoone püsib (Clarke, Reardon 2013).

Materjalide valik: Katuse ning välisseinte materjalide valiku puhul tuleb valida võimalikult heleda värvusega lahendused, kuna hele pind peegeldab otsest päikesekiirgust. Soovituslikult võib panna katuse alla rohkem kui ühe kihi alumiiniumpaberist kiirgustõket, mis päikesekiirguse ajal peegeldab hoonesse sisenevat soojust tagasi ning madal kiirgustegur aitab

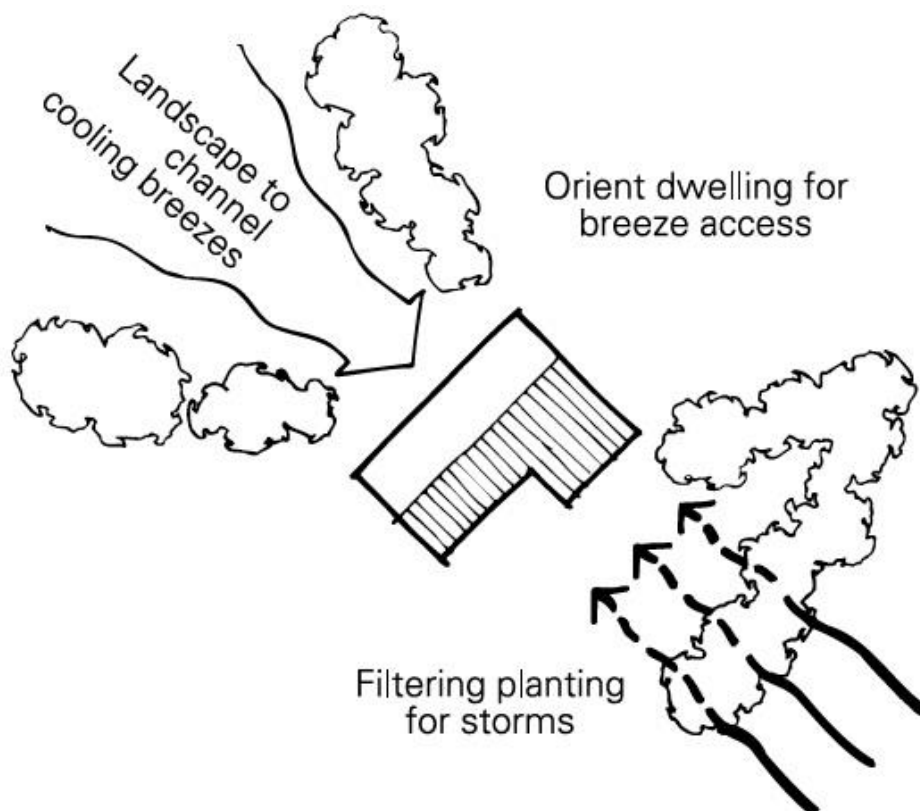
ruumi jahedamana hoida. Öisel ajal aitab alumiiniumpaber hoida ruumis vajalikku soojust (Clarke, Reardon 2013).

Eluruumide kõrgus: Mida kõrgemal eluruumide laed asuvad, seda paremini õhk ringleb, tagades jahedama õhu ja paremad elutingimused (Clarke, Reardon 2013).

Haljastus (joon. 1.3): Haljastuse valik on oluline hoone projekteerimisel. Hoonekõrguste või kõrgemate puudega saab hoonet kaitsta otsese päikesekiirguse eest. Haljastuse

paigutusega saab tekitada õhukoridore, mis toovad hooneni külmasid õhuvoole (Clarke, Reardon 2013).

Samuti on puude ja põõsaste õige paigutus kaitseks tormide eest. Hoone ümber võib paigutada põõsastiku, mille alla tekib vari, mis omakorda tekitab põõsastiku lähedusse jahedama õhu. Hoone vahetus läheduses asuvad veekogud tekitavad samuti jahedat õhku, mis on abiks hoone jahutusel (Clarke, Reardon 2013).



Joonis 1.3. Haljastuse paigutus tagab külmad õhuvoolud ning pakub kaitset tormide eest (Joonis: Clarke, Reardon 2013)

[http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-\(4Dec13\).pdf](http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-2-PassiveDesign-5-PassiveCooling-(4Dec13).pdf)).

1.7 Banteay Meanchey provints

Lõputöö autor kuulus rühma, mille ülesandeks oli uurida Kambodža sisemaa maapiirkonda. Kambodža maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministerium valis ekspeditsiooni sihtkohaks Banteay Meanchey provintsi (Joonis 1.4).

Ministeeriumil oli informatsioon, et see piirkond vastab Caritas Cambodia projekti kriteeriumitele. Banteay Meanchey provintsis esineb tuuleilidega torme ja üleujutusi.



Joonis 1.4 Kambodža Kuningriigi provintsid. Banteay Meanchey provintsis on ümbritsetud punase piirjoonega. (Joonis: Wikipedia)

http://en.wikipedia.org/wiki/Provinces_of_Cambodia#/media/File:Cambodia_provinces_en.svg.

Järgnevalt on esitatud peamised andmed Banteay Meanchey provintsi kohta.

Riigi nimetus:	Kambodža Kuningriik
Provint:	Banteay Meanchey
Maakonna keskus:	Serei Saophoan
Rahvaarv:	678 033 (2008)
Rahvaarv maapiirkonnas:	494 462 (2008)
Rahvastiku tihedus:	102 inimest/km ²

Pindala: 6679 km²

(National Institute of Statistics, Ministry of Planning 2008: 14; Wikipedia)

Banteay Meanchey provints asub Loode-Kambodžas. Provintsi pindala on 6679 km². Banteay Meancheyst lõunas asub Battambangi provints, idas Siem Reapi provints, põhjas Oddar Meanchey provints ning läänes asub Tai Kuningriik. Provintsi keskuseks on Sisophon. Banteay Meancheyst voolavad läbi Serei Sophorni ja Mongkol Borei jõgi, mis suubuvad Tonle Sapi järve (Wikipedia).

1.8 Ehitusseadused ja regulatsioonid

Suur osa Kambodža Kuningriigi infrastruktuurist oli vaja taastada pärast kodusõja lõppu. Seni pole suudetud välja töötada riiklikku ehitusseadust ning standardeid (Titthara 2014). Kambodža maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministeerium on koostamas riiklikku ehitusseadust. Seni on Kambodžas kasutusel olnud järgmised standardid ja seadused:

- International building codes (Rahvusvahelised ehituseeskirjad),
- International Residential codes (Rahvusvahelised elamuehituse eeskirjad),
- Uniform Building codes (Ühtsed ehituseeskirjad),
- American Building Codes and Standards (Ameerika ehituseeskirjad ja standardid),
- British Standard (Suurbritannia standardid),
- French Building Codes (Prantsusmaa ehituseeskirjad).

Kambodža maapiirkonna arendusministeerium (Ministry of Rural Development of Cambodia) osales aastatel 2009–2015 projektis Ketsana Emergency Reconstruction and Rehabilitation, mille käigus tegeldi 2009. a orkaani Ketsana põhjustatud kahjude likvideerimisega Kambodžas. Selle projekti raames tagati majapidamistele asulaga ühendatud pindamata sõidutee, joogivee olemasolu (puurkaev) ja välikäimla (The World Bank 2015).

Lähtudes projektist Ketsana Emergency Reconstruction and Rehabilitation on uue hoone loomisel kolm peamist nõuet:

- sõidutee olemasolu asulate vahel,

- joogivee olemasolu,
- sanitaaringimuste olemasolu.

Magistritöö autor on seisukohal, et Kambodža Kuningriik vajab riiklikku ehitusseadust, kuna riigi geograafilised omapärad ei võimalda kasutada teiste riikide ehitusseadusi ning standardeid. Ehitusseadustik peab määrama kõik ehituse liigid, sealhulgas maapiirkondade hoonete ehituse, kus tingimused linnastunud aladega võrreldes on erinevad. Ehitusseadustik peab arvestama Kambodža Kuningriigi elanike keskmist sissetulekut, mis võimaldaks erineva sissetulekuga inimestel omale elumaja rajada. Maapiirkonna hoonete ehitust käsitlevad punktid peavad võimaldama elanikel iseseisvalt ehitada madalahinnalisi jätkusuutlikke hooneid.

2. Töö eesmärk ja ülesanded

Töö eesmärk on anda ülevaade elamutest, lahendustest ja tehnilisest seisukorrast ning selle põhjal koostada juhend kliimasse sobiva elamu detailide ehitamiseks.

Lahendatavad ülesanded:

1. Ülevaade Kambodža Kuningriigist ning passiivse jahutuse tutvustus.
2. Ülevaade uuringu sihtkoha valikust ning informatsiooni kogumine hoonestuse kohta küsitlemise ning vaatluse meetodikat kasutades.
3. Uuringu tulemuste kokkuvõte.
4. Kasutusel olevate hoonete inventeerimine ning tingimused ja ettepanekud remonttöödeks.
5. Kohalike looduslike ehitusmaterjalide kasutusvõimaluste ülevaade ning näidete esitamine bambuse kasutusvõimalustest hoone ehitamisel.
6. Kindlat tüüpi kruvivaia kandevõime ning vajumi arvutused.
7. Ehituslike tööde juhendi esitamine.

3. Elanike küsitlus

3.1 Projekti Caritas Manual for Disaster Resilient House Construction in Cambodia raport ning projekti raames kogutud informatsioon.

Projekti Caritas Manual for Disaster Resilient House Construction in Cambodia raames viidi 2014. a septembris läbi uuring Banteay Meanchey provintsis. Järgmised teemad võtavad kokku toimunud reisi sisu ja tulemuse.

3.2 Uuringu metoodika

Uurimuse metoodika nägi ette külastatada kolme küla Banteay Meanchey provintsis ning koguda sealseid elanikke küsitledes informatsiooni.

Intervjueerimisel kasutati küsimustikku, mis käsitles järgmisi aspekte:

- vanus;
- inimeste arv peres;
- hoone tüüp;
- hoone mõõtmed;
- kasutusel olevad ehitusmaterjalid;
- veetaseme tõus mussooni ajal.

Lisaks saadi vestluse teel osaliselt informatsiooni elanike haridustaseme, sissetuleku, hoonete kahjustuste, kahjustuste tekke põhjuste, ilmastikuolude, katastroofijärgse abi, ehitusoskuse, tööriistade olemasolu, ehitustööjõu olemasolu ning teatud ehitusmaterjalide hindade kohta. Informatsiooni koguti ka iseseisval vaatlusel. Küsitlajad panid elanike vastused kirja ning pildistasid hooned üles.

3.3 Uuringu eesmärk

Uurimuse eesmärk oli koguda võimalikult palju informatsiooni, mille põhjal saaks välja pakkuda jätkusuutlikuma elumaja lahenduse Banteay Meanchey provintsi maapiirkonda ning parandades sealjuures inimeste üldist eluolu.

Uurimuses osalenud külad olid:

- Kbal Spean (Preah Punlea kogukond, Serey Soupheap piirkond, Banteay Meanchey provints),
- Prey Rosey (Preah Punlea kogukond, Serey Soupheap piirkond, Banteay Meanchey provints),
- Chornng Kouk (Talom kogukond, Mong Kulborey piirkond, Banteay Meanchey provints).

Kbal Speani, Prey Rosey ja Chornng Kouki külade asukohtadele on iseloomulikud tormid ja üleujutused. Külad asuvad Banteay Meanchey maakonnas. Piirkonda iseloomustavad tasased maapinnad, jõed, raskesti läbitavad sõiduteed ning elektri olemasolu. Peamine elatusallikas on põllumajandus. Põhjalikuma info saamiseks küsitleti külaelanikke.

Kohtuti provintsi maaomandi juhtimise, linnaplaneerimise ning ehituse ministeeriumi direktoriga, kellelt saadi luba külade külastamiseks. Kõikidesse küladesse oli ligipääs halbade teolude tõttu raskendatud. Vihmade ning rasketehnika tõttu olid mullaga kaetud teed halvas seisukorras.

Esimesel päeval külastati Kbal Speani küla, kus suurim oht on üleujutused. Veetõus selles piirkonnas jääb üldjuhul 1,5–2,0 m vahele ning see toimub oktoobris ja novembris. Uurimuses osales kaheksa majapidamist. Kbal Speani küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt ning World Vision Internationalilt.

Teisel päeval külastati Prey Rosey küla, mis asub Banteay Meanchey provintsi keskuse pealinnast Serei Saophoanist 10 km kaugusel. Külas elab 465 peret. Suur osa elanikkonnast töötab Tai Kuningriigis. Prey Rosey küla suurim probleem on tugev tuul, eelkõige mõjutab see hoonete detaile (katus, aknad), mis tormi tagajärjel purunevad või hoonest eemalduvad. Prey Rosey külas osales uurimuses kümme majapidamist. Küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt, World Vision Internationalilt ning Kambodža Sotsiaalministeeriumilt.

Kolmandal päeval külastati Chornng Kouki küla, kus uurimuses osales 15 majapidamist. Selle piirkonna suurim probleem on üleujutused. Chornng Kouki küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt World Vision Internationalilt ning Kambodža sotsiaalministeeriumilt.

3.4 Küsitluse tulemused

Järgnevalt on esitatud tulemused, mis saadi Kbal Speani, Prey Rosey ja Chrong Kouki külaelanikke küsitledes.

Küsitletute keskmine vanus:	46
Keskmine inimeste arv peres:	5
Peamine elumaja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel või betoonist ja puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Enim esinenud elumaja mõõtmed:	4 x 6 m (esines ka 4 x 5 m; 5 x 6 m; 6 x 8 m)
Enim esinenud elemendid:	Tsinkplekist katus, puidust või tsinkplekist seinad
Maksimaalne veetaseme tõus maapinnast:	2
Minimaalne veetaseme tõus maapinnast:	1

Banteay Meanchey provintsi maapiirkonna elanike teadlikkus ning ehitusoskus pole piisav, et ehitada tormidele ja üleujutustele vastupidav maja. Traditsioonide järgi on üksteise aitamine tähtsal kohal, mistõttu tööjõud on olemas. Samas puuduvad ehitustööriistad ning oskus neid käsitseda. Uute töövõtete, põhimõtete ning tööriistade kasutuselevõtmist peab kohalikele tutvustama ehitusvaldkonnas pädev inimene.

Peamised tehnilised avariilukordade põhjused on vundamendi puudumine, hoonete kõrgus maapinnast, mis põhjustab jäikuse puudumise, tugipostide asetamine pinnasele ja ebaefektiivsed sõlmed. Nende põhjuste tõttu on peamised avariid majade kokkukukkumine või deformeerumine ja katuse eemaldumine majast.

Piirkonna suurimateks probleemideks ja avariilukordade põhjustajateks osutusid muutuvad ilmastikuolud: tormid ja üleujutused. Lisaks võib põhjuseks tuua majade ehituse vahetult jõgede äärde, kus üleujutuste mõju on suurem kui mujal. Külades pole piisavalt kanaleid, mis juhiks suurvee majadest eemale. Suurvee ajal kolivad inimesed sisemaa maapiirkonnast ära linna, kus neile pakutakse ajutiselt elukohta. Selleks on maa-ala, kus inimesed saavad riigile makse maksmata oma telkides elada.

Inimeste sissetulek ühes kuus jääb 60–200 USD piiresse, kuid kohalike omavalitsuste kaudu on neil võimalik majade ehitamiseks laenu taotleda.

Lisaks muule informatsioonile uuriti külaelanikelt ehitusmaterjalide ning tööliste maksumust Banteay Meanchey provintsis. Järgmistes tabelites on info ehitusmaterjalide ning tööliste maksumusest Kambodža Kuningriigis Banteay Meanchey provintsis 2014. a seisuga.

Tabel 3.1 Ehitusmaterjalide maksumus Kambodža Kuningriigis, Banteay Meanchey provintsis septembris 2014. a seisuga.

MATERJAL	ÜHIKUD	HIND (USD)
Tsement	1 t	80
Raudvardad	1 t	850
Tellis	10000 tk	400
Puit	1 m ³	560
Killustik 1cmx2cm	1 m ³	18
Maakivi 4cmx6cm	1 m ³	14
Maakivi 15cmx25cm	1 m ³	10
Liiv	1 m ³	16
Betoonpost	1 tk	10

Tabel 3.2 Tööjõu maksumus Kambodža Kuningriigis, Banteay Meanchey provintsis septembris 2014. a seisuga.

TÖÖLINE	TÖÖPERIOOD	HIND (USD)
Insener/arhitekt	1 päev	30
Tööline	1 päev	15
Lihttööline	1 päev	7

4. Kasutusel olevate hoonete inventeerimine

4.1 Kambodža sisemaa maapiirkonna elumaja ülevaade

Elumaja mõõtmed ja kandekonstruktsioonid: Tüüpiline elumaja Kambodža sisemaa maapiirkonnale on ristkülikukujuline (Joonis 4.1; 4.2; 4.3). Mõõtmeteks on 3 x 4 m kuni 6 x 10 m, kuid välistatud ei ole ka ruudukujulised põhiplaanid. Elumaja kandekonstruktsioonid on ehitatud puidust. Mittekandvad konstruktsioonid on ehitatud samuti enamasti puidust, mis võib olla kombineeritud bambuspuiduga. Hooned on üldjuhul kahekorruselised, millest esimene on maapinnal asuv nullkorrus ning järgmine on esimene korrus, kus asuvad eluruumid.



Joonis 4.1. Elumaja Chorong Kouki külas.



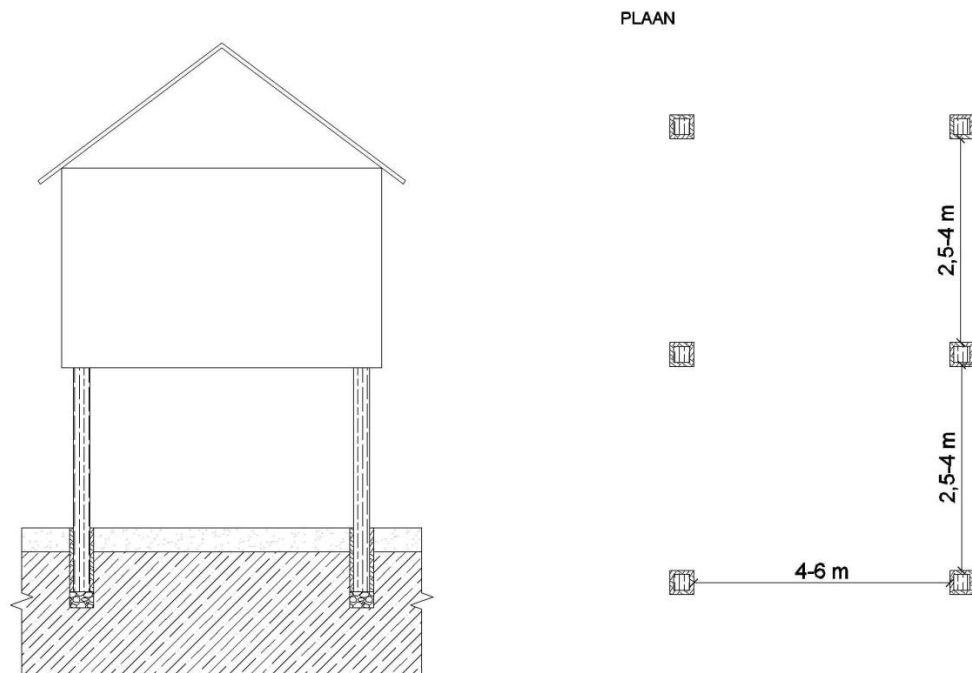
Joonis 4.2. Elumaja Kbal Speani külas.



Joonis 4.3. Elumaja Kbal Speani külas.

Vundament: Kambodža sisemaa maapiirkonnas on kasutusel peamiselt viis vundamenditüüpi:

- 1. Puidust postvundament (joon. 4.4).** Süvistatakse 0,2–0,3 m laiune kaevik 0,8–1,0 m sügavusele. Kaeviku põhi kaetakse 0,2 m ulatuses kuni 5 cm läbimõõduga maakividega või purustatud katusekivi tükkide ja liiva seguga. Seejärel asetatakse post kaevikusse ning tihendatakse pinnasega. Joonis 4.4 on illustratiivne.

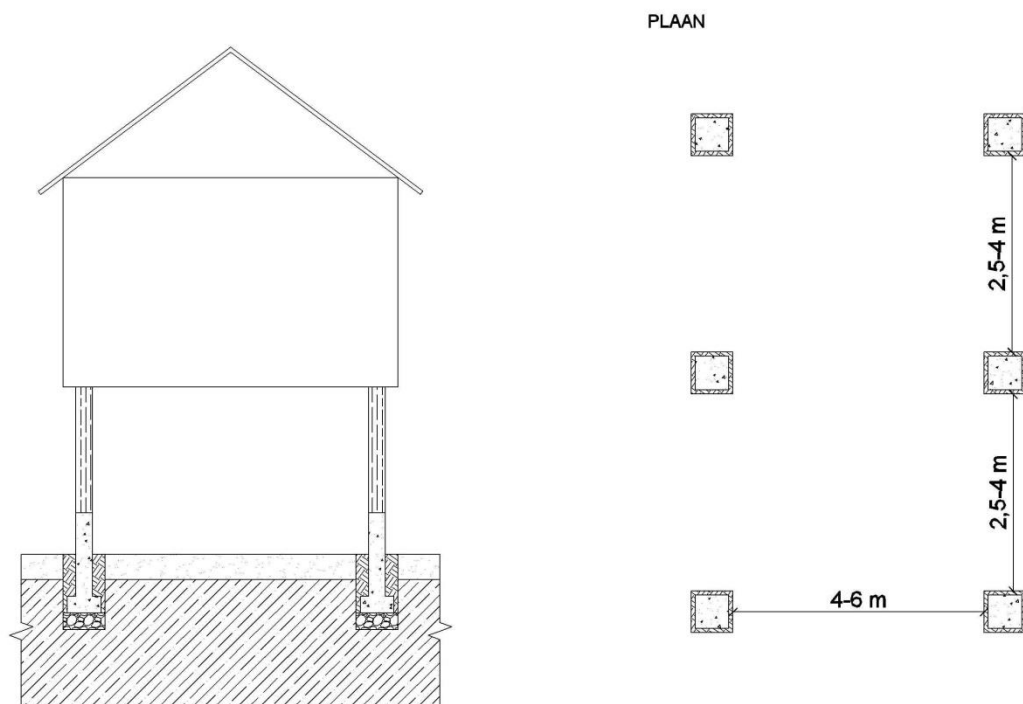


Joonis 4.4. Puidust postvundament.



Joonis 4.5. Puidust postvundament Kbal Speani.

2. **Monteeritavast betoonist taldmikuga postvundament (joon. 4.6).** Süvistatakse kuni 0,5 m laiune kaevik 0,4–0,7 m sügavusele. Kaeviku põhi kaetakse 0,2 m ulatuses kuni 5 cm läbimõõduga maakividega või savist purustatud katusekivi tükkide ja liiva seguga. Seejärel asetatakse monteeritav betoonpost kaevikusse ning tihendatakse pinnasega. Joonis 4.6 on illustratiivne.

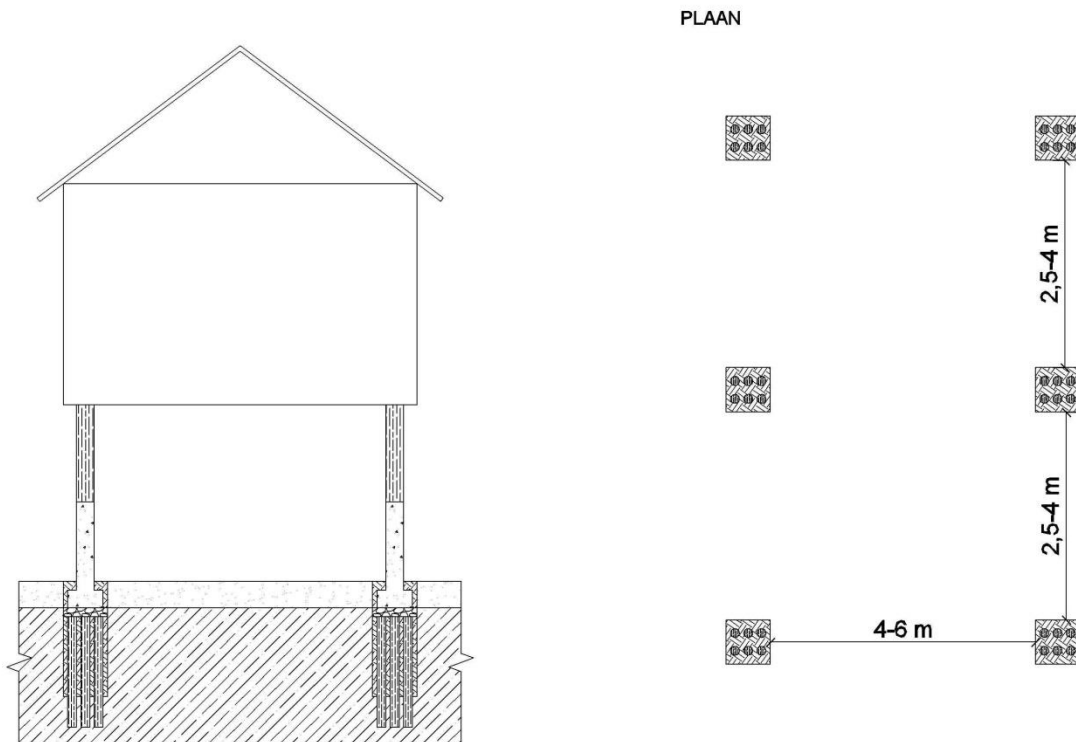


Joonis 4.6. Monteeritud betoonist taldmikuga postvundament.



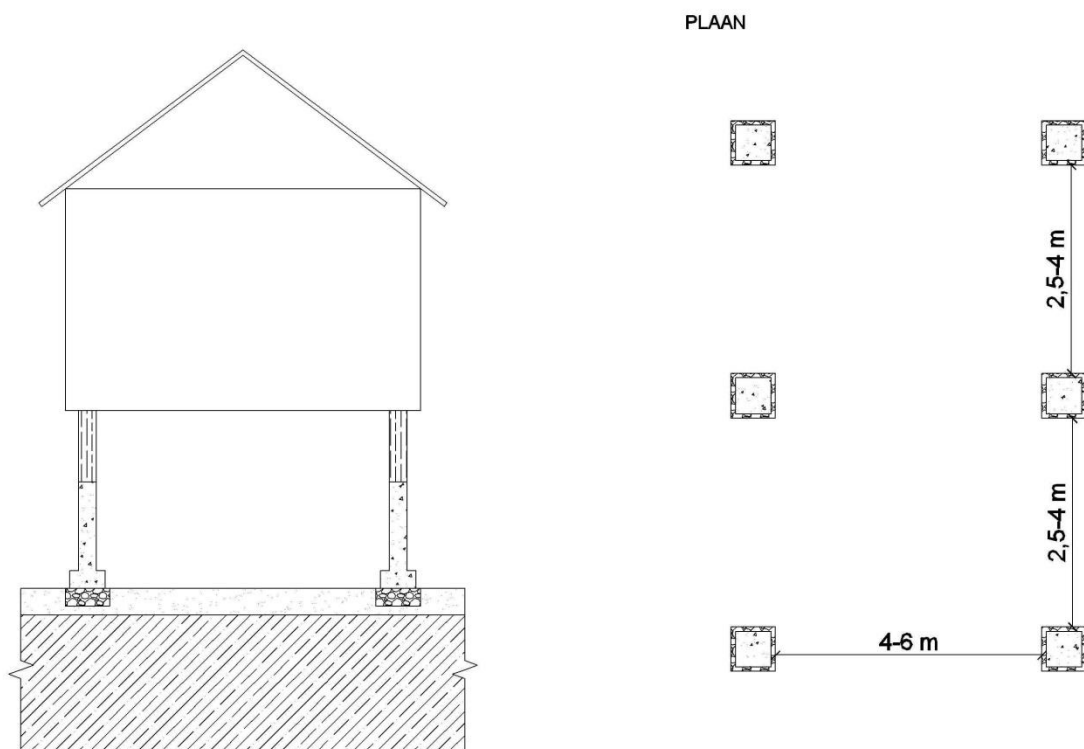
Joonis 4.7. Monteeritud betoonist taldmikuga postvundament Prey Rosey külas.

3. Vaivundament monteeritud betoonist taldmikuga postvundamendiga (joon. 4.8). Pinnasesse süvistatakse kuni 0,5 m laiune ja kuni 1,0 m sügavune kaevik, kuhu rammitakse 4–6 puidust vaia pikkusega 1,5–2,0 m. Vaiad kaetakse killustikuga. Killustikule asetatakse monteeritav betoonist postvundament, misjärel pinnas tasandatakse. Betoonist postvundamendi taldmik jääb kuni 0,2 m paksuse pinnasekihi alla. Joonis 4.8 on illustratiivne.



Joonis 4.8. Vaivundament monteeritud betoonist taldmikuga postvundamendiga.

4. Maapinnale toetatud monteeritud betoonist taldmikuga postvundament (joon. 4.9). Süvistatakse kuni 0,5 m laiune kaevik kuni 0,2–0,3 m sügavusele. Kaeviku põhi kaetakse 0,2–0,3 m ulatuses kuni 5 cm läbimõõduga maakividega või savist purustatud katusekivi tükkide ja liiva seguga. Mõnel juhul järgneb sellele kuni 0,1 m paksune betoonikiht, kuid see pole reegel. Olenemata kaeviku täidisest täidetakse kaevik maapinnani. Seejärel asetatakse monteeritav betoonist taldmikuga postvundament kaeviku täitepinnasele. Joonis 4.9 on illustratiivne.



Joonis 4.9. Maapinnale toetatud monteeritud betoonist taldmikuga postvundament.

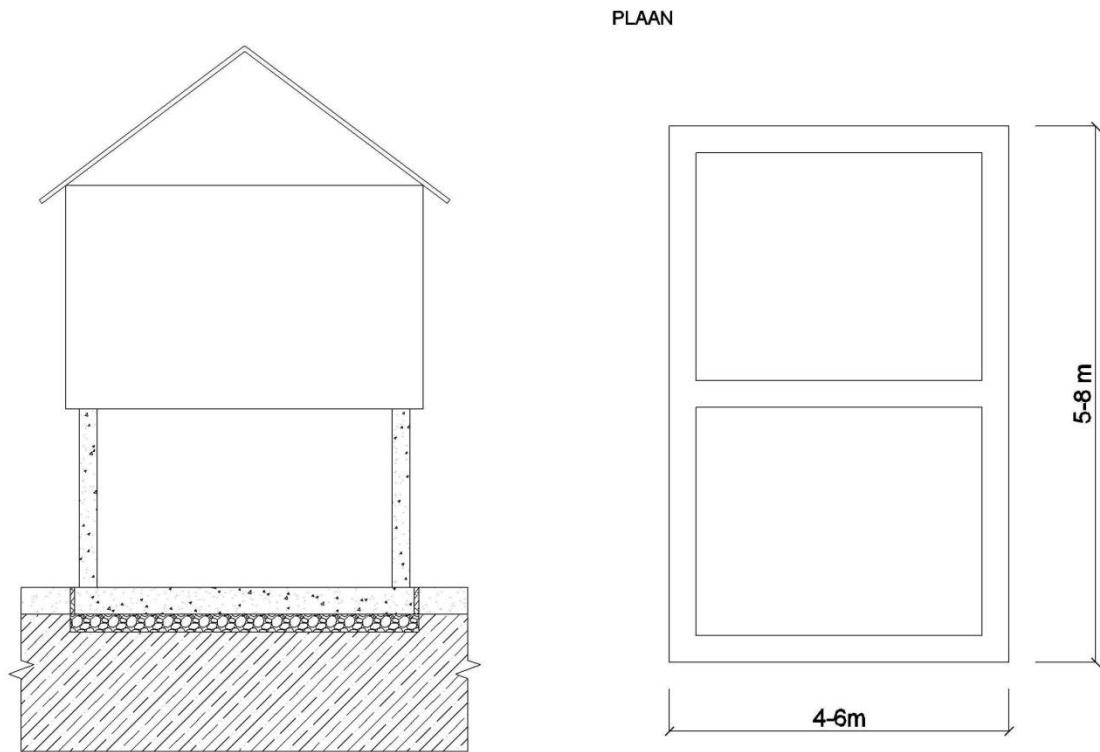


Joonis 4.10. Maapinnale toetatud monteeritud betoonist taldmikuga postvundament Kbal Speani külas.

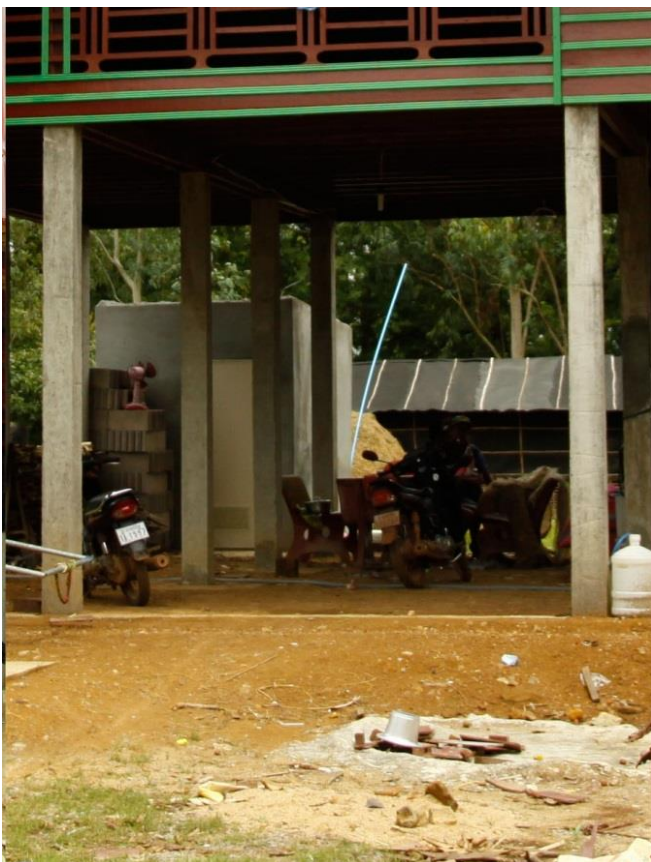


Joonis 4.11. Maapinnale asetatud monteeritud betoonist taldmikuga postvundament Chornng Kouki külas.

- 5. Lintvundament (joon. 4.12).** Süvistatakse 0,2–0,3 m laiune kaevik 0,4–0,6 m sügavusele. Kaeviku põhi kaetakse 0,2–0,3 m ulatuses kuni 5 cm läbimõõduga maakividega või purustatud katusekivi tükkide ja liiva seguga. Mõningatel juhtudel järgneb sellele kuni 0,1 m paksune betoonikiht, kuid see pole reegel Lintvundament rajatakse vastavalt hoone mõõtmetele. Vundamendi kõrgus on 0,2–0,4 m ning laius 0,2–0,3 m. Lintvundament rajatakse maapinna kõrgusele või kuni 0,1 m maapinnast kõrgemale. Selle rajamisel kasutatakse puidust valmistatud raketist. Lintvundamendi valmimisel asetatakse sellele monteeritavast betoonist postid, mille kõrgus on kuni 3,0 m taldmikust. Joonis 4.12 on illustratiivne.



Joonis 4.12. Lintvundament.



Joonis 4.13. Lintvundament Chornng Kouki külas.

Katused (joon. 4.14): Elumajad jagunevad katuse tüübi järgi kolme rühma: viilkatusega, kelpkatusega ning khmeeri stiilis erikujuga kelpkatusega maja. Enamikul juhtudel on katuse ning seinte ülemise serva vahel 5–10 cm laiune õhuvahe. Katusematerjaliks võib olla palmilehtedest punutud matid, nüüdseks suurel määral kasutust leidnud tsinkplekk-katus või harvemini esinev saviplaatidest katus. Katuse räästa pikkus takistab vihmalahtidest avadest sisse sadada.



Joonis 4.14. Elumaja katuse näide Prey Rosey külas.

Seinad (joon. 4.15; 4.16): Seinte ehitamiseks kasutatakse bambust, puitlaudist või palmilehtedest õlgpunutist. Tänapäeval on kasutuses ka kilest ja bambusest kombineeritud seinad ning tsinkplekist seinad. Vastavalt inimeste sissetulekutele kasutatakse looduslikke või mittelooduslikke imporditud materjale. Puitlaudist paigaldatakse nii vertikaalselt kui ka horisontaalselt. Esimesel korrusel seinad puuduvad.



Joonis 4.15. Elumaja seinamaterjalide näide Kbal Speani külas.



Joonis 4.16. Elumaja seinamaterjalide näide Kbal Speani külas.

Hoone kõrgus maapinnast (joon. 4.17): Tüüpiline Kambodža sisemaa maapiirkonna elumaja on maapinnast eemal ning ehitatud puit- või betoonpostidele. Hooned asuvad maapinnast 0,5–3,0 m kõrgusel tugipostidel, kuna lähiekvatoriaalse mussoonkliima tõttu esineb igal aastal vihmaperioode, millele järgnevad üleujutused.



Joonis 4.17. Elumaja kõrguse näide Chorng Kouki külas.

Sissepääs esimesele korrusele (joon. 4.18; 4.19): Esimesele korrusele pääseb mööda redelit või treppi. Materjalina kasutatakse siinpuhul puitu või bambust. Treppide puhul kasutatakse nii I- kui ka L-treppi.



Joonis 4.18. Elumaja esimesele korrusele sissepääsu näide Chorng Kouki külas.



Joonis 4.19. Elumaja esimesele korrusele sissepääsu näide Kbal Speani külas.

Ruumide arv ning paigutus (joon. 4.20; 4.21): Tüüpilises Kambodža sisemaa maapiirkonna elumajas on 1–3 tuba, mis võivad olla eraldatud bambuspunustistega. Traditsiooniliselt on eesruum ühtlasi ka elutuba, kus külalisi vastu võtta. Sinna võib olla asetatud Buddha-kuju, televiisor ning valgustus, mis mõlemad töötavad aku jõul. Järgmine ehk teine tuba on vanemate magamistuba ning kolmas tuba kuulub tütardele, kes pole veel abiellunud. Pojad magavad seal, kus on ruumi. Erinevast soost lapsed on üldjuhul eraldatud. Ruumide paigutus võib erineda. Vaesemates peredes võib majas olla ainult üks tuba. Toad on eelkõige ööbimiseks, päeval ajal leiavad need vähem kasutust. Väga tähtsamal kohal on elumaja nullkorrus, mida kasutatakse mitmel otstarbel.



Joonis 4.20. Elutoa näide Kbal Speani külas.

Tüüpilise Kambodža sisemaa maapiirkonna elumaja köök asub hoone tagumises osas. Üldjuhul on köögis ka tulekolde koht. Köök võib olla eraldatud peahoonest, asudes väiksemas kõrvalhoones. Kööki võib olla kaks sissepääsu, üks esimeselt korruselt läbi toa ning teine nullkorruselt otse kööki.



Joonis 4.21. Köögi näide Kbal Speani külas.

Tualetiks on kuivkäimla, mis on majast eemal ning tihtipeale mitme majapidamise peale ühine (Joonis 4.22). Kuivkäimlate jäätmed segatakse komposteerimiseta muu orgaanilise massiga, mida seejärel kasutatakse põllumajanduses väetisena.



Joonis 4.22. Välikäimla näide Kbal Speani külas.

Nullkorrusel hoitakse loomi või kuivatatakse riisi, samuti pakub see elanikele päikesekiirguse eest varju (Joonis 4.23). Eluruume nullkorrusel pole. Avatud nullkorrus toimib ka passiivse jahutusena. Madalamal olev külm õhk liigub konvektsiooni teel läbi maja üles, jahutades esimese korruse ruume. Eelduseks on, et põrandalaudade vahel on avad, kust õhk sisse pääseb (Clarke, Reardon 2013).



Joonis 4.23. Nullkorruse kasutuse näide Prey Rosey külas.

Avatäited (joon. 4.24): Elumajadel ei pruugi olla avasid peale ukse ning õhuvahede. Juhul, kui majal on avad, ei pruugi need olla täidetud uste või akendega. Uste ja akende avatäidete asemel kasutatakse enamikul juhtudel luuke, mida vastavalt ilmastikuoludele saab sulgeda või avada.



Joonis 4.24. Avatäidete näited Banteay Meanchey provintsi külades.

Sademevee käitlemine (joon. 4.25): Sademevesi on piirkonna elanikel tähtsal kohal, kuna seda kasutatakse pesemiseks ning toidu valmistamiseks. Sademevesi juhitakse katuselt savist anumasse.



Joonis 4.25. Sademevesi kogutakse savist anumatesse Kbal Speani külas.

Hoone eluiga: Tüüpiline Kambodža sisemaa maapiirkonna elumaja valmib külaelanike ühisel jõul. Hoone eluiga on varieeruv, kuid harva esineb enam kui 100-aastaseid hooneid. Sõltuvalt tormide ohtlikkusest ja ehituskvaliteedist on majade eluiga 5–120 a.

4.2 Hoonete üldine tehniline seisukord

Tugipostid (joon. 4.26; 4.27; 4.28): Tugipostid valmistatakse puidust või betoonist. Kasutatakse ka betooni ja puitu korraga, sel juhul on pool postist betoonist ning teine pool puidust. Üldjuhul pole betoon ning puit omavahel seotud, vaid asetatud üksteise peale, mis lisab üldisele olukorrale ebastabiilsust ning suurendab riski avariiolekorra tekkeks. Tugipostide ning kandvate talade sõlm ei pruugi olla kindlalt ühendatud, mis suurendab ebastabiilsust. Betoon ning puit pole niiskustõkkega omavahel eraldatud, mis võib puitu kahjustada.

Puidust tugipostid on mõnel juhul asetatud pinnasele või pinnasesse, mis soodustab puidu niiskuse suurenemist. Piirkonna ekstreemsete ilmaolude (tuuleilid ning üleujutused) tõttu

on pinnasele asetatud tugipostid üheks peamiseks ohuallikaks avariide tekkimisel. Tugipostide vahel enamasti puuduvad jäikuselemendid. Üldjuhul pole puit kaetud puidukaitsevahendiga, kuid on teada, et kasutusel on olnud looduslikud õlid, mille toorainet saadakse puudest.



Joonis 4.26. Kahjurite kahjustatud tugipostid Kbal Speani külas.



Joonis 4.27. Niiskuskahjustusega tugipost Kbal Speani külas.



Joonis 4.28. Puitposti ja betooni ühendus Kbal Speani külas.

Vundament (joon. 4.29): Pinnasesse ehitatava vundamendi puudumine vähendab oluliselt hoone eluiga ning jätkusuutlikkust. Kuna majad asuvad piirkonnas, kus esinevad mussoonvihmad, mis omakorda tekitvad üleujutusi, siis pinnasele ehitatud monteeritavast betoonist taldmikuga tugipostid osutuvad ebaefektiivseteks. Mitmel juhtul asub vundament muldadel, mis niisketes oludes muutuvad pehmeks ning see mõjutab otseselt hoone stabiilsust. Mõningatel juhtudel ei ole vundamendi taldmik piisavalt sügaval maa sees, savikihi sees või peal, mis võib põhjustada hoone vajumisi ning ebastabiilsust.



Joonis 4.29. Maapinnale asetatud tugiposti kahjustus Kbal Speani külas.

Katus (joon. 4.30): Katusekattematerjalidena kasutusel olevad palmilehtedest õlgkatused, tsinkplekk-katused ning saviplaatkatused on üldiselt rahuldavas seisukorras. Õlgkatuste kiht on mitmel juhul õhuke ning seetõttu kahjustuse korral lekkeline. Tsinkplekk-katuste puhul ei kasutata tihendiga kinnituskruve, mistõttu on ka tsinkplekk-katused lekkelised. Kivikatused on efektiivsed ning ajale vastupidavad, kuid nende paigaldamiseks on tarvis oskustöölist, keda ei pruugi külades leiduda.



Joonis 4.30. Ebaefektiivsete katusekinnitite kasutamine ning katusematerjali kahjustus Kbal Speani külas.

Seinad (joon. 4.31): Nagu hoone enamik detaile, on ka seinad valmistatud kättesaadavatest materjalidest. Üldjuhul pole seinad korrektselt paigaldatud ning eksisteerivad vahed, mis kahjustavad hoone tuule- ja veekindlust. Seintes võivad olla augud, mida ei parandata.



Joonis 4.31. Parandamata ning toestatud sein Chorng Kouki külas.

Aknad ja ukсед (joon. 4.32; 4.33): Akende ja uste puudumine avades võimaldab sademetel kergesti majja sisse pääseda. Aknaavade kattedeks kasutatakse luuke. Akna- ja ukseava võib olla kaetud riidega. Tihti puuduvad akende avad, mis põhjustab hoone halvema ventilatsiooni.



Joonis 4.32. Avakatte puudumine Kbal Speani külas.



Joonis 4.33. Riidega kaetud ava Kbal Speani külas.

Tulekolle (joon. 4.34): Köögis asuv tulekolle on avatud puitdetailidele, seetõttu on hoone süttimise oht. Üldjuhul on toidu valmistamiseks kasutusel savist anumad, mille põhi kaetakse sütega ning peale asetatakse metallist rest või plaat. Savist anuma all on mõningatel juhtudel liivast ning savist valmistatud alus. Puudub korsten või ventilatsioon, mis suitsu hoonest välja juhiks. Enamikul juhtudel on tulekolde lähedal suitsu jaoks ava, mis ei pruugi olla piisav lahendus.



Joonis 4.34. Puitdetailidele avatud tulekolle ning puidu kahjustused Kbal Speani külas.

Sademevee käitlemine (joon. 4.35): Hoonetel ei pruugi olla vihmaveerenne, mis laseb veel valguda hoone ümbrusesse, põhjustades pinnase uhtumist, mõjutades sealjuures tugipostide ja vundamendi stabiilsust. Kasutusel olevad vihmaveerennid on ehitatud kättesaadavatest materjalidest ning ei taga sademevee täielikku eemalejuhtimist või kogumist.



Joonis 4.35. Ebapiisav lahendus vihmavee kogumiseks Kbal Speani külas.

4.3 Tingimused ning ettepanekud remondi- ja renoveerimistöodeks

Tugipostid: Tugipostide väljavahetamiseks tuleb hoone raskus kanda abipostidele, mis paigaldatakse enne tugiposti eemaldamist.

Tugipostide stabiilsuse tagamiseks tuleb betoon ning puit omavahel siduda. Üks võimalus seda teha on kasutada betooniharki, naelutus- või nurgaplaate. Tugipostide sidumine jäikuselementidega suurendab hoone stabiilsust.

Puidust tugipostide pikema säilivuse saab tagada neid puidukaitsevahenditega immutades.

Vundament: Puidust postvundamendi puhul tuleb arvestada, et selle taldmik asuks võimalusel savikihis või- kihil, mitte mulla peal. Puidust postvundamendi immutamine puidukaitsevahenditega tagab selle pikema eluea. Kaeviku tagasitäide tuleb tihendada.

Monteeritud betoonist postvundamendi puhul tuleb samuti arvestada, et selle taldmik asuks võimalusel savikihis või- kihil, mitte mulla peal. Kaeviku tagasitäide tuleb tihendada.

Vaivundament monteeritud betoonist taldmikuga postvundamendi puhul tuleb arvestada, et puidust vaiad ulatuks savikihti, mitte ei piirneks ainult mullakihi. Vaiade efektiivsemaks rammimiseks võib vaiapea katta metallist tugevdusrõngaga, mis takistab vaia pead purunemast. Vaia efektiivsemaks rammimiseks läbi pinnase võib vaia alumise otsa teritada või kasutada metallist kinga. Suurema kandevõime tagamiseks võib kasutada omavahel ühendatud vaiade rühma. Kaeviku tagasitäide tuleb tihendada.

Maapinnale asetatud monteeritud betoonist taldmikuga postvundamendi puhul tuleb taldmik asetada maapinnast sügavamale. Tuleb arvestada, et posti taldmik asuks võimalusel savikihis või- kihil, mitte mulla peal. Kaeviku tagasitäide tuleb tihendada.

Lintvundamendi puhul tuleb arvestada, et selle taldmik asuks võimalusel savikihis või- kihil, mitte mulla peal. Kaeviku tagasitäide tuleb tihendada. Vundament peab olema seotud tugipostiga.

Katus: Palmilehtedest õlgkatuse puhul tuleb arvestada, et see on valmistatud mitmest kihist, kuna piirkonna ilmastikuolude tõttu ei pruugi piisata ühest kihist. Tsinkplekkkatuste puhul tuleb kasutada tihendiga kruve või naelu, mis hoiavad ära lekkimise kruvi aukudest. Tihendid võib valmistada kättesaadavast kummimaterjalist.

Katuse avariilukorra puhul tuleb purunenud detail asendada materjaliga, millest katus on tehtud. Katusekatte paigaldamisel tuleb jälgida ülekatete olemasolu. Katuse tüüpidel, kus moodustub katusehari, peab olema harjalaud.

Seinad: Seinte puhul peab veenduma, et detailide vahed ei mõjutaks hoone veekindlust. Seinade ülemise serva ning katuse vahel peab säilima kuni 10 cm õhuvähe.

Aknad ja uksed: Hoone avad peavad olema vihmasaju korral kaetud. Sobivaks avatäiteks on puidust katted, mis ei lase sademetel, loomadelt ning putukatelt elumajja pääseda. Hoone paremaks ventileerimiseks tuleb tagada aknaavade olemasolu. Hoone sissepääsu ees peab olema uks.

Tulekolle: Tulekolde asukoht võib jääda endiseks. Tulekolle, mis üldjuhul tehakse savist anumasse, tuleb eraldada puitdetailidest. Selleks võib olla savist või kipsist alus, samuti tuleb tähelepanu pöörata seintele, mis asuvad tulekolde läheduses. Seinade ja tulekolde

vahele tuleb paigutada plekk. Suitsu väljajuhtimiseks peab säilima ava tulekolde kõrval. Võimalusel paigaldada metallist korstnaga kinnine tulekolle.

Sademevee käitlemine: Sademevee hoonest eemalejuhtimiseks tuleb kasutada korrektset vihmaveerenni, mille valmistamiseks võib kasutada ka bambuspuitu. Sademevesi peab olema juhitud võimalikult kaugemale hoone tugipostidest ning vundamendist. Võimalusel peab koguma sademevee savist anumatesse.

Traditsiooniliste detailide säilitamine: Traditsiooniliseks võib pidada hoone tugipostidele ehituse viisi, hoone puidust konstruktsioone ja sõlmi, vundamentide lahendusi, majade pindala, korruste arvu, ruumide paigutust ning otstarvet, köögi tulekolde kohta, sadevee kogumise nõusid, kõrvalhoone olemasolu ning tualeti eraldust hoonest. Kuna majad Banteay Meanchey provintsi maapiirkonnas on üldjuhul ehitatud kättesaadavatest materjalidest, siis traditsioonilisi detaile praeguste ehitusmaterjalide puhul pole või need on lühiajalised. Traditsiooniks võib pidada ka looduslike ehitusmaterjalide kasutamist, mis on tänapäeval jäänud tagaplaanile, kuna mittelooduslikud imporditud materjalid ei vaja käsitöö oskuseid ning võivad teatud olukordades olla veekindlamad ning pikema elueaga.

Magistritöö autor on seisukohal, et loodav Kambodža Kuningriigi ehitusseaduse osa, mis puudutab maapiirkonna hoonete ehitust, peab käsitlema järgmisi punkte:

1. **Eksperdid ja järelevalve:** Kuna Banteay Meanchey provintsi elanike ehitusoskus pole piisav, peab riik tagama, et igas provintsis oleksid ehitatavate hoonete ning ehituslubade eest vastutavad ehituseksperdid.
2. **Hoone üldandmed:** Üldandmed annavad ülevaate hoonest, mis võimaldavad piirkonna ehituse eest vastutavatel isikutel teha enne ehituse algust märkusi, väljastada ehitusluba ning hoone valmimisel kanda see ehitusregistrisse.
3. **Õppematerjalid ning standardid:** Kuna Banteay Meanchey provintsi elanike ehitusoskus pole piisav, peab riik välja töötama geograafiliste ja geoloogiliste andmete põhjal vastavad standardid ning ehituslikud õppematerjalid, mida elanikud saavad hoone rajamisel kasutada.
4. **Tuleohutus:** Kuna Banteay Meanchey provintsi maapiirkonna hoonetel esineb tulekahjustusi, peab tähelepanu pöörama tuleohutusele. Tuleohutuse punkt peab käsitlema hoonetevahelist kaugust ning looma reeglid tulekollele hoones ning selle ümbruses.

5. **Sademevee käitlemine:** Kuna Banteay Meanchey provintsi maapiirkonna hoonetel esineb kahjustusi, mis on seotud sademeveega, tuleb arevesse võtta sademevee käitlust. Sademevee käitlemise all tuleb määrata selle kasutuse ning eemalejuhtimise viise. Käsitleda tuleb sademevee eemalejuhtimist nii hoonest kui ka küladest.
6. **Tööohutus:** Tööohutuse reeglid peavad käsitlema ehitamise turvalisust.
7. **Sanitaaringimused:** Kuna Banteay Meanchey provintsi maapiirkonnas puudub joogivesi, peab riik tagama kaevude olemasolu külades. Samuti tuleb tähelepanu pöörata (väli)käimlate ehitamisele.
8. **Jäätmekäitlus:** Kuna jäätmekäitlus on Banteay Meanchey provintsis probleem, peab riik tagama lagunemata jäätmete äraveo. Ükskõik millisel kujul jäätmed tuleb käidelda. Orgaanilistest jäätmetest saab väetist põllukultuuride kasvatamiseks.
9. **Hoone konstruktsioonid:** Kuna Banteay Meanchey provintsi maapiirkonna elanikel pole piisavalt raha, et nad saaksid palgata inseneri ja arhitekti, peab riik välja töötama maapiirkonna elumajade tüüplahendused, mis on konstruktiivselt ning arhitektuurselt läbi mõeldud. See võimaldab inimestel ehitada jätkusuutlikke hooneid ning sealjuures ehituseksperptide arvelt kulusid kokku hoida.
10. **Hoone materjalide valik:** Riigi väljatöötatud maapiirkonna elumajade tüüplahendused peavad ära kasutama võimalikult palju looduslikke materjale, mis aitab ehituskulusid vähendada.

5. Kohalike looduslike ehitusmaterjalide kasutamine

5.1 Looduslike materjalide kasutusvõimalused

Loodusest kättesaadavatest materjalidest on võimalik ehitada detaile ning sellega hoone kogumaksumust vähendada. Looduslikest materjalidest on Kambodža sisemaa maapiirkonnas peamiselt kasutusel erinevat liiki puit ning puu lehed. Kasutusel on nii töötlemata puit kui ka saematerjal. Seinakattematerjalid kinnitatakse elumaja konstruktsioonide külge. Katusekattematerjalid kinnitatakse katusekonstruktsioonide külge. Looduslikud materjalid on lühema elueaga kui mittelooduslikud materjalid, kuid on kergesti parandatavad ning Kambodža sisemaa maapiirkonnas hästi kättesaadavad.

Kasutusvaldkond: Puitu kasutatakse hoone konstruktsioonide, seinte, põrandate, piirete, avatäidete ning tugipostide ehitamisel. Palmilehtedest ning bambusest valmistatakse matte ja punutisi, mida kasutatakse välis- ning siseseine materjalidena. Palmilehti kasutatakse ka katusekattematerjalina.

Palmilehtedest detailid:



Joonis 5.1. Punutis palmilehtedest katusekattematerjalina (Foto: Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Rural_Khmer_house#/media/File:Cambo_576.jpg).



Joonis 5.2. Punutis palmilehtedest katusekattematerjalina (Foto: Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Rural_Khmer_house#/media/File:Cambo_571.jpg).



Joonis 5.3. Palmilehtede kasutus katusematerjalina.

Palmilehtedest ja bambusest detailid:



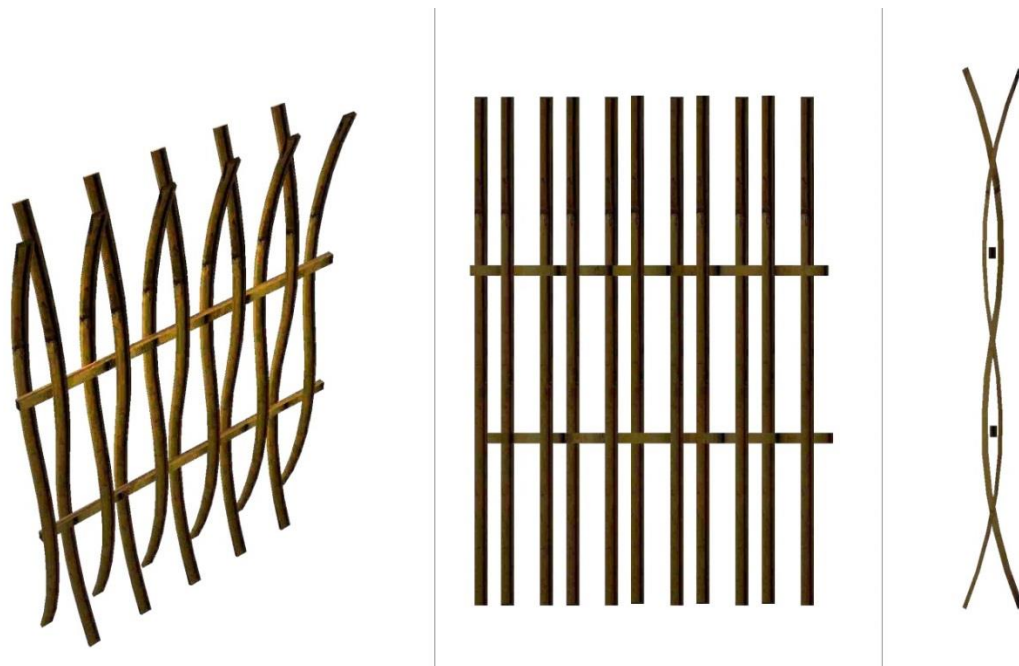
Joonis 5.4. Palmilehtede ja bambuse kasutus seinamaterjalina Chorng Kouki külas.



Joonis 5.6. Palmilehtede ja bambuse kasutus seinamaterjalina (Foto: Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Rural_Khmer_house#/media/File:Cambo_574.JPG).

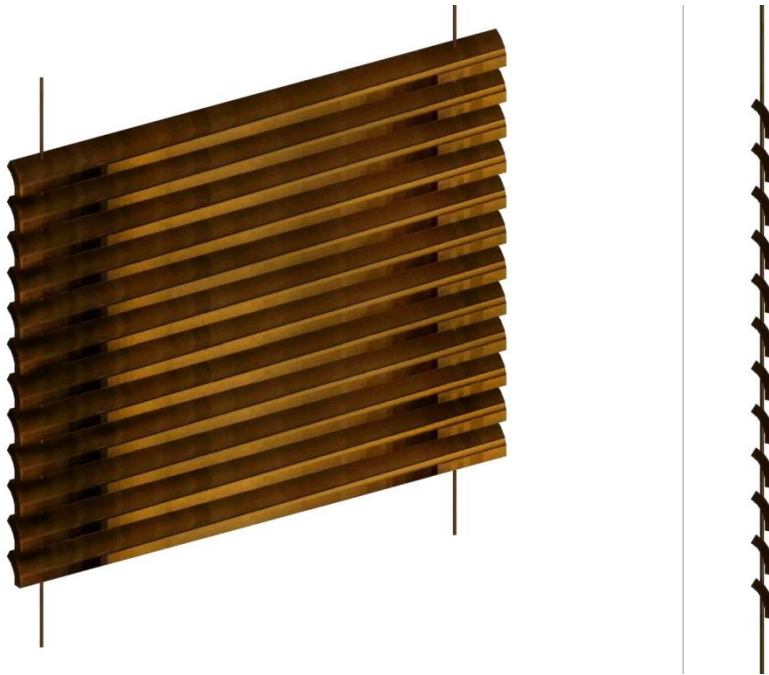
5.2 Näited bambuse kasutusvõimalustest

1. **Põimitud bambus (joon. 5.7):** Põimitud bambust saab peamiselt kasutada välisseina-, vaheseina- ning piirdematerjalina. Horisontaalsete bambuslaastude tihedus võib varieeruda vastavalt vajadustele. Valmistamiseks on vaja värsket bambuspuitu, saagi, nuga, haamrit ning 15–30 mm naelu. Naelad, mida kasutatakse liistude kinnitamiseks ristiliistudega, võib asendada köie või nõõriga.



Joonis 5.7. Põimitud bambuslaastud.

2. **Bambusest ribikardin (joon. 5.8):** Bambusest ribikardinat saab kasutada avade katmiseks. Samuti sobib see vaheseinteks ruumide eraldamisel. Valmistamiseks on vaja bambuspuitu, saagi, nuga, puuri või naasklit avade tekitamiseks ning nõõri või köit bambusliistude ühendamiseks. Liistud saab köiele sõlmi tekitades üksteisest eraldada.



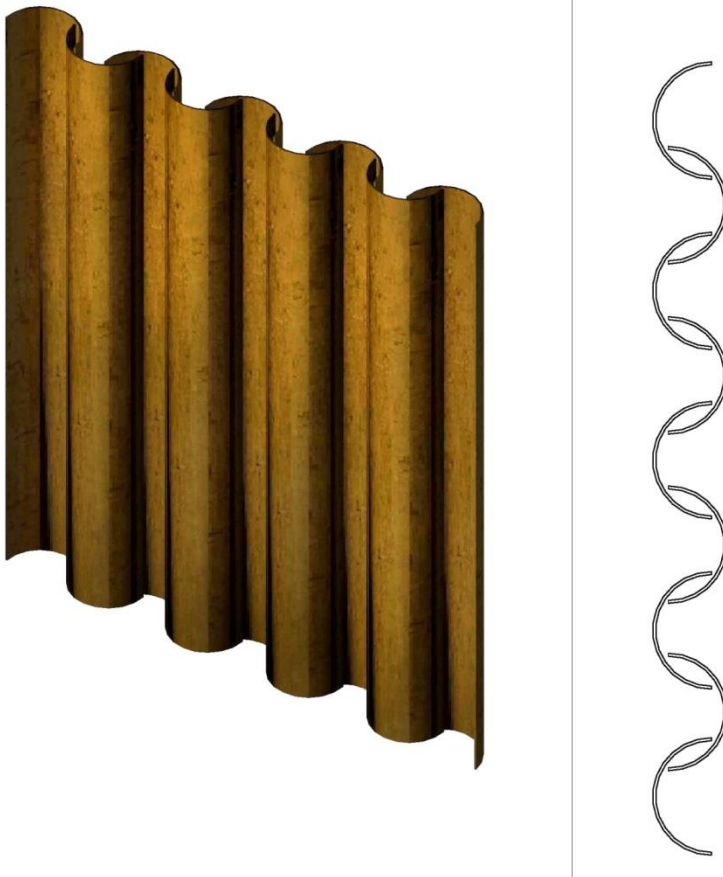
Joonis 5.8. Bambusliistudest ribikardin.

- 3. Bambuspuidu ja nailoni lahendus (joon. 5.9):** Seda lahendust saab kasutada eelkõige seinamaterjalina. Valmistamiseks on vaja bambuspuitu, saagi, nuga ning nailonit. Postide kinnitamiseks on tarvis paigaldada horisontaalsed liistud. Liistude kinnitamiseks on tarvis naelu vastavalt liistu paksusele. Naelad tuleb kinnitada ilma nailonit kahjustamata. Nailon paigaldatakse postide vahele (Mok 2013).



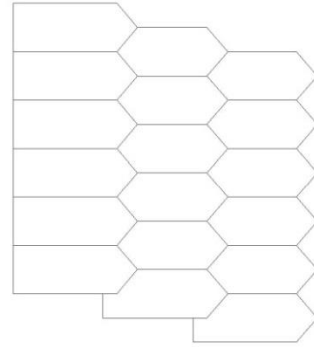
Joonis 5.9. Bambuse ja nailoni lahendus.

4. Poolitatud bambuse lahendus (joon. 5.10): Poolitatud bambust saab kasutada katuse-, vaheseina- ja välisseinamaterjalina. Valmistamiseks on vaja bambuspuitu, 20–40 mm naelu, nuga ning saagi. Bambuspuit saetakse pikikiudu pooleks ja mõlemad pooled paigutatakse vastamisi nii, et servad asetseks silindri keskel. Bambuse kinnitamiseks kasutatakse horisontaalliistu, mis kinnitatakse naeltega (Mok 2013).



Joonis 5.10. Poolitatud bambuse lahendus.

5. Bambuslaastud (joon. 5.11): Bambuslaastusid saab kasutada katusekatte- ja välisseinamaterjalina. Valmistamiseks on vaja bambuspuitu, nuga, saagi ning 40 mm naelu. Laastud asetatakse katuse roovitusele, alustades kõige alumisest reast. Iga laastu paigaldamisel peab tekkima ülekate kõrvaloleva laastuga. Ülemine rida peab katma vähemalt 1/3 alumisest reast. Laastude omavaheliseks ning roovitusele kinnitamiseks kasutatakse naelu.



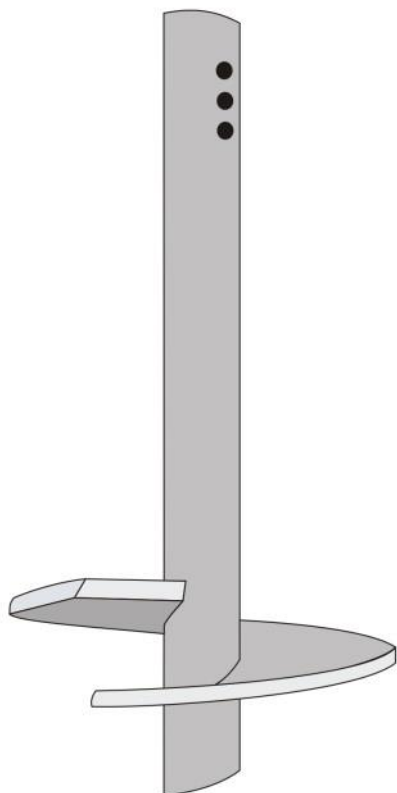
Joonis 5.11. Bambusplaadid katusekattematerjalina.

6. Kruvivaiad

6.1 Kruvivaiade kirjeldus

Lisaks seni kasutuses olevatele vaiadele on siinkohal lisatud piirkonna tarvis uude lahendusena kruvivaiad (Joonis 6.1). Kruvivaiu valmistatakse mitmes eri mõõdus ja varustatakse ehitise või rajatise külge ühendamiseks erinevate liidetega. Vai moodustub koonusega lõppevast terastorust, mille otsas on keermekujuline laba (OÜ Vaivundament). Vaiad projekteeritakse sellise kujuga, et pinnasesse keeratuna tihendavad need ümbritsevat pinnast. Vastavalt kruvivaiade suurusele kasutatakse paigaldamiseks spetsiaalseid ehitusmasinaid või keeratakse kruvivai käsitsi kangi abil maasse (TM Kodu & Ehitus nr 4, 2009: 45–46).

Ajaloolistel ja ühiskondlikel põhjustel pole Kambodža Kuningriigi geotehnilist profiili terviklikult kaardistatud. Kruvivaiade kasutamist Kambodža pinnases on soovitanud kohalike oludega tutvunud geotehnika ekspert Mait Mets. Kruvivaiad võimaldavad lihtsa meetodiga rajada vundamenti savipinnasesse.



Joonis 6.1. Kruvivai.

Tabel 6.1. Enimkasutatavad kruvivaiade mõõtmed (Tabel: OÜ Vaivundament

<http://www.vaivundament.ee/uploads/Kruvivaiad.pdf>).

Enimkasutatavad mõõtmed	
Tüvi	Keermelaba
60 x 3 mm	150 mm
76 x 6 mm	250 mm
108 x 6 mm	400 mm
Pikkused alates 0,9 m kuni vastavalt vajadusele	

6.2 Kruvivaiade kandevõime ja vajumi näidisarvutused vastavalt kohalikele pinnastele

Kruvivaiade näidisarvutuste tegemiseks võetakse aluseks kolm Kambodža Kuningriigis esinevat pinnasetüüpi:

- a) alluviaalsetted ja liivad (Tabel 1.3)
- b) möllid ja savid, nõrgad möllsavid (Tabel 1.4)
- c) pleistotseeni möllsavid (Tabel 1.5)

Järgnevates näidisarvutustes leitakse kindlate mõõtmetega kruvivundamendi kandevõime ning vajum kolmes erinevas pinnases. Vastavalt pinnase karakteristikutele leitakse kruvivundamendi kandevõime dreenitud või dreenimata tingimuste järgi.

Valitud vaia andmed:

Toru diameeter:	114 mm,
Toru seina läbimõõt:	6 mm,
Kruvivaia laba diameeter:	400 mm,
Kruvivaia paigaldamissügavus:	1,5 m.

Kruvivaia kandevõime arvutamisel on kasutatud Tiit Masso Ehituskonstruktori käsiraamatut (2010).

Kandevõime R_d (kN) dreanimata tingimustes leitakse valemiga:

$$R_d = A'[(2 + \pi)c_u s_c i_c b_c + q']/\gamma_R \quad (1)$$

Kandevõime dreenitud tingimustes on leitav valemiga:

$$R_d = A'(0,5\gamma B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma + q' N_q s_q i_q b_q + c' s_c i_c b_c)/\gamma_R \quad (2)$$

kus

A' – vundamendi talla arvutuslik (efektiivne) pindala, $A' = L'B'$

$$L' – \text{talla arvutus pikkus, (m); } L' = L - 2e_L \quad (3)$$

$$B' – \text{talla arvutus laius, (m); } B' = B - 2e_B \quad (4)$$

L – talla tegelik pikkus (m);

B – talla tegelik laius, (m);

e_L ja e_B – vertikaaljõu ekstsentrilisus vastavalt talla pikema ja lühema külje suunas

d – talla süvis planeeritavast maapinnast või keldri põrandast (väiksem neist), (m);

Pinnase omadused:

γ' – tallast allapoole jääva pinnase efektiivmahukaal (keskmine talla laius sügavuseni), (kN/m³);

γ'_1 – tallast ülespoole jääva pinnase keskmine efektiivmahukaal, (kN/m³);

φ' – efektiiv-sisehõõrdenurk

c_u – dreanimata nihketugevus, (kPa);

$$q' – \text{pinnase omakaalust tingitud efektiivpinge talla tasandis, (kN/m}^2\text{); } q' = d\gamma'_1 \quad (5)$$

Pinnase kandevõime tegurid leitakse valemitega:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}) \quad (6)$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1)\tan\varphi' \quad (7)$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi' \quad (8)$$

Kandevõime tegurite väärtused sõltuvalt sisehõõrdenurgast on toodud tabelis 9.19. (Masso 2010: 229)

Talla kuju arvestavad tegurid dreanimata tingimustes leitakse valemiga:

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B'}{L'} \quad (9)$$

Horisontaaljõust H tingitud resultantjõu kallet arvestavad tegurid dreanimata tingimustes leitakse valemiga:

$$i_c = 0,5(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A'c_u}}) \quad (10)$$

Horisontaaljõust H tingitud resultantjõu kallet arvestavad tegurid dreenitud tingimustes leitakse valemiga:

$$i_q = (1 - \frac{H}{V+A'c'\cot\varphi'})^m \quad (11)$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{H}{V+A'c'\cot\varphi'})^{m+1} \quad (12)$$

$$i_c = \frac{i_q N_q - 1}{N_q - 1} \quad (13)$$

Horisontaaljõu mõjumisel pikema külje suunas $m = m_L$ ja lühema külje suunas $m = m_B$

$$m_L = \frac{2+L'/B'}{1+L'/B'}; m_B = \frac{2+B'/L'}{1+B'/L'} \quad (14);(15)$$

Kui jõud mõjub üheaegselt mõlema külje suunas, arvutatakse astmenäitaja valemiga

$$m = m_L \cos^2\theta + m_B \sin^2\theta \quad (16)$$

θ on nurk resultantjõu ja pikema külje vahel (joonis 9.11) (Masso 2010: 229)

Talla kallet arvestavad tegurid:

dreanimata tingimustes:

$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi+2} \quad (17)$$

dreenitud tingimustes:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \varphi')^2 \quad (18)$$

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \varphi'} \quad (19)$$

α – talla kaldenurk horisontaalist (radiaanides)

γ_R – kandevõime osavarutegur, mille väärtused jaotusvundamentide jaoks olenevalt arvutusvariandist on esitatud tabelis 9.20 (Masso 2010: 230).

Kruvivaia vajum

Vundamendi vajumi arvutus

Vundamendi vajumi arvutamiseks võib kasutada elastsusteooria valemeid või summeerimismeetodeid.

Elastsusteooria valemid:

Elastse isotroopse poolruumi eeldusel tuletatud valem:

$$s = \frac{(1 - \nu^2) q_t B f}{E'} \quad (20)$$

kus

ν - pinnase Poissoni tegur (kruusal 0,27; liival ja möllil 0,30; pehmel savil 0,2; kõval savil 0,4)

q_t – kasutuspiiriseisundile vastav ühtlaselt jaotatud tihendav surve talla all, (kN/m²);

$$q_t = q - d \gamma'_d \quad (21)$$

q – keskmine kogusurve vundamendi talla all, arvestades ka vee üleslükke mõju, (kN/m²);

d – vundamendi süvis, (m)

γ'_d – pinnase efektiivmahukaal d ulatuses, (kN/m³);

B – talla laius, (m);

E' – deformatsioonimoodul dreenuitud tingimustes, (MPa);

f – tegur, mille väärtus sõltub vundamendi kujust, jäikusest ja punktist, mille all vajumit arvutatakse. f väärtused on toodud tabelis 9.22 (Masso 2010: 233).

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi alluviaalsetted ja liiva puhul

Pinnase andmed:

$$\gamma = 17,65 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$N_\gamma = 20,09$$

$$N_q = 18,40$$

$$N_c = 30,14$$

$$E = 10 - 20 \text{ MPa}$$

Arvutatakse kruvivaia talla pindala:

$$A = \pi r^2$$

$$d = 0,4 \text{ m}$$

$$r = 0,2 \text{ m}$$

$$A = \pi * 0,2^2 = 0,125 \text{ m}^2$$

Pinnase mahukaal on leitud valemiga: $\gamma' = \gamma - g$

$$\gamma' = 17,65 - 9,81 = 7,84 \text{ kN/m}^3$$

Pinnase omakaalust tingitud efektiivpinge talla tasandis on leitud valemiga (5)

$$q' = 1,5 * 7,84 = 11,76 \text{ kN/m}^2$$

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi alluviaalsetted ja liiva puhul on leitud valemiga (2)

$$R_d = 0,125(0,5 * 7,84 * 0,4 * 20,09 * 0,7 + 11,76 * 18,4 * 1,5)/1,5 = 28,8 \text{ kN}$$

Kruvivaia vajum pinnasetüübi alluviaalsetted ja liiva puhul

Keskmine kogusurve vundamendi talla all, arvestades ka vee üleslükke mõju, on leitud vastavalt valemile $q = \frac{R_d}{A}$

$$q = \frac{28,8}{0,125} = 230,4 \text{ kN/m}^2$$

Kasutuspiirseisundile vastav ühtlaselt jaotatud tihendav surve talla all on leitud vastavalt valemile (21)

$$q_t = 230,4 - 1,5 * 7,84 = 218,6 \text{ kN/m}^2$$

Vundamendi vajum pinnasetüübi alluviaalsetted ja liiva puhul on leitud vastavalt valemile (20)

$$s = \frac{(1 - 0,3^2) * 218,6 * 0,4 * 0,79}{10 * 10^3} = 0,0063 \text{ m} \rightarrow 6,3 \text{ mm}$$

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi möllid ja savid, nõrgad möllsavide puhul

Pinnase andmed:

$$\gamma = 16,67 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 30 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 0^\circ$$

$$E = 38 \text{ MPa}$$

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi möllid ja savid, nõrkade möllsavide puhul on leitud vastavalt valemile (1)

$$R_d = 0,125[(2 + \pi) * 30 * 1,2 + 11,76]/1,5 = 16,4 \text{ kN}$$

Kruvivaia vajum pinnasetüübi möllid ja savid, nõrgad möllsavide puhul

Keskmine kogusurve vundamendi talla all, arvestades ka vee üleslükke mõju on leitud

vastavalt valemile $q = \frac{R_d}{A}$

$$q = \frac{16,4}{0,125} = 131,2 \text{ kN/m}^2$$

Kasutuspiiriseisundile vastav ühtlaselt jaotatud tihendav surve talla all on leitud vastavalt valemile (21)

$$q_t = 131,2 - 1,5 * 7,84 = 119,4 \text{ kN/m}^2$$

Vundamendi vajum pinnasetüübi möllid ja savid, nõrkade möllsavide puhul on leitud vastavalt valemile (20)

$$s = \frac{(1 - 0,3^2) * 119,4 * 0,4 * 0,79}{38 * 10^3} = 0,0009 \text{ m} \rightarrow 0,9 \text{ mm}$$

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi pleistotseeni möllsavide puhul

Pinnase andmed:

$$\gamma = 18,6 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 65 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 0^\circ$$

$$E = 8 \text{ MPa}$$

Kruvivaia kandevõime pinnasetüübi pleistotseeni möllsavide puhul on leitud valemiga (1)

$$R_d = 0,125[(2 + \pi) * 65 * 1,2 + 11,76]/1,5 = 34,4 \text{ kN}$$

Kruvivaia vajum pleistotseeni möllsavid pinnasetüübi puhul

Keskmine kogusurve vundamendi talla all, arvestades ka vee üleslükke mõju on leitud

valemiga $q = \frac{R_d}{A}$

$$q = \frac{34,4}{0,125} = 275,2 \text{ kN/m}^2$$

Kasutuspiiriseisundile vastav ühtlaselt jaotatud tihendav surve talla all on leitud valemiga (21)

$$q_t = 275,2 - 1,5 * 7,84 = 263,4 \text{ kN/m}^2$$

Vundamendi vajum pinnasetüübi pleistotseeni möllsaside puhul on leitud valemiga (21)

$$s = \frac{(1 - 0,3^2) * 263,4 * 0,4 * 0,79}{8 * 10^3} = 0,0095 \text{ m} \rightarrow 9,5 \text{ mm}$$

7. Ehituslike tööde juhend

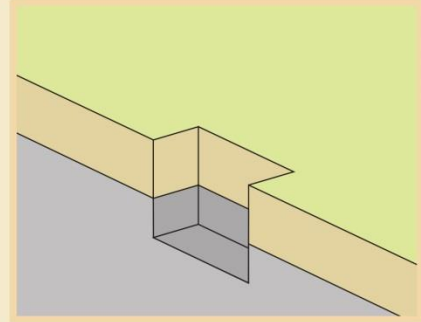
SOOVITUSED EHITUSTÖÖDEKS

RECOMMENDATION FOR
CONSTRUCTION WORK

VUNDAMENT / FOUNDATION

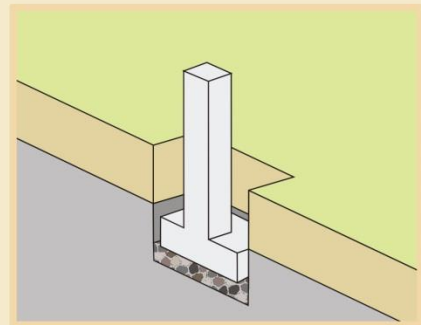
Vundamendi kaevik tuleb rajada savikihini. Võimaluse korral tuleb kaevik rajada savikihi sisse.

Foundation trench has to be excavated as deep as the ground layer of clay. If possible the foundation trench has to reach inside of the ground layer of clay.



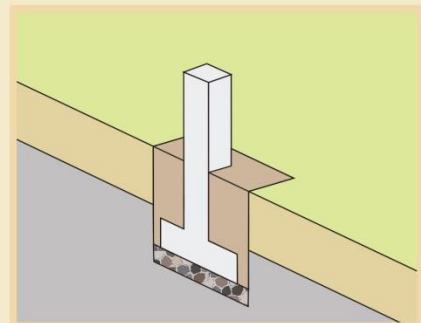
Kaeviku põhi tuleb täita kuni 20 cm killustikukihiga. Seejärel tuleb rajada vundament. Soovituslik on betoonvundament, et tagada konstruktiivne jäikus ja vastupidavus.

Foundation trench has to be filled with up to 20 cm layer of gravel. After filling the trench with gravel foundation can be constructed. Concrete foundation is recommended for structural stability and durability.



Kui vundament on saavutanud piisava tugevuse, tuleb kaevik täita pinnasega maapinnani. Pinnas tuleb tihendada.

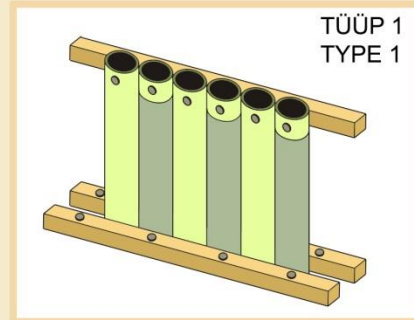
When foundation is finished trench has to be filled with soil up to ground level. After filling the trench soil has to be compressed.



SEIN / WALL

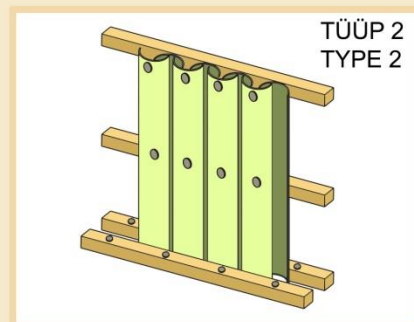
Ümber bambuslattide paigaldada joonisel näidatud viisil nailonkangas. Bambuslatid fikseerida jäikuse tagamiseks horisontaalse puidust latiga, kinnitada naeltega ilma nailonkangast kahjustamata.

Install nylon fabric between bamboo cane poles like shown on figure. Bamboo cane poles need to be fixed with horizontal timber lath for stability using nails. In the installation process nylon fabric cannot be damaged.



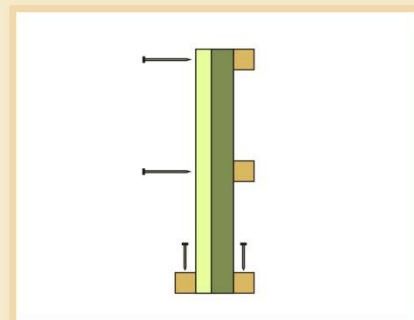
Bambuslatid lõigata pikikiudu pooleks ning paigaldada pooled ülekattega vastamisi.

Bamboo cane poles are cut along fiber into two halves and placed opposing one another like shown on the figure.



Mõlema seinatüübi puhul paigutada bambuslati alumine äär kahe puitelemendi vahele. Element kinnitada naeltega. Bambusseina keskele ja ülemisse ossa kinnitada naeltega stabiilsuse tagamiseks puitelement.

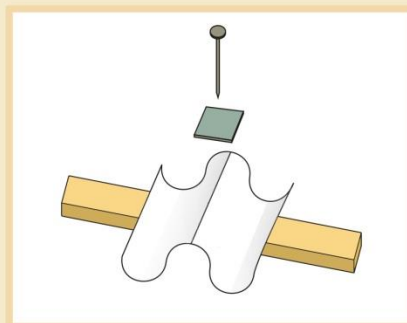
Timber elements are fixed with nails to the middle and top part of the bamboo wall for stability.



KATUS / ROOF

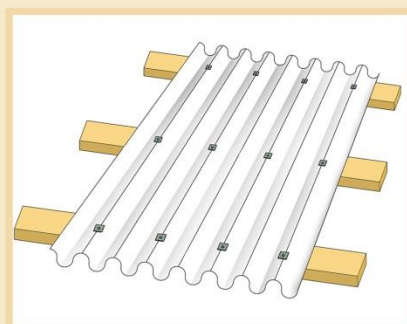
Plekk-katus kinnitada roovi külge naela või kruviga, millel on kummist tihend või bituumenseib.

Install tin roof to rafting with sealed nails or screws. Use rubber material to make seals.



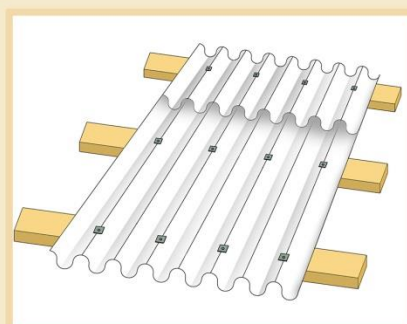
Plekk-katus peaks olema kruvide või naeltega kinnitatud ja ühtlaste vahedega. Plekk-katus peab olema võimalikult heleda värvusega, peegeldades päikesekiirgust.

Tin roof has to be fixed with nails or screws that have equal distance between them. The colour of the roof has to be light to reflect heat.



Plekk-katuse plaadid peab paigaldama ülekattega niimoodi, et vesi plaatide vahele ei jookseks.

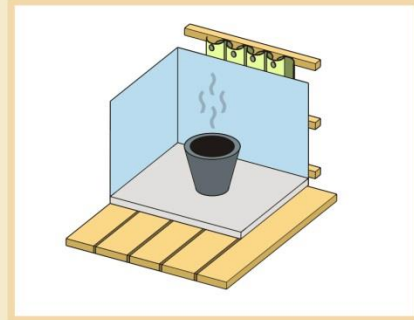
Overlap tin roof sheets when installing to prevent rainwater from penetrating the building envelope.



TULEKOLLE / FIRE PLACE

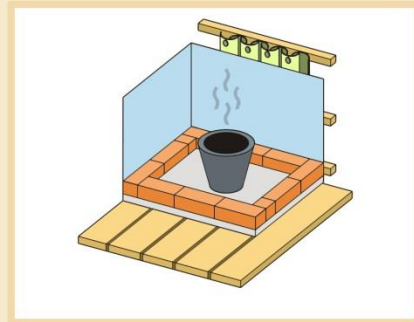
Tulekolle eraldada 1,5 m x 1,5 m kips- või betoonplaadiga põrandast. Bambusest seinad katta plekiga. Tulekolle paigutada akna äärde.

Separate fire place with 1,5 m x 1,5 m plaster or concrete sheets from floors. Cover bamboo walls with tin sheets. Fire place has to be next to window.



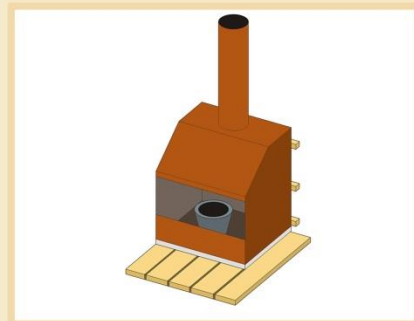
Võimaluse korral asetada kips- või betoonplaadile tellistest ääris.

If possible then add brick border on top of plaster or concrete sheets.



Võimalusel paigaldada metallist korstnaga kinnine tulekolle. Korsten peab ulatuma hoonest välja.

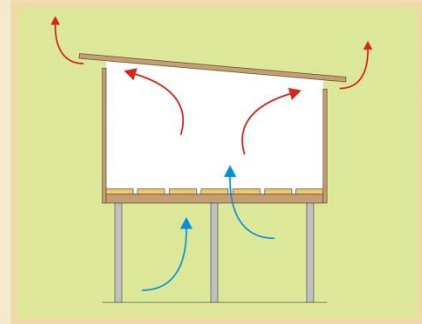
If possible closed metal fire place has to be installed. Chimney has to reach out of the building.



PASSIIVNE JAHUTUS / PASSIVE COOLING

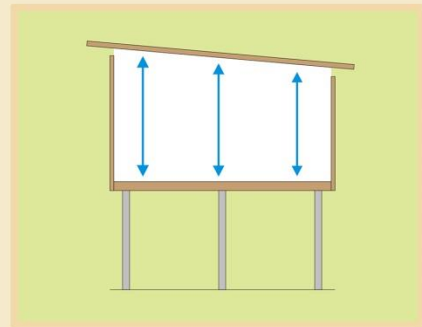
Põrandalaudade vahele jätta kuni 1 cm õhutusvahe. Katuse ja seinte ülemise serva vahele jätta kuni 10 cm ava. Õhk pääseb majja põrandalaudade vahelt ning väljub räästaalustest avadest.

Between floorboards are gaps up to 1 cm. Between roof and the top edge of bamboo wall there is a gap up to 10 cm. Cool air gets in through the gaps between the floorboards and moves out from the gaps between roof and wall.



Hoone ruumid rajada võimalikult kõrged, tagades õhu parema liikuvuse.

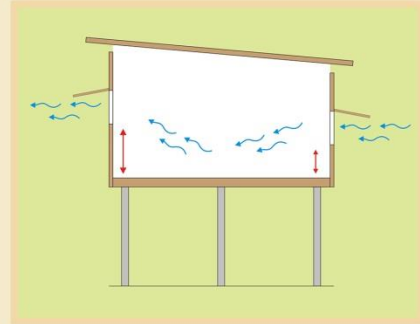
The walls of the house are high as possible for better air flow.



PASSIIVNE JAHUTUS (AKNAD) / PASSIVE COOLING (WINDOWS)

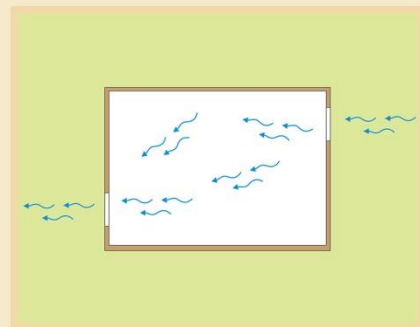
Maja peab olema orienteeritud vastavalt tuulte suunale. Avad peavad olema paigutatud vastasseintesse, et tagada tõmbetuul. Aknad paigutada erinevatele kõrgustele, tagamaks ruumis parem õhutus.

The house is orientated according to wind direction. Openings are placed opposing walls and on different heights to provide cross-ventilation.



Aknad paigutada diagonaalselt, tagamaks parem õhutus kogu hoones.

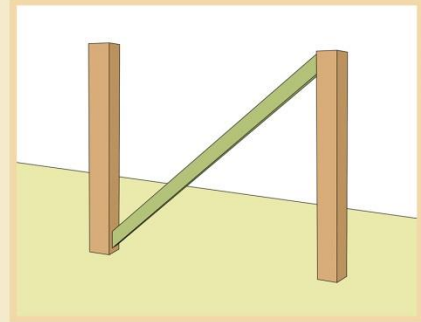
Windows are placed diagonally for better airflow.



KONSTRUKTSIOONIELEMENID / CONSTRUCTIONAL ELEMENTS

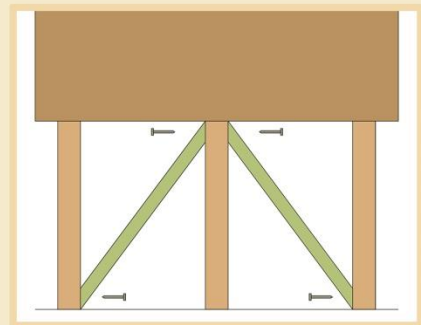
Postide vahele paigutada diagonaalid hoone stabiilsuse tagamiseks.

Between columns diagonal elements are placed for stability.



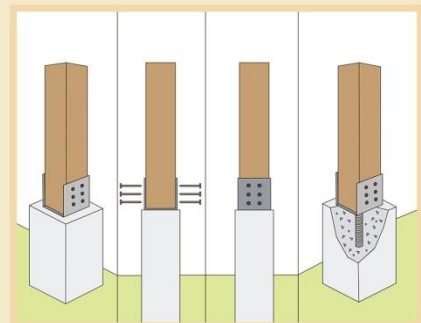
Diagonaalid kinnitada tugipostide külge kruvide või naeltega. Diagonaalid peavad olema hoone kõigil külgedel.

Diagonal elements are fixed to columns with nails or screws. Diagonal elements have to be placed on each side of the building.



Puidust post ankurdatakse vundamendi külge betoonihargiga.

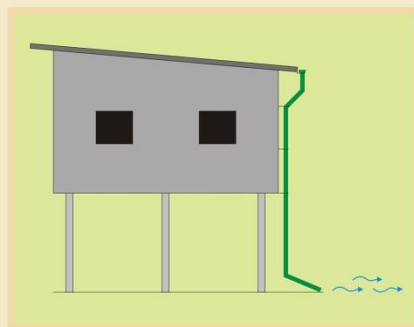
Wooden column is anchored to concrete foundation by steel post base.



SADEMEVESI / RAIN WATER

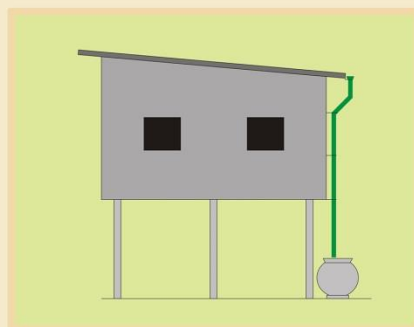
Sademevesi peab olema juhitud vundamendist ning tugipostidest eemale.

Rain water has to be verted away from the foundation and columns.



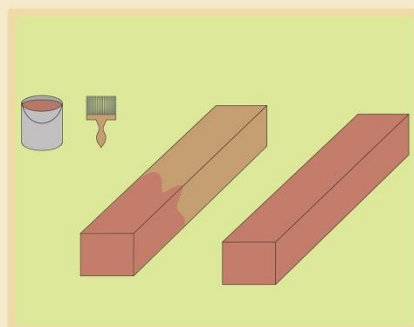
Võimaluse korral peab sademevesi olema juhitud kogumistünni.

If possible direct rainwater to barrels.



Puit tuleb katta puidukaitsevahendiga või värviga tagamaks puidu pikema eluea.

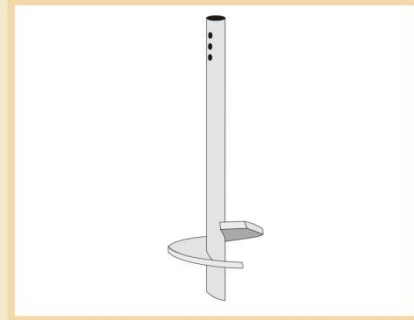
Wood has to be covered with paint or wood moisture barrier to make wood last longer.



KRUVIVAI / HELICAL PILE

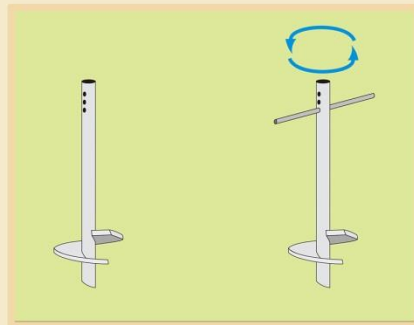
Kruvivai on üks võimalik lahendus hoone vundamendiks. Kruvivaia pikkuses sõltub pinnasest.

Helical pile is one of the options for foundation. The length of the pile depends on ground and construction.



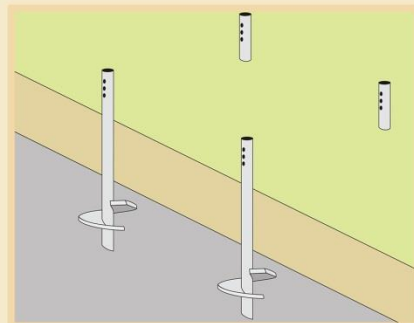
Kruvivai keeratakse pinnasesse lati abil. Kui see pole pinnase puhul võimalik, tuleb kasutada spetsiaalset ehitusmasinat.

Helical pile is screwed into the ground with metal bar. If it is not possible due to ground conditions, special machine has to be used.



Kruvivai peab ulatuma savikihti, mis tagab parema kandevõime.

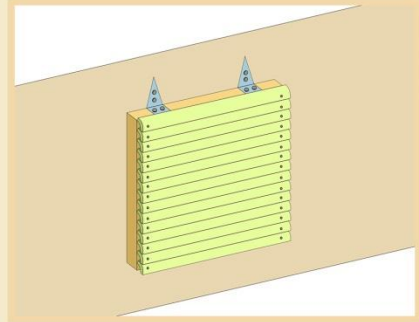
Helical pile has to reach the layer of clay for better load capacity.



AKNAKATTED / WINDOW BLINDS

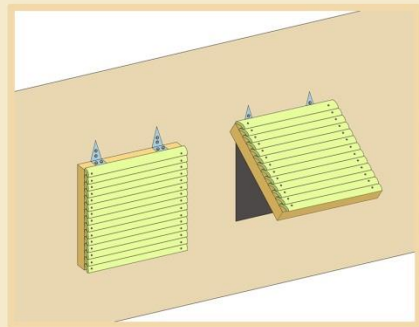
Puidust raami ning bambusliistudega kaetud aknakate kaitseb sademete ja liigse päikesekiirguse eest.

Window blinds with wooden frame and bamboo splits protect from rainwater and excessive sun radiation.



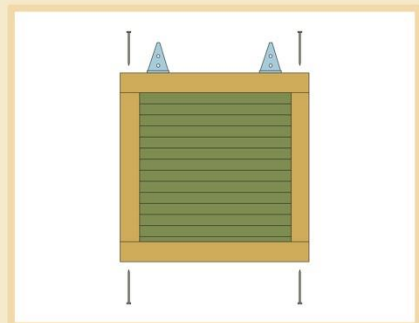
Vajadusel saab aknakatet avada.

Window blinds can be opened for better airflow.



Aknakate on kinnitatud seina külge hingedega, mis on kinnitatud naelte või kruvidega. Puitraami ehitamiseks kasutatakse naelu või kruve.

Window blinds are connected to the wall with hinges and fixed with nails or screws. Use nails or screws to build wooden frame.



KOKKUVÕTE

Magistritöö tulemusena anti ülevaade elamuehitusest, kirjeldati hoonete üldist seisukorda, pakuti välja lahendusi hoonete jätkusuutlikkusele, tehti kindlat tüüpi kruvivaia kandevõime ning vajumi arvutused Kambodža pinnasetüüpides ning koostati juhend hoone renoveerimiseks ning ehituseks Kambodža Kuningriigi sisemaa maapiirkonnas. Käsiraamatu koostamiseks võeti aluseks kogutud informatsioon, mis saadi uurimisreisilt Banteay Meanchey provintsist Caritas Cambodia heategevusprojekti raames. Kambodža sisemaa maapiirkonna geograafiliste olude tõttu pöörati tähelepanu hoone enamikule detailidele, arvestades sealjuures lahenduste madalat kogumaksumust.

Magistritöö tulemusena on koostatud ülevaade ja antud soovitusi ehitustöödeks Kambodža Kuningriigi sisemaa maapiirkonda hoone renoveerimiseks ning ehitamiseks. Juhendis on välja toodud lahendused hoone vundamendi, konstruktsiooniliste elementide, katuse, seinte, tulekolde, passiivse jahutuse ja sademevee käitlemise kohta. Magistritöö autor leiab, et pakutud lahendused tagavad hoone pikema eluea ning loovad elanikele paremad elutingimused. Magistritöö autor on seisukohal, et saavutamaks ehitatava hoone parim lahendus, tuleb teostada konstruktsioonilised arvutused projekteeritavale hoonetele, võttes arvesse piirkonna tehnilised näitajad.

Töö koosneb seitsmest peatükist. Esimene peatükk kirjeldab uuritavat piirkonda ning geograafilisi tingimusi. Samuti käsitletakse passiivse jahutuse lahendusi. Esimeses peatükis põhjendatakse uurimisreisi sihtkoha valikut ning tehakse ülevaade Banteay Meanchey provintsist. Lisaks kirjeldatakse lühidalt Kambodža Kuningriigis kasutusel olevaid ehitusseadusi. Teine peatükk kirjeldab magistritöö eesmärki ning ülesandeid. Kolmandas peatükis tehakse ülevaade uuringust: kirjeldatakse Caritase Cambodia heategevusprojekti uurimuse meetodikat, eesmärki ning avaldatakse uurimisreisil tehtud küsitluse tulemused. Neljandas peatükis inventeeritakse praegu kasutusel olevaid Banteay Meanchey maapiirkonna elamuid. Selles peatükis kirjeldatakse hoone detaile ning üldist tehnilist seisukorda. Vastavalt sellele tehakse ettepanekud renoveerimis- ning ehitustöödeks. Viiendas peatükis kirjeldatakse kohalikest looduslikest materjalidest kasutusel olevaid ehitusmaterjale ning pakutakse välja bambuspuidu kasutusvõimalused. Kuuendas peatükis tehakse ülevaade kruvivaiaidest ning pakutakse välja kindlat tüüpi kruvivaiaid lahendus vundamendi lahendusena ning sooritatakse kandevõime ning vajumi arvutused kolme

erineva Kambodžas esineva pinnasetüübiga. Seitsmendas peatükis on esitletud kakskeelne juhend soovituslike ehitustöödega.

Magistritöö lisades on esitatud uurimusreisilt kogutud informatsioon ning fotod.

LISA 1

„Caritas Manual for Disaster Resilient House Construction in Cambodia“ projekti uurimisreisilt kogutud informatsioon

„Caritas Manual for Disaster Resilient House Construction in Cambodia“ projekti raames toimus 2014. a septembris uurimisreis Banteay Meanchey provintsi. Järgnevalt on esitatud külaelanikelt kogutud andmed. Andmed käsitlevad 33 majapidamist.

Kbal Spean küla, Preah Punlea kogukond, Serey Souphean piirkond, Bantey Meanchey provints:

Kbal Speani küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt ning World Vision Internationalilt.

1. Maja

Küsitletu:	68-aastane naine
Inimeste arv peres:	6
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonpostidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	5 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist seinad, aknakatted ning katus
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

2. Maja

Küsitletu:	35-aastane mees
Inimeste arv peres:	5
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist ning puidust seinad, tsinkplekist katus
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

3. Maja

Küsitletu:	31-aastane mees
Inimeste arv peres:	4
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	6 x 8 m
Elemendid:	Puidust seinad, tsinkplekist katus
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

4. Maja

Küsitletu:	53-aastane mees
Inimeste arv peres:	9
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 6 m
Elemendid:	Puidust seinad, tsinkplekist katus
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

5. Maja

Küsitletu:	32-aastane naine
Inimeste arv peres:	8
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	6 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist seinad ja katus
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

6. Maja

Küsitletu:	53-aastane naine
Inimeste arv peres:	5
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	6 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist seinad ja katus

Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

7. Maja

Küsitletu: 26-aastane naine
Inimeste arv peres: 3
Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 6 x 7 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, kilest ning bambusest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

8. Maja

Küsitletu: 61-aastane naine
Inimeste arv peres: 3
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 3 x 4 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, kilest ning puidust seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

Prey Rosey küla, Preah Punlea kogukond, Serey Souphean piirkond, Banteay Meanchey provints:

Prey Rosey küla asub Banteay Meanchey provintsi keskuse pealinnast Serei Saophoanist 10 km kaugusel. Külas elab 465 peret. Suur osa elanikkonnast töötab Tai Kuningriigis.

Prey Rosey küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt, World Vision Internationalilt ning Kambodža sotsiaalministeeriumilt.

1. Maja

Küsitletu: 31-aastane naine
Inimeste arv peres: 3
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja

Maja mõõtmed: 3 x 6 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, kilest, papist ning bambusest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

2. Maja

Küsitletu: 30-aastane naine
Inimeste arv peres: 4
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 6 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, kilest, papist ning bambusest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

3. Maja

Küsitletu: 34-aastane mees
Inimeste arv peres: 4
Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 5 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

4. Maja

Küsitletu: 31-aastane naine
Inimeste arv peres: 5
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 4 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

5. Maja

Küsitletu: 32-aastane mees
Inimeste arv peres: 4

Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel
puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 6 x 8 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, puidust ning tsinkplekist seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

6. Maja

Küsitletu: 48-aastane naine
Inimeste arv peres: 15
Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel
puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 5 m
Elemendid: Tsinkplekist katus ning seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

7. Maja

Küsitletu: 38-aastane naine
Inimeste arv peres: 4
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega
maja
Maja mõõtmed: 4 x 5 m
Elemendid: Tsinkplekist ning kilest katus, bambusest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

8. Maja

Küsitletu: 48-aastane naine
Inimeste arv peres: 5
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega
maja
Maja mõõtmed: 3 x 4 m
Elemendid: Tsinkplekist katus ning seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

9. Maja

Küsitletu:	68-aastane naine
Inimeste arv peres:	6
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 4 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus ning seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

10. Maja

Küsitletu:	86-aastane naine
Inimeste arv peres:	2
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puit ning bambuskonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 4 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

Chorng Kouk küla, Talom kogukond, Mong Kulborey piirkond, Bantey Meanchey provints:

Chorng Kouki küla on kriisiolukordades abi saanud ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonilt, World Vision Internationalilt ning Kambodža sotsiaalministeeriumilt.

1. Maja

Küsitletu:	43-aastane naine
Inimeste arv peres:	2
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	5 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

2. Maja

Küsitletu:	56-aastane mees
Inimeste arv peres:	11
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	8 x 8 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

3. Maja

Küsitletu:	35-aastane naine
Inimeste arv peres:	2
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 4 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

4. Maja

Küsitletu:	63-aastane naine
Inimeste arv peres:	7
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 5 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus ning seinad, bambusest ning kilest aknakatted
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

5. Maja

Küsitletu:	27-aastane naine
Inimeste arv peres:	4
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 4 m

Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest seinad

Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

6. Maja

Küsitletu: 60-aastane naine

Inimeste arv peres: 9

Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel

puitkonstruktsioonidega maja

Maja mõõtmed: 3 x 4 m

Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest ning puidust seinad

Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

7. Maja

Küsitletu: 26-aastane naine

Inimeste arv peres: 4

Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja

Maja mõõtmed: 4 x 6 m

Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest, kilest ning tsinkplekist seinad

Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

8. Maja

Küsitletu: 43-aastane naine

Inimeste arv peres: 6

Maja tüüp: Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel

puitkonstruktsioonidega maja

Maja mõõtmed: 4 x 5 m

Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest ja tsinkplekist seinad

Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

9. Maja

Küsitletu: 48-aastane naine

Inimeste arv peres: 4
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 5 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

10. Maja

Küsitletu: 48-aastane mees
Inimeste arv peres: 4
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 2 x 3 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

11. Maja

Küsitletu: 31-aastane naine
Inimeste arv peres: 7
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puit ning bambuskonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 5 x 6 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1–2 m

12. Maja

Küsitletu: 71-aastane naine
Inimeste arv peres: 3
Maja tüüp: Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed: 4 x 6 m
Elemendid: Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest ja kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus: 1,5–2 m

13. Maja

Küsitletu:	55-aastane mees
Inimeste arv peres:	5
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning punutud lehtedest ja kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

14. Maja

Küsitletu:	60-aastane naine
Inimeste arv peres:	4
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv puidust postidel puit- ning bambuskonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	4 x 6 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1,5–2 m

15. Maja

Küsitletu:	53-aastane naine
Inimeste arv peres:	5
Maja tüüp:	Maapinnale toetuv betoonist ning puidust postidel puitkonstruktsioonidega maja
Maja mõõtmed:	8 x 8 m
Elemendid:	Tsinkplekist katus, bambusest, puidust ning kilest seinad
Mussooni tagajärjel veetõus:	1–2 m

LISA 2

Lisa 2 koosneb piltidest, mis jäädvustati uurimisreisil.







KIRJANDUS

1. **Caritas Cambodia.** Disaster Management Program.
<http://www.caritascambodia.org/index.php/our-programes/disaster-management-program> (loetud 08.05.2015).
2. **Clarke, Dick, Chris Reardon 2013.** Passive Design: Passive Cooling.
<http://www.yourhome.gov.au/passive-design/passive-cooling> (loetud 09.05.2015).
3. **EE = Eesti Entsüklopeedia. Maailma maad.** Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, 2007.
4. **Maasik, I 2009.** Vundament kruvitakse pinnasesse. – TM Kodu & Ehitus 4, 45-46.
5. **Masso, Tiit 2010.** Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn. Kirjastus Ehitame.
6. **Mok, Kimberley 2013.** Affordable bamboo housing floats when it floods.
<http://www.treehugger.com/green-architecture/affordable-disaster-resistant-bamboo-housing-floats-in-flood-hp-architects.html> (loetud 15.05.2015).
7. **M. V. K. Sivakumar 2015.** Weather and Climate Extremes http://ac.els-cdn.com/S2212094715000043/1-s2.0-S2212094715000043-main.pdf?_tid=98eb465c-f1c4-11e4-904c-00000aacb362&acdnat=1430678921_e05e17a24b9dbf1a62d8a602e80db938 (loetud 03.05.2015).
8. **National Institute of Statistics, Ministry of Planning 2008.** General Population Census of Cambodia 2008. Provisional Population Totals.
http://www.stat.go.jp/english/info/meetings/cambodia/pdf/pre_rep1.pdf (loetud 03.05.2014).
9. **OÜ Vaivundament.** Kruvivaiaid.
<http://www.vaivundament.ee/uploads/Kruvivaiaid.pdf> (loetud 16.05.2015).
10. **Seng, V., R. W. Bell, P. F. White, N. Schoknecht, S. Hin, W. Vance.** Sandy Soils of Cambodia. <http://www.fao.org/docrep/010/ag125e/AG125E07.htm> (loetud 03.05.2015).
11. **The World Bank 2015.** Ketsana Emergency Reconstruction and Rehabilitation Project. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2015/02/27/090224b082b68e75/1_0/Rendered/PDF/Cambodia000Ket0habilitation0Project.pdf (loetud 04.05.2015).

12. **Titthara, May 2014.** PM appeals for the end of lax standards
<http://www.opendevelopmentcambodia.net/news/pm-appeals-for-the-end-of-lax-standards/> (loetud 17.05.2015).
13. **Wikipedia.** Mussoon. <http://et.wikipedia.org/wiki/Mussoon> (loetud 03.05.2015).
14. **Water Environment Partnership in Asia.** Cambodia: Physical Geography.
http://www.wepa-db.net/policies/state/cambodia/overview1_1.htm (loetud 03.05.2015).
15. **Water Environment Partnership in Asia.** Cambodia: Weather. http://www.wepa-db.net/policies/state/cambodia/overview1_3.htm (loetud 03.05.2015).
16. **Wikipedia.** Banteay Meanchey Province.
http://en.wikipedia.org/wiki/Banteay_Meanchey_Province (loetud 03.05.2015).
17. **Wikipedia.** Cambodia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cambodia> (loetud 03.05.2015).
18. **World Weather Online.** Phnum Penh Monthly Climate Average, Cambodia.
<http://www.worldweatheronline.com/v2/weather-averages.aspx?q=Phnum%20Penh,%20Cambodia> (loetud 03.05.2015).