

# Mahu- ja kuluarvestus käsitöönduslikus palkehituses

Meinrad Rohner

## Resüme

Kogenud palkehitaja Meinrad Rohner (Alppisalvos OY, Soome) tutvustab artiklis käsitööndusliku palkhoone mahu- ja kuluarvestuse meetodikat, mida ta rakendab oma töös. Meetodika ühendab valdkonna tehnilistest eripäradest ja ettevõtlusreaalsuse lepingutehnikast tulenevaid protseduure ning 3D- ja tabelarvutusanalüüsi. Palkhoonete ehitamisel on vaja arvestada paljude asjaoludega nagu puitmaterjali ja kinnitustarvikute hulk, tööaja kulu, tööde otstarbeka järjestuse ja tarnevajadusega arvestav ajakava, arveldusgraafik, realistlik palgaarvestus. Nii ehitaja kui klient peavad teadma juba projekti alguses, kui palju aega ja finantsvahendeid kulub. Välitöödel on raske hüvitada seda, mis on kirjutuslaua taga tegemata jäänud.

Üks oluline planeerimisetapp on ligikaudse kulueelarve koostamine, mis eelneb üksikasjalikule hinnapakumisele. Etapp võimaldab vältida töömahukat projekteerimist ja üksikasjaliku pakkumuse arvestamist juhuks, kui tehingut ei sünnigi.

Mahu- ja kuluarvestusel on tänapäeval otstarbekas kasutada CAD-joonestamist ja tabelarvutust. Arenenumad joonestusprogrammid võimaldavad arvutisse sisestada sellist lisateavet nagu tappliidete ja varade ajamaht, lisatööde liigid jms, mis moodustavad 3D-programmi „neljanda mõõtme”. Pakkumuse koostamisel on oluline teha kliendile arusaadavaks nii see, mida ta saab, kui see, mida pakkumus ei hõlma. 3D-mudelite abil saab teavet ilmekalt vahendada ka sellistele klientidele, kes ei ole palkehitusega kursis. Tuleb siiski meeles pidada, et pildid ei asenda arvusid ja vastupidi. Pakkumuses on otstarbekas välja tuua ka tarnetingimused, lisatööde ja muudatuste kulud. Oluline on kirja panna maksete ajagraafik. Hästi toimib osamaksete sidumine kindlate tööetappide valmimisega (nt palgid kooritud ja kuivamiseks ladustatud, kuus esimest palgirida valmis vms).

Hea mahu- ja kuluarvestus eeldab, et teatakse, mida ja kuidas tehakse ning kui palju ja millist materjali kasutatakse. Samuti on vaja teada, kui palju mingile tööetapile aega ja materjali kulub. Viimane nõuab kogemust, mille omandamiseks kulub aastaid. Kuid kui oma tegevust teadlikult ei analüüsita, ei kogune ka planeerimiseks vajalikke teadmisi. Analüüsi all mõistab autor seda, et hoone ehitamise protsessi kohta märgitakse üles võimalikult palju teavet:

*kui palju aega ja materjali kulus näiteks palkide tahumisele<sup>1</sup>, ühe konkreetse konstruktsiooni ehitamisele, koormaseadele jne. Neid andmeid saab kasutada järgmiste projektide juures. Seiret ja analüüsi on psühholoogiliselt raske teha, sest see tähendab pärast pikka tööpäeva veel dokumenteerimist. Seega on otsustarbekas enne välitööde algust välja töötada vastavad rutiinid ja meetodikad. Üks lihtsamaid ehitusprotsessi talletamise võimalusi on kord nädalas ehitust pildistada või salvestada tööetapi 3D-vaade.*

**Võtmesõnad:** käsitööndusliku palkhoone mahu- ja kuluarvestus, 3D-modelleerimine, ehituse ajakava, arveldusgraafik, kulueelarve, hinnapakumuse, ehitusprotsessi seire, ehitusprotsessi analüüs

### Arvestamise kasu ja eesmärgid

Palkehitis tähendab otseses mõttes mahukat käsitööd, mida tehakse käsitööriistade ja seadmete abil. Palkehitatele meeldiks enamasti tegutseda nii, et välitööd oleks rohkem ja paberimajandust vähem.

See võib luua eksliku ettekujutuse, et palkhoone ehitamine ei vaja muude ehitustehnoloogiatega võrreldes sama palju arvestamist ja planeerimist. Tõde on hoopis vastupidine! Palkhoonete professionaalse ehitamise puhul tuleb arvestada ja hinnata paljusid asjaolusid:

- materjalivajadus: palkide, saematerjali ja kinnitustarvikute hulk;
- ajakulu: käsitsi valmistatava palkhoone suurim kuluosa tuleneb töötundidest;
- ajagraafik: kui palju aega vajavad eri tööetapid, milline on tööde järjestus, millal vajatakse teatud abivahendeid;
- arveldamise ajagraafik: millal ja kuidas toimub arveldamine;
- töötajate palk: millisel töömahul põhineb nn tavapalk, realistlikud nõuded nii kliendi kui ka ehitaja vaatenurgast.

Kuna palke töödeldakse suuresti käsitsi ja enamasti on tegu individuaalprojektidega, on planeerimine ehitajale väga oluline väljakutse. Plaanide ja arvutuste tegemata jätmine põhjustab suuri probleeme. Kui palgid kesk suve otsa saavad, on keeruline vajaliku aja jooksul sobivaid palke juurde leida. Kui tööaega arvestatakse valesti, tuleb palgata kallist lisatööjõudu. Uue töötaja koolitamine ja tema kohanemine tööühmas võtab aega ning vähendab töö tõhusust. Kui raha ei jätku, peab ettevõtja tegema järeleandmisi näiteks oma

1 Käesolevas artiklis peetakse tahumise all silmas tehnikat, kus üldjuhul sae või kirvega või kombineeritult antakse ümarpalgi ühele või enamale (enamasti kahele) küljele tasapinnaline kuju. Tegusõna *tahuma* on tuletatud sõnast *tahk*: *tahu* tähenduses 'kant, külg'. Seega on palkehitis korrektno kasutada sõna *tahuma* tahu andmise ehk kantimise tähenduses. Tänapäevases kõnekeeles laialt levinud tähendus, mille puhul tahumine tähendab ehituspalkide töötlemist või lausa mis tahes palkehitislikku tööd, ei ole oskuskeeles vastuvõetav. – Toimetuse märkus.

palgas. Ka sellest ei pruugi tingimata abi olla, eriti kui palgal on mitu inimest.

Arvutuste tegemise eesmärk on, et nii palkehitaja kui ka klient teaksid projekti alguses, kui palju aega ja finantsvahendeid kulub. Projekti lõpetamisel saab ehitaja olla kvaliteetse töö üle uhke ja tunda rõõmu kokkulepetest kinnipidamise üle. Ehitamine peaks toimuma mõistliku palga- ja ajakuluga ning ilma asjatute seisakuteta. Et plaanimisel ja arvutamisel nähtud vaev tasub ennast ära, kinnitavad paljude palkehitajate (ja ka mu enda) kogemused.

Käesoleva kirjutise eesmärk on tutvustada mõningaid arvestusvõimalusi, mille põhjal võib iga ehitaja endale sobiva lahenduse välja töötada.

### Palkhoone ehituse kulg

Palkehitusprojekte on võimalik ellu viia mitmel moel. Allpool on kirjeldatud tegevuse tavapärase kulgu mõnevõrra idealiseeritud kujul.

Ehituse tellija	Palkmaja ehitaja
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sõnastab ideed ja soovid, koostab hoone esialgse joonise, võtab ühendust ehitajaga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annab tagasisidet, mõtleb, kas palkhoone on sellisel kujul ehitatav.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Täpsustab ruumide paiknemist, määrtmeid, uurib detailplaneeringu piiranguid.</li> <li>Tellib eskiisprojekti (kui projekt on suur, tuleb kokku leppida projekteerimistasu).</li> <li>Annab tagasisidet, teeb parandusettepanekuid ja tellib eskiisprojekti alusel kulueelarve.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teeb eskiisprojekti (kas ise või tellib projekteerijalt), millel on näha seinapindala; selgitab mõistetavalt konstruktsioonide põhijooni.</li> <li>Hoolitseb sel etapil projekti teostatavuse eest.</li> <li>Teeb kulueelarve, mille eesmärgiks on <math>\pm 10\%</math> täpsus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kinnitab kulueelarve või ostab eskiisprojekti koos andmetega.</li> <li>Tellib täpsema projekteerimise, mis võib hõlmata ka vajalike lubade hankimist. Määratakse kindlaks projekteerimise hind, mis võib sisalduda ka palkhoone ehitustööde hinnas. Kui projekti kasutatakse üldise pakumiskutse spetsifikatsioonina, tuleb projekti koostamine autorile hüvitada. Projekteerimine peab sisaldama täpseid mahuandmeid, detaile ja erilahendusi.</li> <li>Küsi projekti teinud ettevõtjalt ja/või teistelt ehitajatelt pakkumise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koostab täpse projekti: joonistel olevad palgid joonistatakse õiges moodsus ja seina kõrgust hinnatakse realistlikult.</li> <li>Teeb seinte joonised, mis lihtsustavad konstruktsioonide, detailide ja eripärade mõistmist. Planeerimise käigus valmivad puiduhankeks vajalikud puidunimekirjad.</li> <li>Koostab spetsifikatsiooni, kus on näha tööd, tööde maht, materjalid ja kogused.</li> <li>Teeb spetsifikatsiooni alusel pakkumuse.</li> <li>Koostab projekti tööde ajagraafiku.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kinnitab pakkumuse ja ajagraafiku ning allkirjastab lepingud.</li> <li>Teeb kooskõlas maksegraafikuga osamakside ning jälgib ehitusobjektile tööde edenemist ja kvaliteeti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Allkirjastab lepingu ja rakendab vajalikke meetmeid puidu hankimiseks, töötajate leidmiseks, tööjoooniste tegemiseks.</li> <li>Esitab osamaksetega seoses vajalikke fotosid ja muid dokumente tööde edenemise kohta.</li> <li>Esitab ja lepib kokku võimalikud muudatused või lisaosavid asjaomastel muudatusjoonistel.</li> <li>Selgitab lisatööde hüvitamist lepingu alusel.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Korraldab projekti lõppemisel lõpukoosoleku ja annab tagasisidet.</li> <li>Lõppetulemusega rahulolev klient usaldab ehitajat ning võib teda soovitada teistele.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esitab lõpparve, mis võib sisaldada tasu lisatööde eest.</li> <li>Hoolitseb hoone järelhoolduse eest. Projekt on hästi õnnestunud, kui ehitaja on valminud hoones teretulnud külaline.</li> </ul>

Tabel 1. Palkmaja tellimuse täitmise etapid.

## Lähtekohad

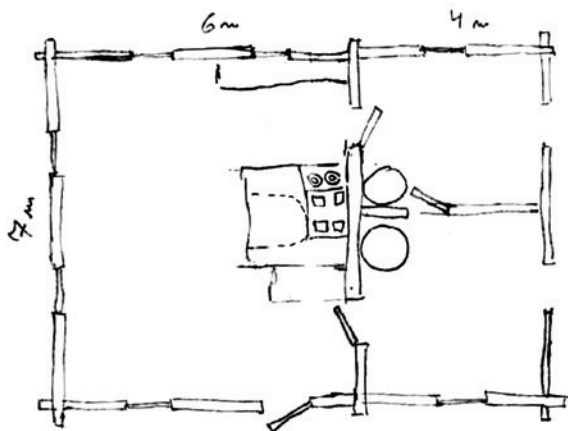
Kui palkhoonet soovivad isikud ehitajatega esimest korda ühendust võtavad, esitavad nad ehitajatele hinnapäringu alusena tihti peale väga erinevaid algandmeid. Mõni tellija ei tea veel täpselt, mida ta tahab; teine esitab hoone käsitsi joonistatud põhiplaani; kolmas aga valmis joonised koos spetsifikatsioonidega. Millised andmed ehitusobjekti kohta peaks ehitajal enne siduva pakkumuse tegemist olema?

Juba ainuüksi üldise kulueelarve tegemiseks on vaja hoone kohta teada välismõõtmeid, vaheseinte mõõtmeid, nende asukohta ja kõrgust. Ülaltoodud joonise põhjal seega kulueelarvet teha ei saa, sest puudub ristlõikejoonis, vaheseinte mõõtmed ning arusaadav mõõtkava. Sellises olukorras tuleb puuduolevad andmed eraldi küsida. Põhiplaani ja lõike võib teha kas joonestuslaual või CAD-programmiga (piisab ka 2D-programmist).

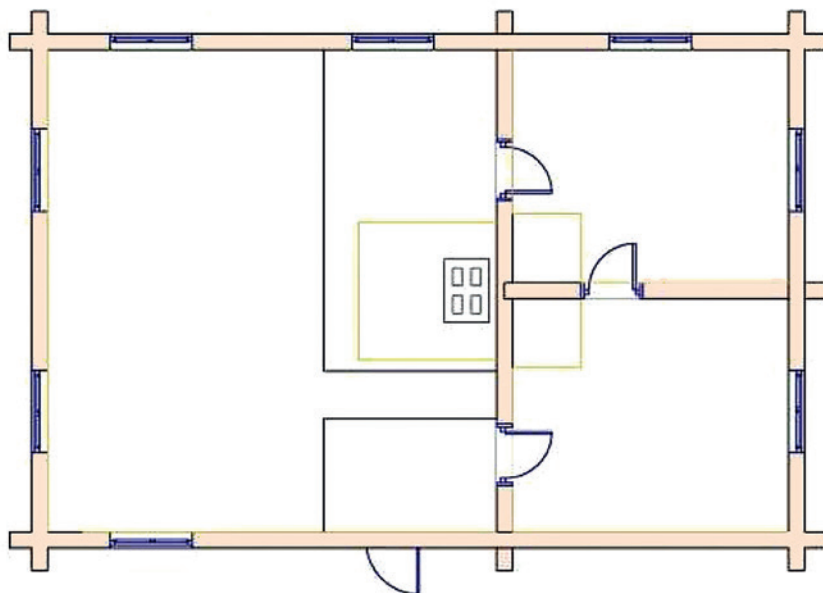
Tänapäeval kasutatakse sagedasti PDF-formaadis joonist. Selliste jooniste puhul võib olla probleemiks, et neid ei saa alati õiges mõõtkavas printida. Vahel on joonised sedavõrd väikesed, et neilt on raske vajalikke mõõtmeid välja lugeda. Tänapäevaste CAD-programmidega saab PDF-faili vajalikku mõõtkavva seadistada.

Valmisseedistatud pildile saab joonestada seinad. Soovi korral on võimalik akna- ja ukseavad kinni joonestada. Projekteerimisprogrammi 3D-funktsiooni abil saab samal ajal teha hoonest esimese mudeli.

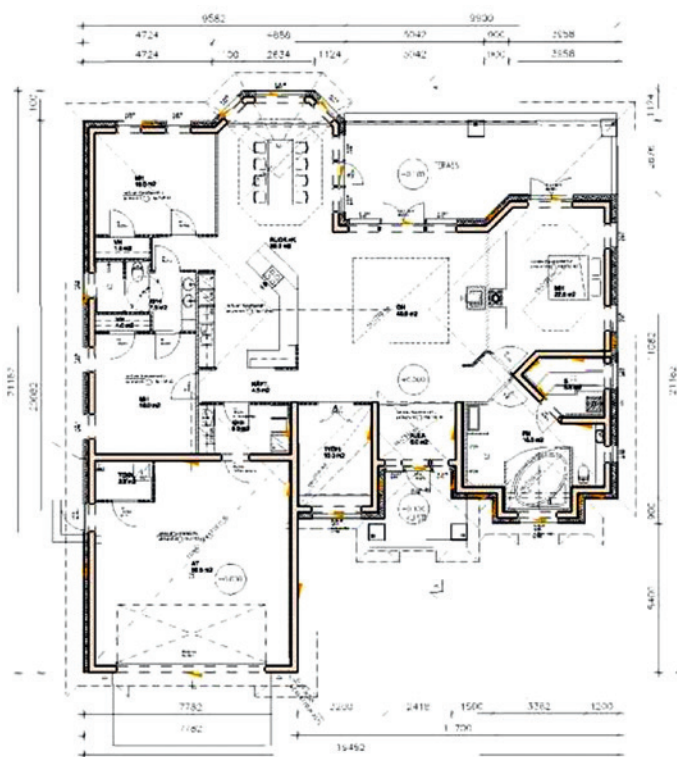
Olukord algandmete osas võib seega olla juhtum-juhtumilt väga erinev. Palkehhitaja peab kaaluma, kuidas ja kust on vajalikke andmeid kõige parem koguda. Arvestuste tegemiseks vajalikud andmed ise on siiski alati samasugused.



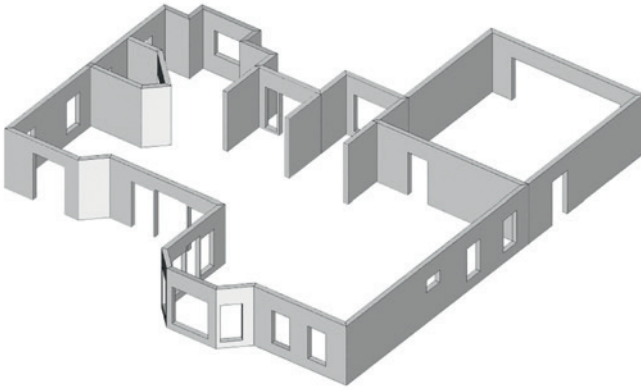
**Joonis 1.** „Kas teed mulle selle alusel pakkumuse?” Alppisalvos OY-le pakkumuse koostamiseks realselt esitatud „eskiis”.



Joonis 2. Hoone esialgne põhiplaan. Meinrad Rohneri joonis.



Joonis 3. Mõõtmetega põhiplaan. Tänapäevaste CAD-programmidega saab ka PDF-faili vajalikku mõõtkava seadistada. Meinrad Rohneri joonis.



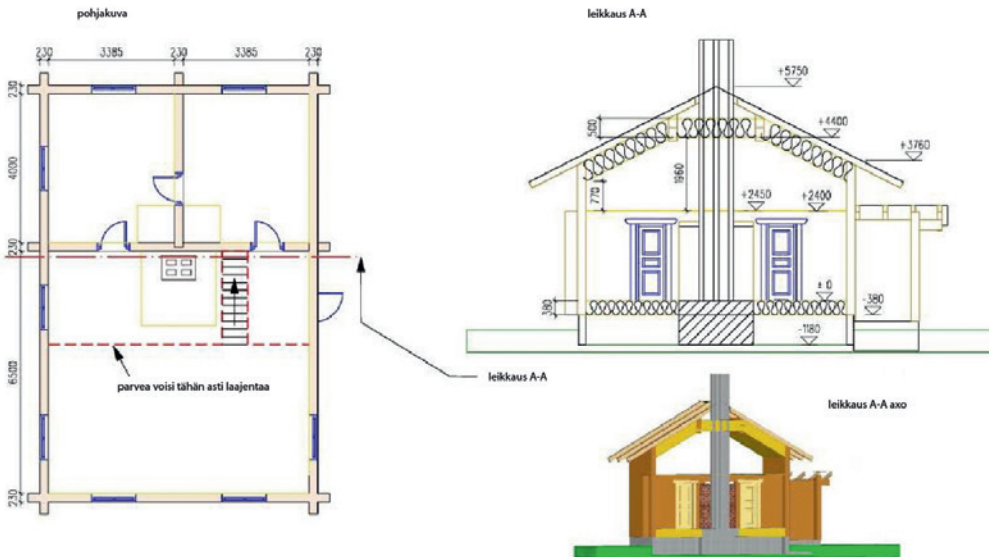
**Joonis 4.** Planeeritava hoone esialgne 3D-kujutis. *Meinrad Rohneri joonis.*

### Joonised abivahendina

Arvestamisel on kõige mugavam lähtuda joonistest. Ükskõik, kas joonis on tehtud käsitsi või arvuti 2D- või 3D-funktsiooni abil, saab sellelt usaldusväärsed andmed pindalade ja kõrguste kohta.

Kui arvutiprogramm annab võimaluse kolmemõõtmeliseks joonestamiseks, on põhiplaani alusel lihtne teha esialgne, soovitud kõrgusi kujutav 3D-mudel.

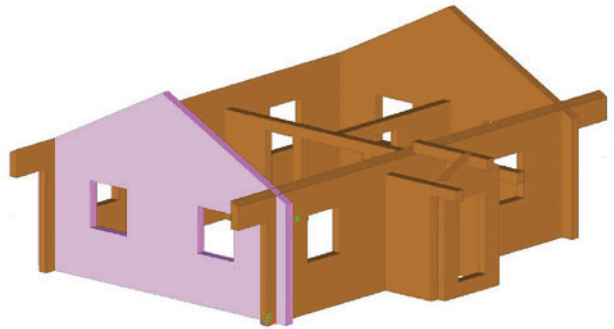
Suuremate projektide puhul võib olla keeruline vaheseinte pindladest ettekujutust luua, mistõttu võib seal vigu esineda. Seda aitavad vältida iga seina kohta tehtavad seinajoonised, mille järgi on lihtne kas kalkulaatori või CAD-programmiga iga seina pindala eraldi välja arvutada. See annab kindluse, et kulueelarvet mõjutavad andmed peavad paika.



**Joonis 5.** Eelarve koostamiseks on vajalik hoone joonis, millele on kantud andmed pindala ja kõrguste kohta. *Meinrad Rohneri joonis.*

Joonisel 7 on tahumisele kuuluv seinapindala eraldi märgitud. Näha on palgid, kuigi üldjuhul kulude arvestamise etapil neid veel ei joonestata. Kui seinajoonised on olemas, on sinna lihtne lisada palgid õige tõususammuga<sup>2</sup>.

Kulueelarve jaoks vajalikud andmed saab kõige paremini paika kliendile joonestatava eskiisprojekti 3D-mudeli põhjal. Ka juhul, kui lähtekohad on ebaselged ja andmeid vähe, saab niisuguse 3D-mudeli suhteliselt lihtsalt valmis teha. Mudelilt saab teada seinte pindalad ning lihtsustatult on võimalik üles joonistada ka katuse ja vahelagede konstruktsioonid. Joonise abil saab ehitaja kinnitust sellele, kas ta on kliendi soove õigesti mõistnud. 3D-funktsiooni abil saab teha isegi sellise mudeli, mille puhul kliendil on võimalik oma tulevasse hoonesse esimest korda sisse astuda.



**Joonis 6.** Hoone esialgne 3D-mudel, millel kajastuvad soovitud kõrgused. *Meinrad Rohneri joonis.*

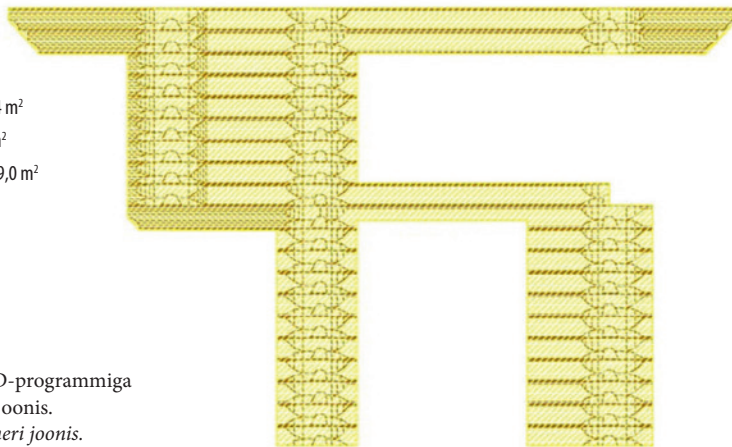
**SEIN F**

**Pindalad**

Seina pindala 16,4 m<sup>2</sup>

Avade pindala 0 m<sup>2</sup>

Tahumispindala 19,0 m<sup>2</sup>



**Joonis 7.** CAD-programmiga loodud seina joonis. *Meinrad Rohneri joonis.*

2 Tõususammu all peab autor silmas seda, kui palju ühe palgi lisamisega sein tegelikult kerkib, st palgi diameeter miinus töötlemisel (st peamiselt vara lõikamisel) tekkiv kadu. Tavaliselt arvestatakse seinapalkide keskmist tõususammu. Kuid 3D-programmide abil on suhteliselt lihtne paigutada looduslikult isikupäraste mõõtmetega palke vastavalt soovitavale tõususammule seinakonstruktsiooni kindlasse kohta või määratleda ette konkreetse palkehitusprojekti jaoks vajalike palkide soovitatavad mõõtmed – tõi, seda ei tehta tavaliselt eskiisprojekti ja kulueelarve etapil. – Toimetuse märkus.





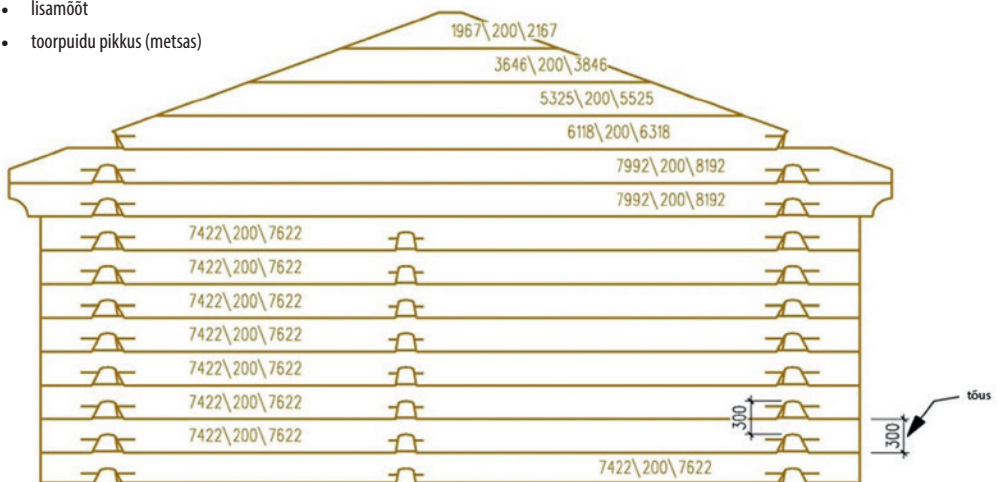
Joonis 8. Eskiisprojekti 3D-mudel. Meinrad Rohneri joonis.

### Mahu- ja materjaliandmed

Soomes moodustavad materjalikulud 12–20% palkkehandi ehituskuludest. Materjalikulud moodustuvad palkidest ning vähemal määral saematerjalist, isolatsiooni- ja kinnitusvahenditest. Põhiosa materjalikuludest on seotud palkide hankimise ja eeltöötlemisega. Palkide hind omakorda sõltub k nurahast, raie, transpordi ja võimalikest vaheladustamiskuludest. Palkide poolpuhtaks koormine, kanti saagimine ja kuivatamine kaetud virnades on

#### NB! Igaie palgile on mõõdetud:

- täpne pikkus
- lisam  t
- toorpuidu pikkus (metsas)



Joonis 9. Joonis vajaliku palgikoguse arvutamiseks. Meinrad Rohneri joonis.



lisatoimingud, mis võivad kajastuda kas palkide hankimise või palkehitustööde hinnas. Palkide hinda võib arvestada jooksvate meetrite või kuupmeetrite alusel. Parem on seda teha kuupmeetrite alusel, sest nii võetakse arvesse ka palgi jämedus.

Palke peab olema piisavalt, aga mitte ka üleliia. Õige palgikoguse arvestamiseks võib iga ehitusprojekti kohta koostada eraldi nimistu ehk palgitabeli. Usaldusväärse nimistu jaoks tuleb iga seinajoonestamisel arvesse võtta pikkust ja õiget tõususammu. Palgi täpsele pikkusele tuleb lisada umbes 200 mm varu. Varupalkideks sobivad samalaadsete omadustega palgid, mille pikkus peab olema hoonele sobiv.

Kui kõigi seinade andmed on kokku arvestatud, lisatakse varupalgid. Pärast seda tuleb nt Exceli tabelis koostada lihtne ja ülevaatlik kokkuvõte. Selle alusel saab saeveskile tellimuse koostada.

Sel etapil on väga oluline meeles pidada, et palkide maht kuupmeetrites oleks arvestatud ilma kooreta. Metsast ostetakse puit, aga alati koos koorega, mis suurendab mahtu vähemalt 10%. Võimalusel tasub korraga tellida mitme projekti puiduvaru. See võimaldab raielangi eri mõõdus puid paremini ära kasutada.

Tabelis 2 on näidatud üks tellimus. Ülemisel real on eri pikkusklasside info, vasakus lahtris on palgi keskkoha ja ladva läbimõõdud. Tabelis märgitud tähed näitavad, millise projekti jaoks puitu vaja läheb. Arv viitab palkide kogusele.

Puithoonete ehitamiseks loodud 3D CAD-programmid koostavad puiduloendi automaatselt (vt tabel 3).

METSARAIE LOEND	Pikkus (m)																
	3,50	3,70	4,10	4,30	4,50	5,00	5,10	5,30	5,50	6,00	6,70	7,00	7,50	8,20	8,50	9,00	
345/320								N		N	N	N	N	N	N	N	
								8		2	24		7	3	13		
310/280							K			K		K	K	K	K	K	
							12			1		7	1	20	2	2	
270/250	N				N						E						
	1				23						7						
255/230	E	E	E		E				E	E	E						
	17	1	1		4				25	3	12						
240/220	N		K		E	K					K		K				
	1	9	9		1	11					2		2				

Läbimõõt (mm) (keskkoht/latv)

**Tabel 2.** Konkreetse hoone palgikoguse arvutamine: raieloend metsurile. Ülemisel real on eri pikkusklasside info, vasakus lahtris on palgi keskkoha ja ladva läbimõõdud. Tabelis märgitud tähed näitavad, millise projekti jaoks puitu vaja läheb. Arv viitab palkide kogusele.

Konstruksiooni osa	Nr	Nimetus	Kogus	P toor	P toor sum	Keskmine läbimõõt	m³ ilma kooreta	m³ koorega
täiendav palkkonstruktsioon	29	vooditala	2	1,30	2,6	240	0,00	0,00
keskmine läbimõõt:			2		2,6		0,00	0,00
laekonstruktsioon	24	laetala	1	4,30	4,3	210	0,15	0,16
laekonstruktsioon	25	laetala	1	4,53	4,5	210	0,16	0,17
laekonstruktsioon	23	laetala	26	5,17	134,5	210	4,66	5,12
keskmine läbimõõt: 210			28		143,3		4,97	5,45
täiendav palkkonstruktsioon	26	voodipruss	1	2,20	2,2	240	0,10	0,11
täiendav palkkonstruktsioon	27	voodipruss	2	2,30	4,6	240	0,21	0,23
täiendav palkkonstruktsioon	28	voodipost	2	3,70	7,4	240	0,33	0,37
keskmine läbimõõt: 240			5		14,2		0,64	0,71
laekonstruktsioon	22	pärilin	2	10,33	20,7	340	1,88	2,06
välisseinad	17	sein B, sein D	2	2,17	4,3	340	0,39	0,43
välisseinad	16	sein B, sein D	2	3,85	7,7	340	0,70	0,77
välisseinad	15	sein B, sein D	2	5,53	11,1	340	1,00	1,10
välisseinad	18	sein B, sein D	2	6,32	12,6	340	1,15	1,26
välisseinad	13	sein B, sein D	14	7,62	106,7	340	9,69	10,66
välisseinad	12	sein B, sein D	2	7,62	15,2	340	1,38	1,52
välisseinad	14	sein B, sein D	4	8,19	32,8	340	2,98	3,27
välisseinad	8	sein A, sein C	14	8,62	120,7	340	10,96	12,06
välisseinad	7	sein A, sein C	2	8,62	17,2	340	1,57	1,72
välisseinad	9	sein A, sein C	2	9,19	18,4	340	1,67	1,84
välisseinad	10	sein A, sein C	2	9,76	19,5	340	1,77	1,95
välisseinad	11	sein A, sein C	2	10,33	20,7	340	1,88	2,06
vaheseinad	3	sein F	7	1,91	13,4	340	1,21	1,34
vaheseinad	2	sein E	1	3,51	3,5	340	0,32	0,35
vaheseinad	1	sein E	9	3,51	31,6	340	2,87	3,16
vaheseinad	20	sein F	1	3,85	3,8	340	0,35	0,38
vaheseinad	5	sein F	7	4,21	29,5	340	2,68	2,94
vaheseinad	19	sein F	1	5,53	5,5	340	0,50	0,55
vaheseinad	21	sein F	1	6,32	6,3	340	0,57	0,63
vaheseinad	4	sein F	1	7,62	7,6	340	0,69	0,76
vaheseinad	6	sein F	2	7,62	15,2	340	1,38	1,52
keskmine läbimõõt: 340			82		524,2		47,59	52,33
Kokku			117		684,3		53,20	58,49

Table 3. CAD-programmi abil automaatselt koostatud puiduloend.

## Tööajakulu

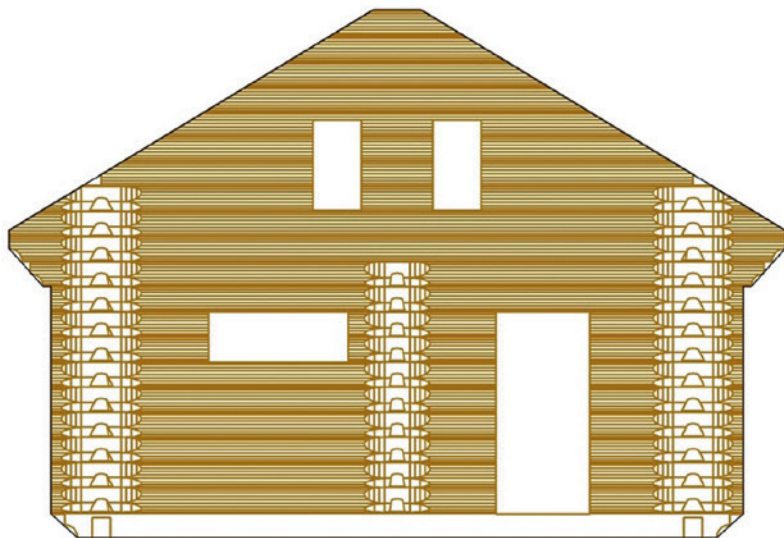
Kõige raskem on hinnata, kui palju aega kulub eri tööetappidele. Käsitöenduslikus palkehituses ei saa kasutada valmis tööajatabeleid. Iga ehitaja peab töödeks kuluvat aega oma kogemuste põhjal hindama.

Palkehituses kõneldakse tihti jooksvatest meetritest. Selle all mõistetakse töödeldud palgimeetrite hulka tunnis või päevas. Selline arvestusviis on üldjuhul hea, kuid kuluarvestuse tegemisel peab ehitaja arvestama peale otsese palgitöötlemise ka muude töödega. Üks oluline tegur on tappide ja palgimeetrite suhe: on väga suur vahe, kas ühe tapi kohta tuleb 3,5 m või ainult 0,8 m vara. Kõige otstarbekam on arvestada palgimeetrite ja tappliidete tegemise aeg eraldi. Ka lisatööd ja erilahendused võtavad palju aega. Palkkonstruktsioonidele tuleb teha ukse- ja aknaavad ning vajaduse korral võlve, tasalõikamisi, viile jms.

Joonisel 10 on näidatud tööajakulu. Selle näite puhul on töödeldavaid seinameetreid iga tapi kohta palju. Töö võib seega kulgeda jõudsamalt kui väiksema hoone puhul. Üllatusi võivad siiski pakkuda lisatööd, mida ei tohi tööaja arvestamisel unustada.

### SEIN A

Seina pindala	36,7 m <sup>2</sup>	Varamine	107,2 t
Palgimeetrid, tegelik	122,7 m <sup>1</sup>	Tappide tegemine	17,4 t
Palgimeetrid, avadeta	137,2 m <sup>1</sup>	Lisatööd	10,0 t
Tapid	43,0 tk		
Meetrit/tapp	3,0 m	Kõik tööd	154,5 t



Joonis 10. Tööajakulu arvestamine. Meinrad Rohneri joonis.

nelikanti saagimine
avad (tenderposti sooned, valtsid)
avade ülaseravad (tenderposti soon, valtsid)
erandtapid
kaared
kaldpinna saagimine
keeltapid
kiilukohad ja kiilude paigaldamine
viilukolmnurga saagimine, sh tenderlati soon
laesoon
põranda soon
kalasabaliide
vormimine
vajumisevaru koha väljalõikamine
jätkuliide
salapulgaugud
mittelibisev poltkinnitus
libisev poltkinnitus
katuslae sooned
siseseiina sooned
salapulgad
tasandussaagimine
nähtav vara
tihendussoon
toetustasapind
läbiviikude avad
valtsid
ületahatud pinnad
tugipind
vahelaesoon
põrandasoon
linnuõrs või linnulaud
puurimine
statsioonarne poltkinnitus
salapulkuhendus
tasasaagimine
täiskontaktvara
valts
tahatud pind

### Ruutmeetritel põhinev arvestus, kulueelarve

Kulueelarve koostamisel võib aluseks võtta ruutmeetrid või üksiku palgi. Esimene viis on kiirem. Ehkki see võimaldab kulueelarvet kokku panna, ei pruugi see olla piisav pakkumuse esitamiseks.

Ruutmeetrite alusel saab tuletada üldtööde mahu ja palkide koguse, kuid raskem on selle põhjal tuletada spetsiifilisemaid asjaolusid nagu lisatööd ja kandevkonstruktsioonid (vahelaed, katus).

Ruutmeetrite väljaarvutamiseks on vaja vähemalt põhiplaani ja lõikejooni-seid, eriti oluline on teada seinte pindala. Seinaruutmeetritele hinna määramisel peab arvestama vähemalt järgmisi asjaolusid:

- Tööde hind kujuneb jooksvate meetrite põhjal seina ruutmeetri kohta. Hinna puhul tuleb arvestada varameetrite ja tappide hulga suhet.
- Palkide hind omakorda arvestatakse puidu kuupmeetrite põhjal seina ruutmeetri kohta. See hind peab hõlmama kõiki puidu hankimis- ja eeltöötlemiskulusid, kaasa arvatud langetamine, koorimine, kuivatamine jms.
- Kinnitustarvikud ja isolatsioonimaterjalid. Nende puhul tuleb teada hinda ruutmeetri kohta.
- Masinad, seadmed, töökoha taristu. Arvesse tuleb võtta kõigi ehitamisel tarvilike masinate, seadmete ja hoonete kasutamisega seotud kulused, nt kraana, lintsaag, abihooned.

**Tabel 4.** Aeganõudvad lisa- ja eritööd palkehituses, mida on lihtne eelarvestamisel unustada.

Seina ruutmeetrihind võib sisaldada selliseid töid nagu projekteerimine, tahumine ühelt või mõlemalt poolt, demonteerimine, isoleerimine ja palkide ettevalmistamine transpordiks. Transporti ja püstitamistöid pole soovitatav ruutmeetrite alusel arvestada, sest need sõltuvad eri olukordades muutuva- test teguritest.

Tabel 5 illustreerib, kuidas mõjutavad eri tegurid ruutmeetri hinda. Näites on esitatud 275 mm tõususammuga ühelt pool kantis palksein (D-sein) ilma kirveviimistluseta (sm piilutus). Seinte pindala on 198 m<sup>2</sup> ja vajalik toorpuidu kogus 59 m<sup>3</sup>. Hind sisaldab projekteerimist, tööd, puitu, kinnitustarvikuid, masinad ja infrastruktuuri, välja on jäetud müügikasum ning käibemaks. See arvestus näitab selgelt, kui suure osa hinnast moodustab tegelik palgitöö.

Kuuartiklid	Partii kohta	Pindala kohta		%
Töökulud	30550,2	154,3	€/m <sup>2</sup>	75,3
Toorpuut	6413,0	32,4	€/m <sup>2</sup>	15,8
Materjal	878,8	4,4	€/m <sup>2</sup>	2,2
Masinad, infrastruktuur	1164,2	5,9	€/m <sup>2</sup>	2,9
Projekteerimine, ettevalmistused	1558,2	7,9	€/m <sup>2</sup>	3,8
<b>KOKKU</b>	<b>40564,4</b>	<b>204,9</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>	<b>100,0</b>

Tabel 5. Seina ruutmeetri hinna kujunemine.

Palkide tõususamm mõjutab ruutmeetrihinda ja töö osakaalu. Tabelis 6 on võrreldud, kuidas neli erinevat palgi jämedust mõjutavad puidu- ja töö- kulu ning vastavaid kulutusi.

Mida jämedam on palk, seda rohkem tuleb varamismeetri kohta tööd teha. Samuti on suurema läbimõõduga palk on kallim. Nende asjaoludega on tabelis arvestatud. Sellest hoolimata on jämedast palgist kokkuvõttes soodsam ehitada kui peenemast. Suurema übermõõduga palgist ehitamine eeldab kokkuvõttes vähem töötunde, kuid Soomes on just töö kallim kui materjal.

Tabeli 6 vasakus osas on kollasega toodud väärtused, mis täidetakse vastavalt olukorrale. Oranžide lahtrite väärtused on automaatselt Excelis arvuta- tud. Need on olulised põhiväärtused, mille alusel arvutatakse õige ruutmeet- rihind. Tabel 6 on näitlik ning seda ei tohiks ehitusel üldkehtiva standardina kasutada. Iga palkehitaja peab arvestama enda kogemusel põhinevate and- metega, mida mõjutavad töötingimused, ehitaja oskused ja nõutav kvaliteet.

Kui eri palgiprofilidele, paksusele ja seinameetrite/tappide suhtele on vää- rtused määratud, käib pindala üldsumma arvutamine juba kiiresti. Nimetatud väärtuste määramine on suur töö ja see on võimalik vaid valminud projekti

Üldandmed		Täpsemad andmed	
Seinapalgi läbimõõt	34.00 cm	Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>
Tõususamm	32.50 cm	Puidu kuupmeeter	38.4 m <sup>3</sup>
Palgimeetriid (avadeta)	388.89 k.a.	Kokku	Ühiku hind
Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>	Töökulud	17355.98€
Puidu hind	120.00 €/m <sup>3</sup>	Toorpuut	4660.66€
Tööaeg (palgi meetri kohta)	1.03 h/m <sup>3</sup>	Materjal	653.33€
		Masinaid (suured)	1060.61€
		Projekteerimine, ettevalmistused	576.41€
		<b>KOKKU</b>	<b>24317.99€</b>
			<b>198.51 €/m<sup>2</sup></b>
			<b>100</b>

Üldandmed		Täpsemad andmed	
Seinapalgi läbimõõt	32.00 cm	Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>
Tõususamm	29.50 cm	Puidu kuupmeeter	36.74 m <sup>3</sup>
Palgimeetriid (avadeta)	415.25 k.a.	Kokku	Ühiku hind
Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>	Töökulud	18136.86€
Puidu hind	113.00 €/m <sup>3</sup>	Toorpuut	4151.21€
Tööaeg (palgi meetri kohta)	1.02 h/m <sup>3</sup>	Materjal	669.15€
		Masinaid (suured)	1069.08€
		Projekteerimine, ettevalmistused	587.41€
		<b>KOKKU</b>	<b>24613.73€</b>
			<b>200.97 €/m<sup>2</sup></b>
			<b>100</b>

**Tabel 6.** Kulude võrdlus eri läbimõõduga palkmaterjali puhul. (Jätk järgmisel leheküljel.) Vasaku osas on kollasega toodud väärtused, mis täidetakse vastavalt otakorrale. Oranžide lahtrite väärtused on automaatselt Excelis arvatud. Need on olulised põhiväärtused, mille alusel arvutatakse õige ruutmeetrihind.



Üldandmed		Täpsemad andmed			
Seinapalgi läbimõõt	30.00 cm	122.50 m <sup>2</sup>	Puidu kuupmeeter	34.64 m <sup>3</sup>	
Tõususamm	27.50 cm		Kokku	Ühiku hind	%
Palgimeetrid (avadeta)	445.45 k.a.	0.071 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> seinapalki	18905.25 €	154.33 €/m <sup>2</sup>	75
Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>	0.257 m <sup>3</sup> puitu/m <sup>2</sup> palkseina kohta	3809.97 €	31.10 €/m <sup>2</sup>	15
Puidu hind	110.00 €/m <sup>3</sup>		687.27 €	5.61 €/m <sup>2</sup>	3
Tööaeg (palgi meetri kohta)	1.00 hr/m <sup>3</sup>		1076.86 €	8.79 €/m <sup>2</sup>	4
			587.41 €	4.87 €/m <sup>2</sup>	2
			<b>25066.76 €</b>	<b>204.70 €/m<sup>2</sup></b>	<b>100</b>
Üldandmed		Täpsemad andmed			
Seinapalgi läbimõõt	28.00 cm	122.50 m <sup>2</sup>	Puidu kuupmeeter	32.41 m <sup>3</sup>	
Tõususamm	25.60 cm		Kokku	Ühiku hind	%
Palgimeetrid (avadeta)	478.52 k.a.	0.062 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> seinapalki	19590.34 €	159.92 €/m <sup>2</sup>	77
Seina pindala	122.50 m <sup>2</sup>	3.906 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> palksein	3565.23 €	29.10 €/m <sup>2</sup>	14
Puidu hind	110.00 €/m <sup>3</sup>	0.241 m <sup>3</sup> puitu/m <sup>2</sup> palkseina kohta	707.11 €	5.77 €/m <sup>2</sup>	3
Tööaeg (palgi meetri kohta)	0.97 hr/m <sup>3</sup>		1083.36 €	8.84 €/m <sup>2</sup>	4
			587.41 €	4.90 €/m <sup>2</sup>	2
			<b>24613.73 €</b>	<b>200.97 €/m<sup>2</sup></b>	<b>100</b>

**Tabel 6.** Kulude võrdlus eri läbimõõduga palkmaterjali puhul. (Algus eelmisel leheküljel.)  
 Vasakus osas on kollasega toodud väärtused, mis täidetakse vastavalt olukorrale. Oranžide lahtrite väärtused on automaatselt Excelis arvutatud.  
 Need on olulised põhiväärtused, mille alusel arvutatakse õige ruutmeetrihind.

## Kulueelarve

Kulueelarve põhineb (kõrge versioon):

- ehitustellijal tehtud põhiplaan (eskiis), arutelu andmed (L 28.01.2012)
- pool meetrit lisatud elutoas
- 3D-mudel (Alppisalvos Oy)
- 3D-mudeli alusel tehtud pindala arvestus

Kulueelarve sisaldab:

- seina-, vahelae- ja laekonstruktsioonid ning need on paigaldus- ja veovalmis (pakis) Hakokyläs
- palgid ja nende hankimine
- seinte sisepind ja välispind käsitsi tahatud (tahumine: ?? €/m<sup>2</sup> netopindala)
- seinapalgid isoleeritud, kõik ühendamiskohad ettevalmistatud
- kõik kinnitustarvikud, mis nende konstruktsioonide jaoks vajatakse
- projekteerimine ja ehitusloa joonised (umbes ?? €/seina ruutmeetrit)
- km 23%

	Korruste pindala, vundamendi pindala	Seina-konstruktsioonid, seinapindala (sisaldab katusealust 17 m <sup>2</sup> )*	Vahelae konstruktsioonid, vundamendi pindala	Lae-konstruktsioonid, laepindala	Kulude summa
Kogused	103.5 m <sup>2</sup>	241.0 m <sup>2</sup>	33.0 m <sup>2</sup>	159.0 m <sup>2</sup>	??
Hind m <sup>2</sup> kohta	??	??	??	??	??
Kuluartikkel		mnjaa...	kuigi...	raske öelda...	alati olnud alla miljoni
Vajalik puidukogus			80,0 m <sup>3</sup>		
Valmis karkassi vedu ehituskohta hinnanguliselt			2 × pakk + järelhaagis = ?? eurot (sisaldab km) (2 × 100 km)		
Püstitamine tunnitööna, hinnanguliselt 3,5 päeva			?? eurot (sisaldab km) autotötstuk ?? €/päev 3 meest 11 t = ?? €/päev		

\* = katusealuse pindalaks on arvestatud see osa, kus kõrgus on üle 1,6 m

**Tabel 7.** Tellijale esitatava kulueelarve näidis hindateta.

alusel. Töö- ja materjalikulu tagantjärele hindamist nimetatakse analüüsiks ning sellest tuleb täpsemalt juttu artikli lõpuosas.

Kui ruutmeetri kuludele on leitud usaldusväärsed väärtused ning joonistelt on arvatud täpne ruutmeetrite arv, on lihtne koostada kulueelarve. Kulueelarve eesmärk on 10% täpsuse saavutamine.

Kogemuste põhjal võib ruutmeetrites hinnata ka pöranda-, vahelae- ja katusekonstruktsioone.

Tabelis 7 on esitatud ülevaatlik kulueelarve tellijale esitamiseks (hinnad on sellest kustutatud). Sellele võib vajaduse korral lisada muude töötappide kulud, näiteks vundamendi valmistamine, katusetööd jms.

Ka hoone püstitamise kohta on mõttekas esitada eelarve, et kliendile oleks hinna suurusklass teada juba ehitusprojekti algfaasis. Kuna püstitamiseks kuluv aeg sõltub kohalikest tingimustest ja ilmast, on selle hind mõistlik pakkuks tunnitaseks. On õiglane, et risk jaguneb tellija ja ehitaja vahel – põhiosa ilmaga seotud riske jääb palkide töötlemise järgus niikuinii ehitaja kanda.

Palkehitajal on alati soovitatav esitada kliendile esmalt kulueelarve. Sellisel juhul saab objekti põhikulud teada väiksema tööga ning suuremat projekterimist ja pakkumuse koostamist ei alustata asjata.

### **Palgipõhine arvestus ja pakkumuse koostamine**

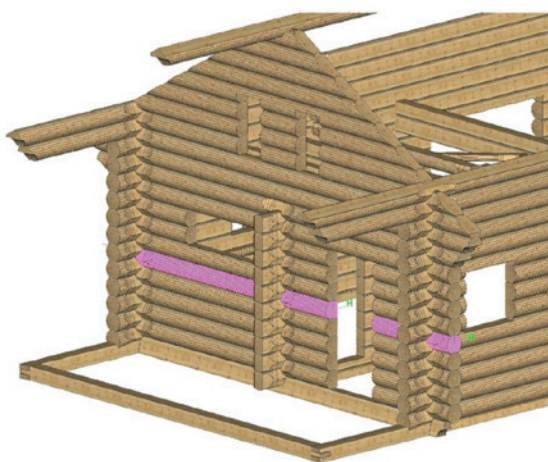
Kui pakkumuse koostamisel lähtutakse üksikust palgist, arvestatakse tööaja kulu, materjali kogust, puidu paksust ja seina tõususammu automaatselt. Sellisel juhul on lihtsam meeles pidada iga üksiku palgi juures tehtavaid lisatöid ja sõlmi ning kontrollida konstruktsioonide toimivust. Selline arvutusmudel nõuab palgi õige tõususammuga joonestatud ehitusjooniseid.

Kuluarvestuse saab teha joonestamise ajal. Kõrvuti jooniste või CAD-programmiga töötamisega märgitakse eraldi dokumenti palkide ja seinte töö- ja materjalikulu. Mugavamaid lahendusi pakuvad spetsiaalselt puithoonete ehitamiseks loodud CAD-programmid. Näiteks annab Cadwork võimaluse sisestada olulist lisateavet (nt tappide ja varade ajaväärtused, lisatööde liigid, maht ja aeg) otse joonisele üksiku palgi juurde. Programmi saab ka salvestada muid märkusi, mis kaasatakse jooniste tegemisse automaatselt, nt palgi valimise joonisel. See on praktikas justkui 3D-programmi neljas mõõde.

Arvuti ja projekteerimisprogrammid võimaldavad väärtusi ja andmeid hõlpsalt muuta või ümber arvutada. Kui kogu eelarve tuleb käsitsi ümber arvutada, jääb see suure töömahu tõttu sageli tegemata. Siiski tuleb nii käsitsi paberil kui ka eriprogrammi abil arvestust koostades uurida ja silmas pidada samu aspekte. Mis sel etapil ununeb, võib hiljem ehitamise käigus väga kalliks maksma minna.

Kui palkhoone konstruktsioon palkhaaval hoolikalt läbi vaadata, saab parima ülevaate tööaja vajaduse, puidu koguse ja kinnitustarvikute hulga kohta. Allpool on esitatud seina joonis ning sellel põhinevad puidu- ja tööajaloendid (tabelid 8 ja 9).

Kui kõik andmed on olemas, võib pakkumuse summa arvutada nt Exceli tabelis. Tabelis 10 on toodud üks näide, kuidas kirjeldavat tabelit koostada võiks. Tabel 10 on mõeldud ennekõike pakkumuse koostamiseks. Paremal on lisaks välja toodud pindala väärtused, mida saab hiljem kasutada sama tüüpi hoone kulueelarve koostamisel. Tabelis ei ole esitatud hindu, sest need võivad olla eksitavad.



**VASAKUL**

3D-mudelil tähistatud palk sisaldab palju lisateavet, mille saab vajalikul moel kuvada. Peale selle saab andmetest teha loendi, kus andmeid saab muuta, sorteerida ja kokku võtta.

**ALL**

Sama palk (nüüd seestpoolt vaadatuna).

Näha on kõik lisaandmed.

1. palgi pikkus
2. keskmine läbimõõt (ilma kooreta)
3. ajaväärtus/1 tapp
4. ajaväärtus/1m<sup>1</sup> vara
5. lisatööd, mis?
6. ajaväärtus/1 nimetatud lisatöö
7. mitu korda seda lisatööd tehakse
8. meeldetuletused (tööjoonistele, palgi valimine)
9. kinnitusmaterjalid

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

1680-300-0,42-0,92-ava(tendrisoon, valtsid)-0,25-1,0



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

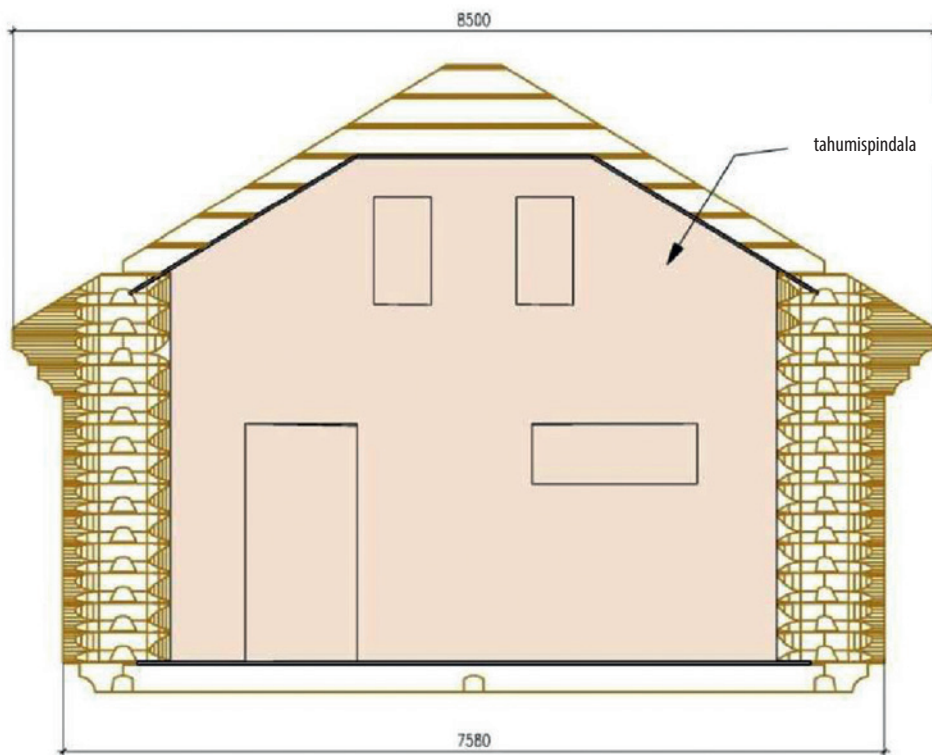
4870-300-0,42-0,92-ava(tendrisoon, valtsid)-0,25-1,0-lavakandurid-ei ole kinnitusmaterjali



**Joonis 11.** Mõned programmid võimaldavad sisestada olulist lisateavet iga üksiku palgi kaupa (nt tappide ja varade ajaväärtused, lisatööde liigid, maht, aeg jne jne). *Meinrad Rohneri joonis.*

**SEIN A**

Seina pindala	36,7 m <sup>2</sup>
Tahumispindala	20,2 m <sup>2</sup>
Palgimeetrid, tegelik	122,7 m <sup>1</sup>
Palgimeetrid, avadeta	136,2 m <sup>1</sup>
Palgid kooreta	9,7 m <sup>3</sup>
Palgid koos koorega	10,7 m <sup>3</sup>
Tapid	43,0 tk
Meetrit tapp	3,0 m
Varamine	107,21
Tappide tegemine	17,41
Lisatööd	30,0 t
Kõik tööd	154,5 t



**Joonis 12.** Palkseina joonis koos konkreetse seina tööajakulu arvutamiseks vajalike andmetega.  
Meinrad Rohneri joonis.

Nr PL	BÜG	Nimetus	TK	[mm]	[gcs]/[m]	tk tapp	tapp	koorku	t/m <sup>3</sup>	lisa 1	t lisa 1	tk lisa 1	lisa 1 sum	lisa 2	t lisa 2	tk lisa 2	lisa 2 sum	Pes Nr. sum
2033	Lage 1.0	sein A	1	7280.0	7,280	3	0,42	1,26	0,92	6,70	0,66	0,33	2,0	0,66	0,33	2,0	0,66	9,87
2023	Lage 2.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	5,57
2009	Lage 2.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2024	Lage 3.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	5,57
2010	Lage 3.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2025	Lage 4.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	5,57
2011	Lage 4.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2026	Lage 5.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	5,57
2012	Lage 5.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2027	Lage 6.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	5,57
2013	Lage 6.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2014	Lage 7.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2028	Lage 7.0	sein A	1	4870.0	4,870	2	0,42	0,84	0,92	4,48	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	6,07
2016	Lage 8.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,22
2015	Lage 8.0	sein A	1	1615.0	1,615	1	0,42	0,42	0,92	1,49	0,25	2,0	0,50	0,50	2,0	0,50	0,00	2,41
2017	Lage 8.0	sein A	1	1725.0	1,725	1	0,42	0,42	0,92	1,59	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,26
2019	Lage 9.0	sein A	1	1680.0	1,680	1	0,42	0,42	0,92	1,55	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,26
2020	Lage 9.0	sein A	1	1725.0	1,725	1	0,42	0,42	0,92	1,59	0,25	1,0	0,25	0,25	1,0	0,25	0,00	2,26
2018	Lage 9.0	sein A	1	1615.0	1,615	1	0,42	0,42	0,92	1,49	0,25	2,0	0,50	0,50	2,0	0,50	0,00	2,41
2031	Lage 10.0	sein A	1	7380.0	7,380	3	0,42	1,26	0,92	6,97	0,58	2,0	1,16	0,66	0,33	2,0	0,66	9,32
2032	Lage 11	sein A	1	8040.0	8,040	3	0,42	1,26	0,92	7,40	0,33	2,0	0,66	0,33	2,0	0,66	0,00	9,32
2029	Lage 12.0	sein A	1	8500.0	8,500	2	0,42	0,84	0,92	7,82	0,33	2,0	0,66	0,33	2,0	0,66	0,00	9,32
2030	Lage 13.0	sein A	1	8500.0	8,500	2	0,42	0,84	0,92	7,82	0,33	2,0	0,66	0,33	2,0	0,66	0,00	9,32
2035	Lage 14.0	sein A	1	2988.1	2,988	1	0,50	0,50	0,92	2,75	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	5,00
2036	Lage 14.0	sein A	1	780.0	0,780	0	0,83	0,00	0,67	0,52	0,65	2,0	0,50	0,25	1,0	0,25	0,00	1,02
2034	Lage 14.0	sein A	1	2988.1	2,988	1	0,50	0,50	0,92	2,75	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	5,00
2022	Lage 15.0	sein A	1	2320.0	2,320	1	0,42	0,42	0,92	2,13	0,75	1,0	0,75	0,25	1,0	0,75	0,25	3,55
2021	Lage 15.0	sein A	1	2320.0	2,320	1	0,42	0,42	0,92	2,13	0,75	1,0	0,75	0,25	1,0	0,75	0,25	3,55
2000	Lage 15.0	sein A	1	780.0	0,780	0	0,00	0,67	0,52	0,41	0,55	2,0	0,50	0,25	1,0	0,25	0,00	1,02
2004	Lage 16.0	sein A	1	2080.8	2,081	0	0,00	0,67	1,39	0,98	0,75	1,0	0,75	0,25	1,0	0,75	0,25	2,39
2003	Lage 16.0	sein A	1	2080.8	2,081	0	0,00	0,67	1,39	0,98	0,75	1,0	0,75	0,25	1,0	0,75	0,25	2,39
2002	Lage 17.0	sein A	1	5094.4	5,094	0	0,00	0,67	3,41	2,28	0,58	2,0	1,16	0,66	0,33	2,0	0,66	1,02
2001	Lage 16.0	sein A	1	780.0	0,780	0	0,00	0,67	0,52	0,41	0,55	2,0	0,50	0,25	1,0	0,25	0,00	1,02
2005	Lage 18.0	sein A	1	4187.1	4,187	0	0,00	0,67	2,81	1,86	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	4,31
2006	Lage 19.0	sein A	1	3799.8	3,799	0	0,00	0,67	2,20	1,46	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	3,70
2007	Lage 20.0	sein A	1	2372.5	2,373	0	0,00	0,67	1,59	1,04	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	3,09
2008	Lage 21.0	sein A	1	1465.2	1,465	0	0,00	0,67	0,98	0,65	0,75	2,0	1,50	0,50	0,75	2,0	1,50	2,48
Nimetus: sein A			37	122,757				17,38	107,24				24,30				5,59	154,51
8G väliseinad			37	122,757				17,38	107,24				24,30				5,59	154,51
kokku			37	122,757				17,38	107,24				24,30				5,59	154,51

Tabel 8. Joonise põhjal genereeritud konkreetse seinä tööajakulutabel.

BG	Nr.SL	Nimetus	TK	L (roh)	L (roh,ges)	keskmine läbimoot	m <sup>3</sup> ilma kooreta	m <sup>3</sup> koorega
välisseinad	16	sein A	1	1,47	1,5	300	0,10	0,11
välisseinad	8	sein A	1	1,68	1,7	300	0,12	0,13
välisseinad	15	sein A	1	2,37	2,4	300	0,17	0,18
välisseinad	14	sein A	1	3,28	3,3	300	0,23	0,26
välisseinad	13	sein A	1	4,19	4,2	300	0,30	0,33
välisseinad	9	sein A	1	4,87	4,9	300	0,34	0,38
välisseinad	12	sein A	1	5,09	5,1	300	0,36	0,40
välisseinad	18	sein A	1	6,00	6,0	300	0,42	0,47
välisseinad	17	sein A	1	6,48	6,5	300	0,46	0,50
välisseinad	6	sein A	1	7,58	7,6	300	0,54	0,59
välisseinad	7	sein A	7	7,58	53,1	300	3,75	4,13
välisseinad	19	sein A	1	7,82	7,8	300	0,55	0,61
välisseinad	10	sein A	1	8,04	8,0	300	0,57	0,63
välisseinad	11	sein A	2	8,50	17,0	300	1,20	1,32
keskmine läbimoot: 300			21		128,9		9,11	10,04
välisseinad	5	sein A	1	7,28	7,3	330	0,62	0,68
keskmine läbimoot: 330			1		7,3		0,62	0,68
<b>Kokku</b>			<b>22</b>		<b>136,2</b>		<b>9,73</b>	<b>10,72</b>

**Tabel 9.** Joonise põhjal genereeritud konkreetse seina materjalikulutabel.







## 1. PALKSEINAD

### 1.1. Üldist

- Töövõtja on koostanud kliendi ettepaneku põhjal lisana esitatud joonised. Selle joonise alusel on arvestatud palgiringide arv ja palkseina konstruktsioon.
- Palgid töödeldakse käsitsi puidu loomuliku kuju järgides, palkide jätkukohad pikisuunas näha ei jää ja neid ei tehta ühte kohta pealistikku.

- Palkseina vajumisvaruks arvestatakse kõigi püstelementide juures 5% (nt aknad, ukсед, postid).
- Tugevusarvutused tellib vajaduse korral klient.

### 1.2. Kinnitus vundamendi külge, niiskustõke, esimene palgiring

- |   |    |    |
|---|----|----|
| • Palksein kinnitatakse vundamendi külge kiilankrute või muude samalaadsete kinnitusvahenditega.                      | tk | 18 |
| • Vundamendile pannakse niiskustõkkeks ruberoid (materjali mureteb klient).   | jm | 32 |
| • Kõige alumine palgiring on keskmisest paksemast palgist, millele tehakse väljapoole tilkumissoon, kuju koonuseline. | jm | 18 |
| • Teises suunas tehakse alumine palgiring poolitatud palgist, tilkumissoon väljaspool.                                | jm | 20 |

Soovitame kõige alumine palgiring tõrvata, tõrv ei sisaldu pakkumuses.

### 1.3. Seinapalgi tüüp: D-palk ja servatud palk

- |  |  |                |     |
|--|--|----------------|-----|
| • Välisseinad on D-palgist, vaheseinad servatud palgist, kokku       | jm   | 505            |     |
| • Kõik seinapalgid varatakse käsitsi puidu loomuliku vormi järgides. | jm   | 505            |     |
| D-palk   | • Välispoolelt ümar, sisepoolelt servatud, u 275 mm, samm umbes 290 mm.                        | jm             | 440 |
| Servatud palk  | • Mõlemalt poolelt saetud, 210 mm, tõsusamm umbes 290 mm                                       | jm             | 65  |
|  | • Siseruumi vaheseina ehitamisel arvestatakse selle välisseinaga võrreldes suuremat kuivamist. | m <sup>2</sup> | 18  |
| • Seinapalkide kuupmeetrid (ümara puidu väärtus).                    |  | m <sup>3</sup> | 36  |

### 1.4. Vara jm 505

- |  |    |     |
|--|----|-----|
| • Lauge kinnine vara, 80–120 mm, mis sobitatakse millimeetri täpsusega alumise palgiga.  | jm | 505 |
| • Kasutatakse vaegvaramistehnikat <sup>1</sup> , alumisel palgiringil kalibreeringute vahe 8 mm, seda vähendatakse seina tõustes, raskus jagatakse juhitult. | jm | 505 |
| • Sirkli topeltjoon võimaldab vara tegemisel eemaldada oksajõnksud, säilitades palgi loodusliku kuju nähtavates piirkondades <sup>2</sup> .                  | jm | 505 |
| • Isoleeritud kahe pealistikku linaribaga, isolatsioon ei jää näha.  | jm | 505 |

#### 1.4.1. Erivarad

- |  |       |   |
|--|-------|---|
| • Lihtvara (vaegvaramistehnikat ei rakendata) ja isolatsiooniribaga tihendamine kohtades, kus on suur punktkoormus või kus on ühe tapplitega palke (siseseinad). | kohti | 5 |
|--|-------|---|

### 1.5. Salapulgad

- |  |      |    |
|--|------|----|
| • Palkseina stabiilsuse suurendamiseks ühendatakse palgid männist salapulkadega (38 mm).   | ridu | 14 |
| • Salapulkade ridade vahe on kaks meetrit. Salapulgad peavad olema alati akna- ja ukseavade ümber, kui ava asub nurgast kaugemal kui üks meeter. |      |    |

<sup>1</sup> Autor viitab isetihenevatel tappidel (nt möögateranurk, sadultapp) rakendatavale palkehitustehnikale, mille puhul tapp ja vara märgitakse märkesirkli erineva kalibreeringuga (vara jääb algul õhku), et vara servade liiga tihe kontakt alumise palgi seljaga ei takistaks kuivamisel tappide tihenemist. Soome keeles *alivaraus/ylivaraus*, inglise keeles *underscribe/overscribe*. – Toimetuse märkus.

<sup>2</sup> Autor viitab tendentsile tänapäevases käsitöenduslikus palkehituses, kus palgid töödeldakse töötlemishõlpsuse nimel nii sirgeks, et seina välisilme läheneb tööstuspalgile. Alppisalvos OY soovib sellisest ehituslaadist eristuda ning selle erinevuse kliendile selgelt teatavaks teha. – Toimetuse märkus.

**Tabel 11.** Pakkumuse sisu avamine kliendile tabeli abil.

Pakkumuse koostamisel on väga oluline, et kliendile näidataks arusaadavalt, mida ta saab, kuidas hoone ehitatakse ja milliseid asjaolusid pakkumus ei hõlma. See on sama oluline kui arvestus ise. Pakkumusena esitatava arvestuse abil saab selgelt esile tuua pakkumuse sisu. See aitab välistada hilisemaid arusaamatusi ja tülisid. Pakkumuse sisu kohta tuleb seega koostada kirjeldus või spetsifikatsioon. See võib olla tabel, fotodega illustreeritud tekst või 3D-mudel, mida klient saab arvutiekraanilt vaadata. Järgnevalt on toodud näited kõigi variantide kohta.

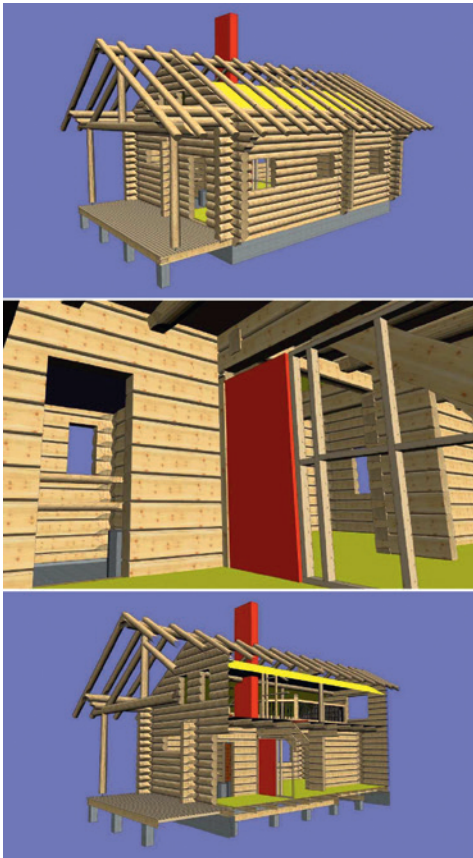
Tehniline spetsifikatsioon tabelina (tabel 11) sobib hästi kliendile, kellel on palkhoonete ehitamisest piisavalt teadmisi. Andmed on esitatud detailselt ja selgelt, kuid tekst pole kuigi kergesti loetav. Oluline on nimetada kogused.

Ütlus „üks pilt räägib rohkem kui tuhat sõna” kehtib ka pakkumust kirjeldades. Piltide abil saab teavet selgelt vahendada ka sellistele klientidele, kes

ei ole palkehitud kursis. Tuleb siiski meeles pidada, et pildid ei asenda arvusid, mistõttu tuleb pakkumusele lisatud seinajoonistel ka kogused esile tuua. Ärge lisage pilte ilma arvudeta ja arve ilma selgitusteta!

Väga tõhus viis tulevase hoone esitlemiseks on 3D-mudel, mida klient saab oma arvutis vaadata ja liigutada. Mudelilt näeb, milliseid töid ja kuidas tehakse, vajaduse korral saab lisada lõikejoonised. Ainult detailselt joonistatud mudelit saab pakkumusega seotud arvutuste tegemisel aluseks võtta! Õnnestunud mudel loob projekteeritavast objektist esmase ettekujutuse ning annab edasi hoone atmosfääri.

Kõik pakkumused peavad sisaldama täpseid andmeid ehitustellijale ja töövõtjale kohta. Samuti tuleb esitada tarnetingimused ning lisatööde ja muudatuste kulud. Pakkumuses on oluline ära tuua maksete ajagraafik. Hea on siduda osamaksete teatud tööde valmimisega. Sellisel juhul maksab klient tehtud tööst ning ta saab soovi korral käia tööde edenemist ja kvaliteeti objektile jälgimas.



**Joonised 13–15.** Pakkumuse sisu avamine kliendile kolmemõõtmeliste jooniste abil. *Meinrad Rohneri joonised.*

### Varad

Palkidele tehakse lauge kinnine vara (90–130 mm, minimaalselt 80 mm) ja see sobitatakse täpselt alumise palgiga. Kontrollitud surve jagunemise tagamiseks on alumise palgirea vaegvara umbes 10 mm, kuid see väheneb palgiridade kasvamisel. Toppeltoonte märkimise teel kõrvaldatakse oksajõnksud alumise palgil seljalt nii, et varad jäävad laugeks, samal ajal palgil looduslik kuju nähtavates piirkondades säilib.

Varad isoleeritakse kahe pealistikku linaribaga. Isolatsiooniribaga tihendatud lihtvara kasutatakse kohtades, kus on suur punktkoormus.

Palgid ühendatakse seina stabiilsuse suurendamiseks salapulkade abil. Salapulgaridade vahe on kaks meetrit. Kui ukse- või aknaava jääb nurgast kaugemale kui meeter, paigaldatakse salapulgad ka ava ümber. Avad augud salapulcade paigaldamiseks tehakse palkide töötlemisjärgus, kuid salapulgad ja tendripostid paigaldatakse püstitamise käigus. Palkide jätkukohad näha ei jää ning neid ei paigutata pealistikku.

Palkseina vajumist 5% võetakse arvesse kõigis neis kohtades, kus palksein puutub kokku mitteliikuvate elementidega (nt aknad, ukсед ja postid). Siseruumi vaheseina ehitamisel arvestatakse selle suuremat kuivamist võrreldes välisseinaga.

### Ühenduskohad ja puuritud augud

Kõik ukse- ja aknaavad ning postisooned ning sooned lagede ja rõdupõranda jaoks saetakse paigaldamise tarbeks valmis. Arvestatakse seina vajumisega.

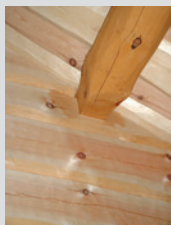
Elektrisüsteemi (kaablid, lülitid, pistikupesad, harukarbid jms) paigaldamiseks tehakse valmis vajalikud avaused. Pindmisi paigaldusi ei tehta. Elektriprojekt peab olema valmis juba palkide töötlemise alguseks.



Palgi loomulik kuju



Varade isoleerimine



Tabel 12. Pakkumuse sisu avamine kliendile teksti ja fotode abil.

Osamaksete ajagraafik võib olla näiteks järgmine (vt tabel 13). Kui klient on pakkumuse heaks kiitnud, sõlmitakse leping ja projektiga saab algust teha.

### Analüüs

Hea mahu- ja kuluarvestus eeldab kahe asjaolu arvestamist. Esiteks tuleb teada, mida ja kuidas tehakse ning kui palju ja millist materjali kasutatakse. Selleks on vaja häid jooniseid. Teiseks tuleb teada, kui palju mingile tööetapile aega ja materjali kulub. See nõuab head töökogemust.

Põhjalike kogemuste saamiseks kulub aastaid. Kui oma tegevust teadlikult ei analüüsita, ei kogune ka vajalikke teadmisi järgmiste tööde kavandamiseks

Tellimismakse (sisaldab puitmaterjali koormist ja ladustamist)	5%
Esimese palgiringi valmimine	10%
6. palgiringi valmimine	10%
Palkkehandi valmimine akende ülaservani	20%
Palkseinte valmimine	25%
Katusekonstruktsioonide valmimine	20%
Hoone püstitamise lõpp	5%
Lõpparve pärast kattematerjali paigaldamist	5%
	<b>100%</b>

**Tabel 13.** Osamaksete näidisgraafik.

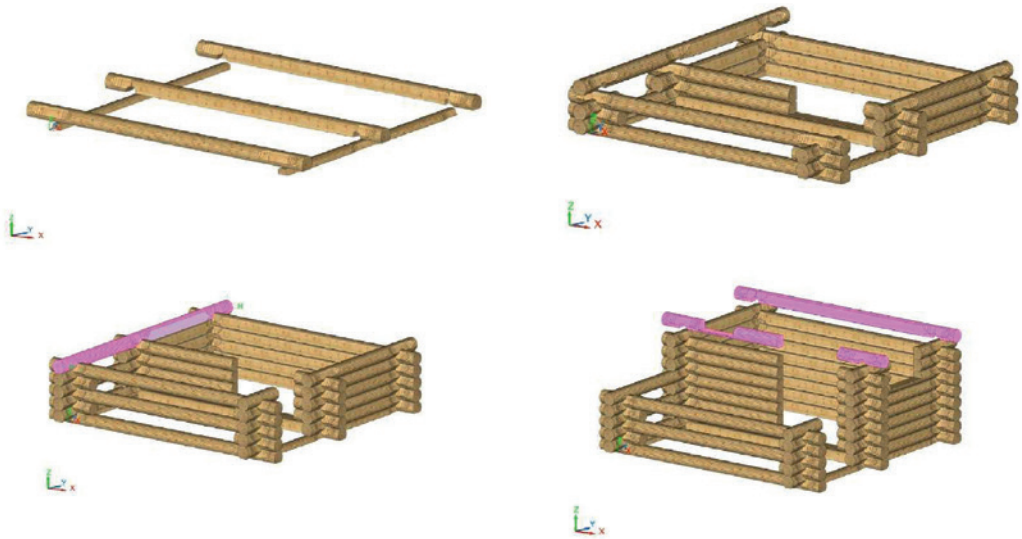
ja arvutuste tegemiseks. Kogemuste analüüs on aja- ja materjalikulude hindamisel kõige tähtsam! Analüüsi all mõistan lihtsamalt öeldes seda, et hoone ehitamise kohta märgitakse üles võimalikult palju teavet: kui palju aega ja materjali kulus näiteks palkide kantimisele, ühe palgi, palgiringi või vahelae konstruktsiooni töötlemisele, koorma tegemisele jne. Üksikasjalik teave on väga väärtuslik, sest seda saab hõlpsasti uutele projektidele üle kanda. Kohustuslik raamatupidamine ei anna pakumustega seotud arvutusteks piisavalt teavet.

Analüüs on kasulik, kuid pärast pikka tööpäeva on raske teavet kirja panna. Seetõttu jäävad andmed tihti üles märkimata. Lihtsam võimalus on ehitust kord nädalas pildistada. Selline pilt võib olla foto või 3D-joonis. Pildile tuleb märkida kuupäev ja eelmisest ülevaatuses saati kulunud töötunnid. Sellisel moel saab jälgida, kas tappliidete, varade ja lisatööde tegemiseks väljapakutud töömaht peab paika. Vajaduse korral saab väärtusi täpsustada ja parandada.

Joonisel 16 esitatud vaated on tehtud umbes nädalase vahega. Programmi abil on seire lihtne, sest igale palgile antud väärtused on teada. 3D-mudelilt valitakse need palgid, mida on nädala jooksul töödeldud, ning liidetakse kokku neile projekteerimisfaasis määratud töömaht. Kui seda väärtust võrrelda tegeliku tööajaga, on näha, kui hästi eelnenud arvutus paika peab. Kui seda teha tööpäeva lõpus, on veel meeles, mille peale lisaeg kulus. Uued tegelikud väärtused saab vajaduse korral siduda virtuaalse projekteerimiskuva palgiga – see annab tulevaste projektide tarbeks reaalsed väärtused.

Kui täpsemaks analüüsiks ei ole aega, soovi või oskusi, võib ehitaja hiljemalt projekti lõpus kontrollida, kas aega ja raha oli piisavalt. Kui ka seda ei tehta, võib juhtuda, et tööd tehakse liiga odavalt ehk ebarentaabliit. Ka paindlik arvepidamine võib olla kogu projekti analüüsimiseks piisav.

Ka käsitööstuslike palkkonstruktsioonide tööde planeerimine, arvutuste tegemine ja töö hilisem analüüs tasub end kindlasti ära. Professionaalsus on oluline nii välitöödel kui kirjutuslaua taga. Välitöödel on raske tasa teha seda, mis on kirjutuslaua taga tegemata jäänud.



Joonis 16. Töö edenemise jälgimine 3D-mudeli abil.





Meinrad Rohner. Päivi Sainio-Rohneri foto.

**Meinrad Rohner** (sündinud 1969) on rohkem kui 15aastase kogemusega käsitööstuslik palkehitaja, palkehituskoolitaja ja ettevõtja. Oma palkehitajateed alustas ta Šveitsis, aastast 2004 tegutseb ta Soomes. Tema perekonnaettevõtet Alppisalvos OY iseloomistavad mitmekülgsus, individuaalne disain, kõrge kvaliteet ja viimistletud tulemus. Ettevõtte asub Kainuu maakonnas Hyrynsalmi lähistel endise Hakokylä külakooli kinnistul. Peale palkehitusega seotud teenuste pakub ettevõtte ka majutust ja loodusmatku.

Meinrad Rohner on teinud TÜ Viljandi Kultuuriakadeemiaga koostööd aastast 2005, koolitanud ja pakkunud praktikavõimalusi mitmetele rahvusliku ehituse õppejõududele ja üliõpilastele ning osalenud mitmetes valdkonna arendusprojektides ja mõttekodades.

## Volume and Cost Accounting in Hand-crafted Log Building

### Abstract

*In this article, an experienced log builder, Meinrad Rohner (Alppisalvos Oy, Finland), presents a volume and cost accounting method for handcrafted log building, which he himself uses in his own work. The methodology combines procedures arising from the technical peculiarities of the field and contract techniques of the business reality, and form 3-D and spreadsheet analyses. When building a log house, many aspects have to be considered, such as the quantity of wooden material and fastening fixtures, the working time required, a time schedule considering the reasonable sequence of work and delivery demands, a payment schedule and a realistic payroll. Both the builder and the client must know at the starting phase of the project how much time and money is required. During fieldwork, it is difficult to compensate for issues which were not paid attention to at the desk-stage.*

*One of the important planning stages is preparing an expenditure estimate which has to be done before a detailed quotation can be drawn up. Doing this will help to avoid labour-intensive design work and detailed bid preparation, if the contract is not ultimately signed.*

*Nowadays it is appropriate to use CAD drawing and spreadsheets for volume and cost calculations. More advanced drawing programs enable the insertion of additional information into the computer, such as the time volume of joints and grooves, types of additional work, etc., which form the so-called fourth dimension of a 3-D programme. When preparing the bid it is important to explain to the client what they will get, as well as what is not included in the quotation. 3-D models are also a good tool for illustrative explanations to such clients who are not familiar with log structures. Yet it has to be remembered that pictures cannot replace numbers, nor vice versa. A bid should also include delivery terms and costs for additional work and changes. It is important to prepare a written payment schedule. A good solution is to connect partial payments with the completion of certain work stages (for instance, logs debarked and stored for drying, the first six log rows installed, etc.).*

*A precondition for preparing a good volume and cost calculation is the knowledge about what and how will be done, and how much and what material will be used. In addition it must be known how much time and material is required at different stages of the work. The latter requires experience, the gaining of which takes many years. But if one's own activity is not consciously analysed,*

*the knowledge needed for planning will not be acquired. By analyses the author means that during the building process of a building as much information as possible should be recorded. For instance, how much time and material is needed for hewing the logs, for building a particular structure, for arranging the cargo, etc. This information can be used in subsequent projects. Psychologically it is not easy to perform monitoring and analyses, since this means dealing with documentation after a long working day. Thus it is advisable that appropriate routines and methodology are established before starting the fieldwork. One of the simplest solutions for recording a construction process is to take photos of the building once a week, or to save the work stage in 3-D view.*

**Keywords:** volume and cost accounting in handcrafted log construction, 3-D modelling, timeline of the building process, payment schedule, expenditure estimate, bidding, monitoring a building process, building process analyses



Meinrad Rohner (Alppisalvos Oy, Finland). Photo by Priit-Kalev Parts