

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutus

Henri Polvinen

Rakennusmateriaalien hukat ja niiden vähentäminen rakentamisessa sekä varastoinnissa

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2019



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2019**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä  
Henri Polvinen

Nimeke  
Rakennusmateriaalien hukat ja niiden vähentäminen rakentamisessa sekä varastoinnissa

Toimeksiantaja  
Rakentaja M. Laukkanen Oy

**Tiivistelmä**

Tässä opinnäytetyössä mietittiin missä työvaiheissa ja -tehtävissä materiaalihukkaa syntyy rakentamisessa. Aluksi kuitenkin kerrottiin taustaa rakennustyömailla syntyvistä jätteistä ja perehdyttiin myös hieman jätteitä ja jätteiden lajittelua koskeviin lakeihin.

Materiaalihukkien syntymistä tarkasteltiin syvemmin kerrostalon julkisivutiilimuurauksen osalta ja tutkittiin, missä vaiheessa siinä syntyy materiaalihukkaa, minkälaista hukkaa se on ja voidaanko tämän hukan määrää vähentää.

Viimeiseksi tutkittiin yleisesti rakennusmateriaalien varastointia ja sen vaikutusta hukkaan. Työssä selvitettiin millä tavoin rakennusmateriaalit tulisi säilyttää, jotta ne pysyisivät käyttökelpoisina ja näin välttyttäisiin turhalta materiaalien hukalta. Lisäksi myös perehdyttiin toimeksiantajayrityksen rakennusmateriaalivarastointeihin.

Lopuksi saatiin selville, että huolellisuudella määrälaskennassa voitaisiin ainakin tässä tapauksessa vaikuttaa materiaalihukan määrään. Saatiin myös selvitettyä seikkoja varastoinnin merkityksestä rakennusmateriaalien hukan syntymiseen.

Kieli  
suomi

Sivuja	31
Liitteet	1
Liitesivumäärä	4

**Asiasanat**

Materiaalihukka, hukka, julkisivumuuraus, varastointi



**THESIS**  
**April 2019**  
**Degree Programme In Civil Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author  
Henri Polvinen

Title  
Material loss and it's reduction in construction and storage

Commissioned by  
Rakentaja M. Laukkanen Ltd

Abstract

This thesis surveys the work stages and work tasks where material loss is generated in construction. At first, there is some background about where the waste is generated on construction sites and the legislation on waste and waste sorting is also familiarized with.

The material wastage was inspected more deeply in the facade masonry of an apartment building. The aim was to find out that at what stage the material loss is formed, what kind of loss it is and whether the amount of loss can be reduced. The client company's construction material storage was also studied in order to find out how building materials should be stored to keep them usable and that way to avoid wasted material.

Finally, it was found out that careful calculation of material affects the amount of material loss, at least in this case. The relevance of material storage to the forming of material loss was also clarified.

Language  
Finnish

Pages	31
Appendices	1
Pages of Appendices	4

Keywords

material loss, facade masonry, storage

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Tausta .....	5
1.2	Tavoite .....	7
1.3	Rajaukset .....	7
2	Jätelainsäädäntö .....	8
3	Rakennusmateriaalien menekit ja hukat .....	9
3.1	Teoreettinen materiaalimenekki .....	9
3.1.1	Menetelmälliset .....	10
3.1.2	Työvaiheliset .....	11
3.1.3	Työmaaliset .....	12
3.2	Hukan vähentämiskeinot .....	13
3.2.1	Rakennuskohteen suunnittelu .....	14
3.2.2	Materiaalien määrälaskenta ja hankinta .....	14
3.2.3	Rakennustyön suunnittelu .....	15
4	Julkisivumuuraus .....	16
4.1	Määrälaskenta .....	18
4.2	Materiaalien todellinen menekki .....	22
4.2.1	Hukkien prosenttimäärät .....	22
4.2.2	Hukan määrä euroina .....	22
4.3	Hukan syyt ja sen vähentäminen .....	23
5	Rakennusmateriaalien varastointi .....	24
5.1	Työmaavarastot .....	25
5.2	Keskusvarasto .....	26
5.3	Materiaalien säilyttäminen ja kierrättäminen .....	27
5.3.1	Säilytettävät materiaalit .....	28
5.3.2	Kierrätettävät materiaalit .....	28
6	Pohdinta .....	29
	Lähteet .....	31

### Liitteet

Liite 1 Rakennuksen piirustukset

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Materiaalihukkaa syntyy työmailla väkisin suurimmassa osassa työvaiheita. Syitä materiaalihukan syntymiseen ovat rakentamisen ajankohta, huonot tai puutteelliset suunnitelmat, poikkeamat ja lisätyöt, rakennusmateriaalien ja tarvikkeiden yhteensopimattomuus, työtehtävissä sattuvat virheet, työn suunnittelemattomuudesta, työmaalogistiikasta ja säilytystavat [1, 2-7].

Tilastokeskuksen mukaan Suomessa syntyi vuonna 2016 jätettä rakentamisessa 13,8 miljoonaa tonnia. Tästä noin 13 % eli 1,8 miljoonaa tonnia on rakentamisessa syntynyttä jätettä ja loput reilut 12 miljoonaa tonnia jätteestä muodostuu maamassoista. Jättemaata on jouduttu ajamaan entistä enemmän jätteiden kaatopaikalle, joka lisää jättemäärää. [2, 1.]

Kaikesta huolimatta jätteiden määrä rakentamisessa on vähenemään päin. Vuonna 2013 rakentamisessa jätteitä syntyi vielä noin 15 miljoonaa tonnia, joka on noin 8 % enemmän kuin vuonna 2016. Uudisrakentamisen osuus jätteen syntyperästä on noin 10 % luokkaa. [3, 38; Kuva 7.]

Tämän opinnäytetyön kohteena olevalla työmaalla syntyi jätettä noin 20,2 tonnia. Tämä jättemäärä syntyi seka-, energia-, puu-, kivi- ja betonijätteestä. Näitä jätteitä ei ole kuitenkaan eritelty erikseen eri jäteluokkiin, koska tämä tieto on saatu murskauskeskukselta, joka ei ole toimittanut jätteistä erillistä erittelyilmoitusta. Jätteisiin ei ole myöskään laskettu mukaan perustusvaiheen maanvaihoista syntyneitä maa-ainesjätteitä, eikä myöskään metalliromua, joka kuljettiin eri vastaanottajalle jatkokierrätykseen. Rakennuksen pinta-ala on noin 3800 m<sup>2</sup>, jolloin syntyneen rakennusjätteen määrä on suunnilleen 5,3 kg jätettä valmista asuinneliömetriä kohden.

Toimeksiantajana tällä työllä toimii Rakentaja M. Laukkanen Oy. Tämä yritys on perustettu vuonna 1984. He ovat rakentaneet paljon erilaisia kohteita, mutta viime

vuosina he ovat keskittyneet omaperustaiseen asuntotuotantoon. Viimeisen 17 vuoden aikana uusia asuntokohteita on rakentunut noin 15 kappaletta. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2017 n. 6,4 miljoonaa euroa. Rakennusmiehiä heillä on töissä kymmenisen kappaletta ja rakennusalan toimihenkilöitä kolme.

Tämä yritys oli työpaikka, jossa pääsin ensimmäistä kertaa työnjohtotöihin ja lähes heti töihin päästyäni huomasin, että työmaalla syntyy suuria määriä rakennusmateriaali hukkaa ja rakennusjätettä. Aloin pohtia miten materiaalihukkaa voisi pienentää ja keskustelin asiasta toimitusjohtaja Jussi Laukkasen kanssa. Sovimme aiheeksi lyhyen keskustelun jälkeen rakennusmateriaalien hukan vähentämisen ja ylijääneiden materiaalien mahdollisen hyödyntämisen.

Asuntokohde, johon opinnäytetyöni nojaa on kerrostalo, joka sijaitsee Niinivaaralla. Rakennus on 8-kerroksinen ja siihen valmistui yhteensä 61 huoneistoa ja lisäksi kellariin tuli väestönsuoja, varastotilat ja yhteiset sauna- ja pesutilat. Kellarissa sijaitsee myös rakennuksen sähköpääkeskus ja lämmönjakuhuone. Ulkorakennuksia ovat kaksi autokatosta ja pyöräkatos. (Kuva 1.)



Kuva 1. Havainnekuva rakennuksesta (Kuva: Rakentaja M. Laukkanen Oy).

Rakennuksen asunnot ovat omistusasuntoja, joiden pinta-alat ovat välillä 30 m<sup>2</sup>-94 m<sup>2</sup>. (Liite 1, 1(4).) Rakennuksen rakentaminen on aloitettu kesällä 2017 ja se valmistui alkuvuodesta 2019.

Rakentaja M. Laukkanen Oy aloitti uuden rivitalokohteen Kontiolahden Lehmoon syksyllä 2018. Kevään 2019 aikana alkaa myös Joensuun Karsikkoon 6-kerroksisen kerrostalon rakennustyömaa.

## **1.2 Tavoite**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten hukkaa syntyy rakennustyömaallamaalla tietyissä työvaiheissa ja kuinka tämän hukan määrää voitaisiin pienentää. Materiaalihukan syntymistä ja vähentämistä tarkastelen rakennerratkaisujen, suunnittelun ja itse rakentamisen vaiheissa.

Tässä työssä tutkin tarkemmin hukan syntymistä julkisivumuurauksessa. Tutkin myös, paljonko tämän hukan määrä vaikuttaa työvaiheen kokonaiskustannuksiin materiaalien osalta.

Aion myös yleisesti tutkia varastointia ja sen vaikutusta materiaalihukkaan. Perehdyn lisäksi toimeksiantaja yrityksen rakennusmateriaalivarastointiin ja mietin sitä kautta, miten se vaikuttaa rakennusmateriaalien hukkaan joutumiseen. Mietin myös mitä materiaaleja tulisi säilyttää, mitä laittaa kierrätykseen ja miten materiaaleja tulisi säilyttää. Sivuan myös lopussa materiaalien säilytystä rakennusliikkeen keskusvarastointialueella.

## **1.3 Rajaukset**

Rajaan työni käsittelemään yleisesti rakennusmateriaalien hukan syntymistä ja niiden vähentämistä, sekä syvennyn myös tarkemmin julkisivumuuraukseen. Tämä oli sellainen rakennusvaihe, jossa olin itse tarkemmin mukana ja josta on helppo seurata tapahtuneita menekkejä ja hukkia. Julkisivumuurauksessa seuraan tiilien ja laastin menekkiä.

## 2 Jätelainsäädäntö

Suomen laissa rakennus- ja purkujätteestä määrää valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179 [4]. Tämä asetus nojaa lakiin jätelaki 17.6.2011, joka taas nojaa Euroopan unionin direktiiviin 2008/98/EY jätteistä [5, 5;8;13].

Valtion neuvoston asetuksessa 19.4.2012/179, 16:sa pykälässä sanotaan, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä tulee huolehtia hankkeen toteuttamisesta siten, että siinä voidaan noudattaa jätelain 8:tta pykälää. Siinä on säädetty, että kaikessa toiminnassa, kuten myös rakennustoiminnassa, on noudatettava etusija-järjestystä. Ensimmäinen toimenpide on vähentää syntyvän jätteen määrää ja sen haitallisuutta. Jos ja kun jätettä kuitenkin syntyy, tulee ensisijaisesti sille löytää uusi käyttötarkoitus. Uusi käyttötarkoitus kattaa myös materiaalin käytön energiana. [3]. Rakennustyömaalla tämä toteutuu esimerkiksi niin sanotusti välillisesti, koska monet työntekijät ottavat ylijäänyttä puhdasta puumateriaalia kotiin mukaansa ja käyttävät sitä muun muassa saunan lämmittämiseen.

Jos jätteiden hyödyntäminen ei ole kuitenkaan mahdollista, tulee ne lajitella oikein. Jätelain 15 §:ssä määrätään jätteiden erilläänpitovelvollisuus [6, 15 §]. Tämä tarkoittaa rakennustyömailla käytännössä sitä, että erilaiset jätteet kerätään eri roskalavoille. Jätteet lajitellaan seuraavalla tavalla omiin luokkiinsa [7, 16 §]:

- betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet;
- kipsipohjaiset jätteet;
- kyllästämättömät puujätteet;
- metallijätteet;
- lasijätteet;
- muovijätteet;
- paperi- ja kartonkijätteet;
- maa- ja kiviainesjätteet.

Rakennustyömailla suurimmat jäteryhmät ovat mineraali- eli maajätteet, puu-, metalli- ja lasijätteet sekä sekalaiset jätteet. Sekajätettä syntyy, koska on kustannuksellisesti ja työmaan tilan kannalta hankalaa lajitella kaikki mahdolliset jätteet omanaan. [2, 38.]



### 3 Rakennusmateriaalien menekit ja hukat

#### 3.1 Teoreettinen materiaalimenekki

Teoreettinen materiaalimenekki tarkoittaa suunnitelmien mukaista materiaalimenekkiä, joka lasketaan Talo 90 -määrälaskentaohjeen mukaan. Teoreettinen materiaalimenekki muodostuu seuraavista menekeistä [1, 8]:

- menetelmämenekki M3
- työvaihemenekki M4
- työmaamenekki M5.

Kun menetelmämenekki ja työvaihemenekki lasketaan yhteen, saadaan työmaamenekki eli kokonaismenekki. Tähän menekkiin lisätään materiaalien kokonaishukka, joka koostuu erilaisista lisistä. Näitä ovat:

- menetelmälisä ML2
- työvaihelisä ML3
- työmaalisä ML4.

Menetelmälisä tarkoittaa työtavasta johtuvia pieniä hukkapaloja, joille ei löydetä käyttöä työmaalla. Työvaihelisää ovat muun muassa liian isot materiaalipaksuudet, sekä isohkot materiaalien hukkapalat, joille tulisi löytää mahdollista jatkokäyttöä työmaalla. Työmaalisä aiheutuu materiaalien puutteellisesta säilyttämisestä tai huolimattomista ja suunnittelemattomista siirroista, jotka johtavat materiaalien rikkoutumiseen, kastumiseen, katoamiseen tai materiaalien käyttöön muuhun tarkoitukseen. (Kuva 2.) [1, 8.] Kokonaishukka ML5 on sitten eri materiaalihukkien yhteenlaskettu summa.

Teoreettinen menekki M2	Menetelmällisiä ML2	Työnvaihelisiä ML3	Työmaalisia ML4
Menetelmämenekki M3			
Työnvaihemenekki M4			
Työmaamenekki M5			

Kuva 2. Rakennusmateriaalien menekkien käsitteet [1, 8].

### 3.1.1 Menetelmällisät

Menetelmällisät määräytyvät sen mukaan mitä työmenetelmää missäkin työvaiheessa käytetään. Menetelmällisien suuruuteen taas vaikuttaa puolestaan se, miten hyvin kyseinen menetelmä soveltuu juuri sen materiaalin työstöön. Menetelmällisiä käytännössä aiheuttaa materiaalien limitykset, ylimääräinen materiaali, jota tarvitaan asennuksissa sekä työsaumoissa ja pienet hukkapalat, joita syntyy materiaalien ja rakenteen yhteensovittamisesta. [8, 2-3.]

Materiaalien limityksiä joudutaan tekemään silloin, kun jokin rakenne täytyy saada liitoskohdasta tarpeeksi lujaksi. Näitä paikkoja ovat esimerkiksi puutavara ja betoniteräслиitokset. [8, 2-3.] Muita limityspaikkoja ovat myös erilaisten rakennus- ja höyrynsulkumuovien limitykset.

Ylimääräistä materiaalia joudutaan käyttämään usein silloin, kun käytettävä menetelmä sitä vaatii. Esimerkiksi betonimuoteissa joudutaan käyttämään asennusteräksiä, joilla raudoitukset kiinnitetään muottiin ja työsaumoissa joudutaan käyttämään saumateräksiä, joilla edellinen työosa kiinnittyy seuraavaan. [8, 2-3.]

Pieniä hukkapaloja syntyy materiaalien ja rakenteiden yhteensovittamisen yhteydessä. Rakenteita mitoitettaessa on jätettävä toleransseja, että käytettävät materiaalit ovat tarpeeksi isoja kappaleita kyseiseen kohtaan. Tämän takia rakennusmateriaaleja joudutaan usein hieman pienentämään [8, 2-3]. Tällaisia kappaleita voivat olla muun muassa villoitustyössä ja listoituksessa syntyvät pienet hukkapalat.

### 3.1.2 Työnvaihelisät

Työvaihelisiä syntyy työmaalla virheellisistä työsuorituksista. Työvaihelisiin kuuluvat materiaalien ylipituudet, liian suuret materiaalipaksuudet, suuret hukkapalat, joita syntyy materiaalien paloittelusta, sekä materiaalit, jotka ovat turmeltuneet asennuksen aikana. [8, 3.]

Materiaalien ylipituuksista johtuvaa hukkaa muodostuu silloin, kun esimerkiksi betoniraudoituksessa käytetään liian pitkiä raudoitusteräksiä. Ylimääräinen materiaali joutuu rakenteeseen, kun ei ole oikean kokoista terästä asennettavaksi tai sen katkaisu oikeaan mittaan laiminlyödään. [8, 3.]

Ylisuurista materiaalivahvuuksista johtuva hukka syntyy yleisimmin betonoinnissa, kun esimerkiksi maanvaraista laattaa tai anturaa valettaessa pohjamaa on jäänyt tarpeettoman epätasaiseksi [8, 3]. Tällöin betonia menee turhaan maan oikaisuun.

Suuria hukkapaloja syntyy, kun materiaalien käyttö suunnitellaan huonosti. Tällainen tilanne on esimerkiksi silloin, kun kipsilevytyksen levyjakoa ei ole suunniteltu huolellisesti ja levyjä joudutaan tarpeettomasti leikkelemään. [8, 3]. Julkisivutiilimuurauksessa tällaista hukkaa pääsee syntymään, jos suunnittelija ei ole suunnitellut rakennuksen ulkomittoja, sekä ikkunoiden ja muiden aukkojen paikkoja tiilijaolle.

Materiaalia saattaa myös turmeltua asennuksessa. Tähän johtavia syitä voi olla huolimaton materiaalien käsittely, huolimaton työstäminen ja mittavirheet. Näin syntyy pieniä ja isoja hukkapaloja, joita ei välttämättä voida käyttää enää uudelleen. [8, 3]. Esimerkiksi urakalla muurattaessa tämä on normaalia. Muurarit katkovat tiiliä käsivaralta ja silloin tällöin tiili ei katkeakaan oikealta kohdalta ja syntyy hukkapala.

### 3.1.3 Työmaalisät

Työmaalisää syntyy silloin, kun työmaalle on tilattu ylimääräistä materiaalia, materiaali varastoidaan työmaalle, materiaalia siirrellään, sitä käytetään sille suunnittelemaan käyttökohteeseen ja kun sitä häviää työmaalta. Työmaalisiä ovat kokonaan ylijäänyt, täysin käyttämätön materiaali, työmaavarastoinnissa pilaantunut materiaali ja sen rikkoutuminen tai turmeltuminen siirtojen aikana, työmaalogistiikan huono suunnittelu, materiaalin turmeltuminen useaan kertaan käytettäessä, materiaalien katoaminen ja materiaalin käyttö muihin kohteisiin. [8, 3-4.]

Kokonaisina ja ehjinä kappaleina ylijäänyttä materiaalia syntyy, kun työmaalle on tilattu liikaa kyseistä materiaalia, eikä sitä voida myöskään hyödyntää järkevästi muissa rakennuskohteissa. Näin ollen materiaalista syntyy mahdollisesti jätettä. [8, 3-4.] Tätä tapahtuu, jos määrälaskennassa käytetään esimerkiksi vääriä tai huolimattomasti laskettuja pinta-aloja tai materiaalien hukkia laskettaessa tilanteeseen sopimattomia hukkatoleransseja.

Materiaalin pilaantumista varastoinnissa aiheuttaa huono suojaaminen ja materiaalien hankkiminen työmaalle väärässä ajankohdassa. Usein materiaalien pilaantumisen syynä ovat kastuminen ja kostuminen, jotka aiheuttavat hometta, värjäytymistä ja korroosiota. [8, 3-4.]

Huono varastointi ja sen suunnittelu aiheuttavat myös sitä, että materiaaleja joudutaan liikuttelemaan työmaalla tarpeettoman useita kertoja ennen kuin ne asennetaan niiden lopulliseen paikkaansa. Tämä aiheuttaa materiaaleissa vääntyilyä, halkeilua ja katkeilemista, joka tekee materiaaleista osittain tai kokonaan käyttökelvottomia. [8, 3-4.]

Käytettäessä materiaaleja useampaan kertaan, lähinnä sahatavara ja muut puumateriaalit, niiden ominaisuudet ja käyttökohteet vähenevät. Joissain tapauksissa materiaaleja joudutaan jättämään kokonaan valmiisiin rakenteisiin, koska niitä ei voida purkaa sieltä pois. [8, 3-4.] Esimerkiksi muottitöissä käytetty sahatavara on monesti niin betonista, naulaista ja reikäistä, ettei sitä sen jälkeen voida käyttää enää mihinkään vaativiin töihin.

Materiaaleja voi myös kadota työmaalta ja niitä voidaan käyttää kohteisiin, joihin niiden käyttöä ei ole suunniteltu. Materiaalien katoamista aiheuttaa häviämisestä johtuvat materiaalisat ja varkaudet. [8, 3-4.]

### 3.2 Hukan vähentämiskeinot

Materiaalihukkaa voidaan vähentää lähes kaikissa eri rakentamisen vaiheissa. Hukan vähentäminen voidaan aloittaa jo suunnitteluvaiheessa, jolloin määritetään tilojen ja rakenteiden mitat sellaisiksi, että voidaan käyttää standardimittaisia rakennustarvikkeita. Hukan vähentäminen jatkuu määrälaskennan ja hankintavaiheen aikana. Tällöin hukkaa vähennetään tarkoilla laskelmilla ja oikea-aikaisilla tilauksilla. Työmaalle siirryttäessä suunnitellaan huolellisesti materiaalien siirrot, suojaukset ja välivarastoinnit. Hukan määrään vaikuttavat myös työnsuunnittelu, osaurakat ja työntekijät itse. [8, 4-7.] Kuvassa 3 on esitetty esimerkkinä materiaalihukka, sen syntymisen syy ja miten sitä voitaisiin vähentää [8, 10].

Materiaalihukkien syyt	Materiaalihukkien vähentäminen
<b>Materiaalin hankinta ja varastointi</b>	
Betoniterästen katkaisusta jääneet hukkapalat	Käytetään esivalmistettuja irtoteräksiä, valmiiksi mitoitettuja teräsverkkoja ja valmiita raudoite-elementtejä. Tilataan tangot ja teräsverkot rakenteiden mittojen mukaan.
Terästen turmeltuminen kuljetuksen ja varastoinnin aikana	Varastoidaan teräkset fakeissa aluspuiden päällä siten, ettei esim. työmaaliikenne aiheuta tankojen vääntymistä. Vältetään pitkäaikaista varastointia, josta aiheutuu teräksen ruostumista.
Talvella lumen alle jääneet tai muuten peittyneet teräkset	Varastoidaan teräkset suojapeitteiden alla tai sääsuojuissa lumelta suojattuna.

Kuva 3. Materiaalihukka, sen syntymisen syy ja vähentämisen periaate, esimerkkinä betoniteräkset [8, 10].

### 3.2.1 Rakennuskohteen suunnittelu

Rakenteet tulisi suunnitella sellaisiksi, että rakennus saadaan mahdollisimman nopeasti säältä suojaan, eli siihen vaiheeseen, että siihen voidaan rakentaa vesikatto. Näin ollen estetään veden ja kosteuden pääsy rakenteisiin. Jos rakennus on laaja, se voidaan jakaa lohkoihin, jolloin kukin lohko voidaan rakentaa omaan. Tällä varmistetaan rakennuksen nopea sulkeminen. [8, 4.] Korkeissa rakennuksissa vesikatto voidaan rakentaa maassa valmiiksi elementiksi, jota sitten kuljetetaan rakennuksen rungon mukana ylöspäin tai rakennuksen rungon valmistuttua, se voidaan lopuksi nostaa maasta ylimmän kerroksen holvin päälle. Näin saadaan koko rakennus kerralla suojattua, joka taas vähentää väliaikaisen suojauksen tarvetta.

Tilojen ja rakenteiden suunnittelussa tulee käyttää sellaisia mittoja, jotka käyvät yhteen standardimittaisten rakennusmateriaalien kanssa. Rakennusmateriaalien tulee olla sellaisia, joita voidaan käyttää helposti siitä rakennettavaan rakenteesseen. Materiaalien tulisi myös kestää vallitsevat olosuhteet turmeltumatta, ilman vaativia suojaustarpeita. [8, 4.] Näillä vältetään materiaalien turhaa leikkelyä, tarpeetonta rakennusaikaista materiaalien uusimista ja hukkapalojen syntymistä.

### 3.2.2 Materiaalien määrälaskenta ja hankinta

Materiaalien määrälaskenta tulee suorittaa piirustuksista tarkoin. Näin saadaan tarkat teoreettiset materiaalimenekit, joihin lisätään tarpeelliset materiaalisät. Näillä toimenpiteillä työmaalle saadaan tilattua juuri oikeat määrät tarvittavaa materiaalia ja vältetään jätteeltä, sekä ylimääräisiltä rakennusmateriaaleilta, joille harvoin löytyy muuta käyttöä samassa kohteessa. [8, 5.]

Työmaalle materiaaleja hankittaessa ne kannattaa tilata mahdollisuuksien mukaan määrämittäisinä ja esivalmisteltuina. Tämä vähentää työmaalla syntyvien hukkakappaleiden, mutta myös työhön kuluvan ajan määrää. [8, 5-6.] Rakennusmateriaalit, esimerkkinä kylpyhuonelaatat, tulisi saapua toimittajalta työmaalle siten, että ne on lajiteltu jo valmiiksi, esimerkiksi asuinnoittain kuormalavoille, jolloin niiden ohjaaminen oikeaan paikkaan helpottuu.

Materiaalihankintojen tilaukset kannattaa myös ajoittaa siten, että niitä joudutaan varastoimaan työmaa-alueella mahdollisimman vähän aikaa. Mahdollisuuksien salliessa, isommat materiaalmäärät tulisi myös jakaa tilauseriin. Näin vältetään välivarastojen ruuhkautuminen ja materiaalit saadaan mahdollisesti heti käyttöön. Ensimmäisten tilauserien materiaalien menekkien perusteella voidaan helposti arvioida viimeisten erien menekkejä ja mahdollisesti vielä muuttaa hankittavien materiaalien määrää. [8, 5-6.] Tilauserissä materiaalien hankkimisella voidaan myös reagoida nopeammin muutoksiin, jos tehdään vaikka viime hetken pinta-materiaali muutoksia.

Työmaalle saapuneet materiaalit suojataan, siten että ne eivät pääse turmeltumaan sääolosuhteiden takia. Hyviä suojauskeinoja ovat raskaspeitteet ja katokset. Katokset voivat olla väliaikaisia tai esimerkiksi auto- tai pyöräkatoksia, jotka rakennetaan ja tulevat jäämään tai ovat jo olemassa rakennusalueella. [8, 5-6.]

Välivarastoinnissa tulee pyrkiä siihen, että materiaaleja säilytetään työmaaolosuhteissa mahdollisimman vähän aikaa. Jos työmaa on ahdas, siellä on suuri riski, että materiaalit rikkoutuvat tai kolhiintuvat työmaaliikenteen takia. [8, 5-6.]

Materiaalien saapuessa työmaalle tulisi siirrot suunnitella siten, että materiaalit voidaan purkaa suoraan työkohteeseen. Tällä vähennetään siirtojen määrää, joka pienentää materiaalien rikkoutumisen vaaraa. Siirroissa tulisi käyttää selkeästä kalustoa, joka soveltuu materiaalien käsittelyyn. Virheelliset nosto- ja siirto-kalustot, sekä vääränlaiset tekniikat lisäävät materiaalien turmeltumisen riskiä, sekä voivat olla myös työturvallisuusriski. [8, 5-6.]

### **3.2.3 Rakennustyön suunnittelu**

Rakennustöiden huolellisella suunnittelulla pyritään valitsemaan jokaiseen työvaiheeseen oikeat työmenetelmät, materiaalit ja niiden koot, sekä myös asianosaava ja työhön pätevä työntekijä. [8, 6-7.]

Työmenetelmiä ja materiaalikokoja valittaessa tulee ottaa huomioon työn laajuus, materiaalien ominaisuudet ja käytössä olevat työvälineet. Työtä tarkkaillaan ja jos

havaitaan, että jokin näistä seikoista vaikeuttaa työtä tai aiheuttaa hukkaa, pyritään muuttamaan työmenetelmiä. Oikean kokoiset materiaalit ja oikeat työmenetelmät vähentävät hukan määrää. Jos kuitenkin syntyy materiaalihukkaa, pyritään sille keksimään uusi käyttökohde, joko toisessa työvaiheessa tai toisella työmaalla. [8, 6-7.]

Isona osana rakennustyönsuunnittelussa on myös itse työntekijä. Täytyy olla varma, että työntekijällä on tarpeeksi kokemusta ja ammattitaitoa kyseisestä työtehtävästä. On pidettävä huolta, että työntekijöillä on tarvittavat koulutukset, sekä että he osaavat lukea ja tulkita piirustuksia ja suunnitelmia oikein. [8, 6-7.] Heitä pitää myös pyrkiä kannustamaan omien työmenetelmien ja taitojen kehittämisessä.

## **4 Julkisivumuuraus**

Tässä luvussa lasken tiilien ja laastien teoreettisen määrän piirustuksista ja Raturkorttia Tiilimuuraus R0289 apuna käyttäen lasken tiileille oikeat lisät [10, 3]. Lisäksi käytän apuna RT-korttia 38497 Poltetut Terca-tiilet [9, 27-28]. Lopuksi selvitän, paljonko tiiliä lopulta muurattiin, paljonko oli teoreettisen ja todellisen määrän välinen ero ja paljonko rahaa meni hukkaan.

Tiilenä tässä kohteessa käytimme Wienerberg Oy Ab:n valmistamaa Terca-tiiltä. Tiilet olivat poltettuja NRT-tiiliä ja niiden koko oli 270x130x75 mm. (Kuva 4.) Tiilien värisävy ja malli oli Karhea Iltarusko. (Kuva 3.) [9, 27.] Tiilimuuraus toteutettiin puolen tiilen limityksellä. (Kuva 5.)

Muurauslaastina kohteessa käytettiin Fesconin Muurauslaastia M100/600 talvi, sekä Muurauslaastia M100/600. Laastit toimitettiin työmaalle 1000 kg:n suur säkeissä ja käytössämme oli Fescon Oy:ltä vuokrattu suurmylly. Tiilien sauman paksuus on perinteinen 15 mm.

Muuraussiteitä muurattaville seinille tulee asentaa noin 4 kpl/neliometri. Ne ovat vähintään 4 mm paksuja tankoja, jotka on tehty ruostumattomasta metallista.



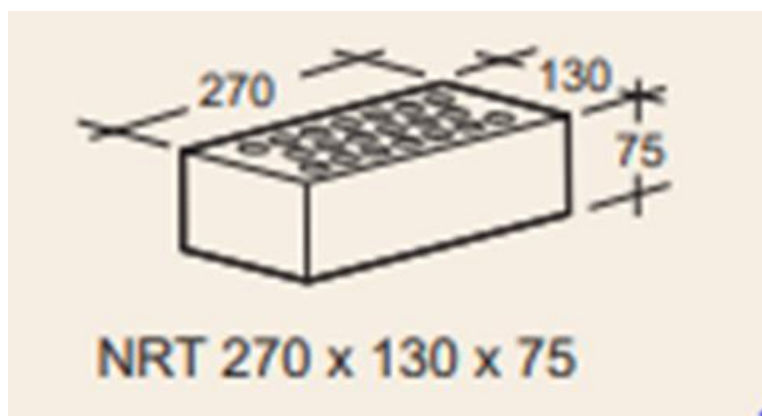
Nämä tangot lyödään seinään kiinni muurauksen taakse ja taivutetaan laasti-saumojen kohdalta muurattavien tiilien väliin. [10, 5.] Muuraussiteiden menekkiä oli kuitenkin hankala seurata käytännössä, koska käytössä oli vanhoilta työmailta ylijääneitä siteitä, sekä uusia tätä työmaata varten tilattuja.

Muuraustyöhön kuuluu myös oleellisena osana aukkojen ylityspalkit. Tässä luvussa en kuitenkaan keskity niihin, koska niistä ei aiheutunut hukkakuluja tähän työvaiheeseen. Tämä johtui siitä, että ne tilattiin joka aukolle oikean mittaisina ja vahvaisina.



*Iltausko, karhea*

Kuva 3. Tiilen väri ja malli. [9, 27]



Kuva 4. Tiilen mitat. [9, 28]

Talossa on kolme muurattavaa seinää; julkisivu etelään, julkisivu itään ja julkisivu pohjoiseen. Nämä seinät jaetaan neljään, noin yhtä suureen mestaan:

- mesta 1, julkisivu etelään (Liite 1, 2(4).)
- mesta 2, julkisivu itään 1 (Liite 1, 3(4).)
- mesta 3, julkisivu itään 2 (Liite 1, 3(4).)
- mesta 4, julkisivu pohjoiseen. (Liite 1, 4(4).)

#### 4.1 Määrälaskenta

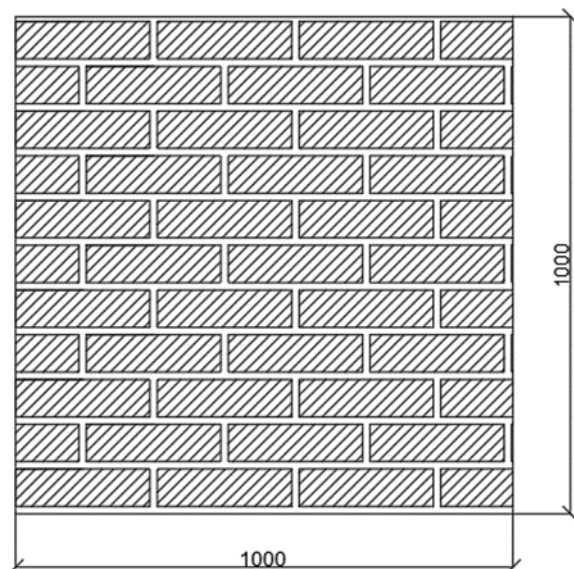
Materiaalilisä on tiileille 4–8% [10, 3]. Tässä kohteessa käytämme kuitenkin 3 %, koska tiedetään, että rakennuksen mitat on suunniteltu tiilijaolle, jolloin syntyy hyvin vähän hukkapalasia. Myös muurarit ovat kokeneita ja ammattitaitoisia, joka vähentää tiilien hukkaa. Muurattava tiilimääräkin on huomattavan suuri, jonka myötä pienelläkin lisäprosentilla tiilien ylijäävä määrä kappaleissa laskettuna voi olla iso.

Wienerberger Oy:n oma RT-kortti antaa tiilien menekiksi käyttämällämme tiilikoolla 42 kpl/neliometri [9, 28]. Mielestämme tämä oli liian paljon, joten laskimme tiileille oman menekin. Tämä voidaan laskea siten, että metrin levyiselle alueelle menee peräkkäin noin 3,5 tiiltä ja siihen tulee yhteensä kolme saumaa (tiilen pituus 270 mm ja sauman paksuus 15 mm): (Kuva 5.)

$$270 \text{ mm} + 270 \text{ mm} + 270 \text{ mm} + 135 \text{ mm} + 15 \text{ mm} + 15 \text{ mm} + 15 \text{ mm} \\ = 990 \text{ mm}$$

Metrin korkuiselle alueelle tiilivarveja tulee päällekkäin 11 kpl ja saumoja tulee 11 kpl (tiilen korkeus 75 mm ja sauman paksuus 15 mm): (Kuva 9.)

$$75 \text{ mm} * 11 + 15 \text{ mm} * 11 \\ = 990 \text{ mm}$$



Kuva 5. Havainnekuva tiiliseinästä (Kuva: Henri Polvinen).

Tämän laskutoimituksen jälkeen tiilien menekki yhtä muurattavaa neliometriä kohden on 38,5 kpl mutta pyöristämme tiilien määrän täysille kappaleille eli 39 kpl/neliometri.

Laastin määränä käytämme Wienerbergin RT-kortin mukaista menekkiä 1,7 kg/tiili ja materiaalisana 7:ää prosenttia muuraus RT-kortin mukaan [9, 3; 10, 27]. Syy sille, että emme käytä muuraus RT-kortin antamaa laastimenekkiä 71kg/m<sup>2</sup>, johtuu siitä, että se on laskettu tiilimenekille 42kpl/m<sup>2</sup>, kun me taas käytämme menekkiä 39 kpl/m<sup>2</sup> [9, 3]. Seuraavaksi tiilien (taulukot 1, 2, 3, 4 ja 5) sekä muurauslaastin (taulukko 6) ja muuraussiteiden (taulukko 7) määrä laskettuna.

Taulukko 1. Mestan 1 laskennallinen tiilimäärä.

<b>Tiilimäärä, mesta 1, julkisivu etelään</b>		
Pinta-ala ilman aukkoja	424,44	m2
Aukkojen koot	21,4	m2
	49,3	m2
	49,3	m2
Pinta-ala aukoilla	304,46	m2
Menekki	39	kpl/m2
Tiilimäärä	11873,75	kpl

Taulukko 2. Mestan 2 laskennallinen tiilimäärä.

<b>Tiilimäärä, mesta 2, julkisivu itään 1</b>		
Pinta-ala ilman aukkoja	364,9	m2
Aukkojen koot	21,4	m2
	71,0	m2
	9,5	m2
	4,4	m2
Pinta-ala aukoilla	258,7	m2
Menekki	39	kpl/m2
Tiilimäärä	10088,61	kpl

Taulukko 3. Mestan 3 laskennallinen tiilimäärä

<b>Tiilimäärä, mesta 3, julkisivu itään 2</b>		
Pinta-ala ilman aukkoja	413,9	m2
Aukkojen koot	21,4	m2
	71,0	m2
	9,5	m2
	4,4	m2
Pinta-ala aukoilla	303,0	m2
Menekki	39	kpl/m2
Tiilimäärä	11816,27	kpl

Taulukko 4. Mestan 4 laskennallinen tiilimäärä.

<b>Tiilimäärä, mesta 4, julkisivu pohjoiseen</b>		
Pinta-ala ilman aukkoja	409,58	m2
Aukkojen koot	21,4	m2
	52,2	m2
	49,3	m2
Pinta-ala aukoilla	286,69	m2
Menekki	39	kpl/m2
Tiilimäärä	11180,97	kpl

Taulukko 5. Tiilien laskennallinen määrä yhteensä.

<b>Tiilet</b>		
Pinta-ala yhteensä	1152,81	m2
Tiilimäärä	44960	kpl
Materiaalilisä 3 %	1349	kpl
Lopullinen määrä	46308	kpl

Taulukko 6. Muurauslaastin laskennallinen määrä.

Muurauslaasti		
Tiilien määrä	46308	kpl
Laastin menekki	1,7	kg/tiili
Laastin määrä	78724	kg
Materiaalilisä 7 %	5510,7	
Lopullinen määrä	<b>84235</b>	kg

Taulukko 7. Muuraussiteiden laskennallinen määrä.

Muuraussiteet		
Menekki	4	kpl/m <sup>2</sup>
Yhteensä	<b>4611,2</b>	kpl

## 4.2 Materiaalien todellinen menekki

Tiiliä lopulta tilattiin työmaalle yhteensä n. 46 500 kpl ja laastia 88 tn eli 88 suursäkkiä. Tiiliä muurattiin yhteensä n. 42 000 kpl. Rikkoutuneita tai muuten käyttökelvottomia tiiliä oli noin 1000 kpl. Laastia kului yhteensä 84 tn, johon sisältyy myös hukkaan mennyt osa. Tästä voidaan nopeasti laskea, että tiiliä jäi yli n. 3500 kpl ja laastia 4 tn.

### 4.2.1 Hukkien prosenttimäärät

Prosentuaaliset määrät hukille olivat:

$$\text{Hukkaan menneet tiilet: } 1000 \text{ kpl} / 46500 \text{ kpl} * 100 = 2,15 \%$$

$$\text{Ylijääneet tiilet: } 3500 \text{ kpl} / 46500 \text{ kpl} * 100 = 7,5 \%$$

$$\text{Tiilien hukka yhteensä: } 4500 \text{ kpl} / 46500 \text{ kpl} * 100 = 9,7 \%$$

$$\text{Ylijäänyt laasti: } 4 \text{ tn (normaali)} / 88 \text{ tn} * 100 = 4,5 \%$$

Tästä huomataan siis, että lopullinen hukka tiilien osalta on yli kolminkertainen alkuperäiseen määrälaskennassa käytettyyn hukkaprosenttiin verrattuna.

### 4.2.2 Hukan määrä euroina

Kun tiedetään tiilien ja laastin ylijääneet määrät ja ostohinnat (alv. 0%), voidaan siitä laskea hukkaan mennyt rahamäärä:

*Hukkaan menneiden tiilien hinta: 1000 kpl \* 0,5 € = 500 €*

*Ylijääneiden tiilien hinta: 3500 kpl \* 0,5 € = 1750 €*

*Ylijääneen laastin hinta: 4 tn \* 40 € = 160 €*

*Materiaali yhteensä: 500 € + 1750 € + 160 € = 2410 €*

Tiilien ja laastien kokonaishinnat tällä työmaalla olivat noin:

*Tiilet: 46 500 kpl \* 0,50 € = 23 250 €*

*Laastit: 60 €/tn (talvilaatu) \* 20 + 40 €/tn (normaali) \* 68 = 3920 €*

*Yhteensä: 23 250 € + 3920 € = 27 170 €*

Näiden tietojen avulla voidaan laskea hukkaan mennyt rahamäärä verrattuna muuraustyön kokonaismateriaali kustannuksiin:

$$2410 \text{ €} / 27 170 \text{ €} * 100 = 8,9 \%$$

Tästä huomataan, että ylijääneiden ja hukkaan menneiden materiaalien arvo on melkein kymmenesosa materiaalien kokonaishinnasta. Ylijääneet, ehjänä säilyneet tiilet pakattiin letkoissa kuormalavoille ja kuljetettiin keskusvarastolle. Ylijääneet muurauslaastisäkit (4 kpl) kuljetettiin niin ikään keskusvarastolle.

### **4.3 Hukan syyt ja sen vähentäminen**

Muurauksen aikana syntyneet hukat voidaan lajitella selkeästi kaikkiin lisäluokkiin. Menetelmällisää (ML2) työssä aiheuttivat tiilien osalla leikkaaminen oikeaan kokoon joissain paikoissa, josta syntyi pieniä hukkakappaleita. Laastin osalla hukkaa syntyi, kun laastia tippui maahan muurauksen aikana.

Työnvaihelisää (ML3) syntyi, kun tiiliä katkottiin puolikkaiksi limityksen vuoksi ja tiili ei katkennutkaan oikeasta kohdasta. Tiilen toinen puolikas saattoi olla vielä käyttökelpoinen, mutta toinen puolikas oli liian lyhyt käytettäväksi. Laastin osalta työnvaihelisää syntyi, kun laastia tehtiin liikaa työpäivän loppuvaiheessa ja sitä ei keritty käyttämään loppuun ennen työpäivän päättymistä. Tämä aiheutti sitä, että laastia jouduttiin heittämään pois.

Suurin osa hukkaan menneestä materiaalista on kuitenkin työmaalisää (ML4). Tiiliä tilattiin työmaalle 7,5 % tarpeita enemmän ja laastia 4,5 %. Tavarantoimituksissa särkyi tai vaurioitui hyvin vähän materiaaleja. Muuraustyön aikana käytännössä vain muutamia kappaleita tiiliä särkyi täysin käyttökelvottomiksi ja laastiaakin valui maahan arviolta vain muutamia kiloja.

Muuraustyön osalta hukkia voidaan vähentää vielä jonkin verran syntyneestä. Muurareiden kokeneisuuden vuoksi työssä syntyneet tiilien hukkapalat olivat kuitenkin vain vähäinen osa kokonaishukasta. Laastin valmistamisen määräkin opittiin arvioimaan työn kuluessa ja loppuajasta hukkalaastia syntyikin paljon vähemmän kuin alussa.

Suurin huomio hukkiin vähentämiseen tässä työvaiheessa kiinnittyi kuitenkin huolellisempaan määrälaskentaan. Määrät tulisi laskea tarkemmin ja tulevat tilaukset tulisi pystyä jaottelemaan paremmin osiin. Tätä vaikeutti tällä rakennustyömaalla se, että tiilet tuli käytännössä tilata ennakkoon ensimmäisen määrälaskennan perusteella, eikä esimerkiksi muurausmestoitain. Tiilet toimitettiin useammassa erässä työmaalle.

## **5 Rakennusmateriaalien varastointi**

Kastunut rakennusmateriaali tarkoittaa hyvin monessa tilanteessa pilalle mennyttä rakennusmateriaalia. Kosteusteknisesti tarkasteltuna tulisi ottaa huomioon aina kaikki veden olomuodot; jää, vesi ja vesihöyry. Vesi voi siirtyä rakenteisiin monella eri tavalla. Näitä tapoja ovat esimerkiksi sade, ilman vesihöyryn tiivistyminen eli kondensoituminen ja veden kapillaarinen siirtyminen. [11, 2]. Hyvällä varastoinnilla voidaan säästää isoja summia rakennustyössä niin työn teon aikana, kuin jälkiseuraamuksinakin. Jos käyttöön meneviä rakennusmateriaaleja ei varastoida ja suojata oikein, voivat ne mennä hyvin äkkiä pilalle. Niistä muodostuu osittain tai kokonaan hukkaa, joka taas aiheuttaa taloudellisia ja ympäristöllisiä haittoja.








## 5.1 Työmaavarastot

Tämän opinnäytetyön kohteena olevalla työmaalla oli todella hyvät työmaavarastointitilat käytössä. Työmaalle rakennettiin heti alussa yksi autokatos, missä pystyi säilyttämään tarvikkeita, jotka piti saada sateelta suojaan, mutta jotka kuitenkin kestivät ulkoilmaa. Näitä tarvikkeita olivat esimerkiksi erilaiset puutavarat ja villat.

Takapihalla oli iso alue, jossa pystyi säilyttämään sellaisia materiaaleja, jotka eivät hätkähtäneet sääolosuhteista tai ne pärjäsivät peitteiden alla. Näitä materiaaleja olivat esimerkiksi raudoitusteräukset, sekä Styrox ja Finnfoam-eristeet.

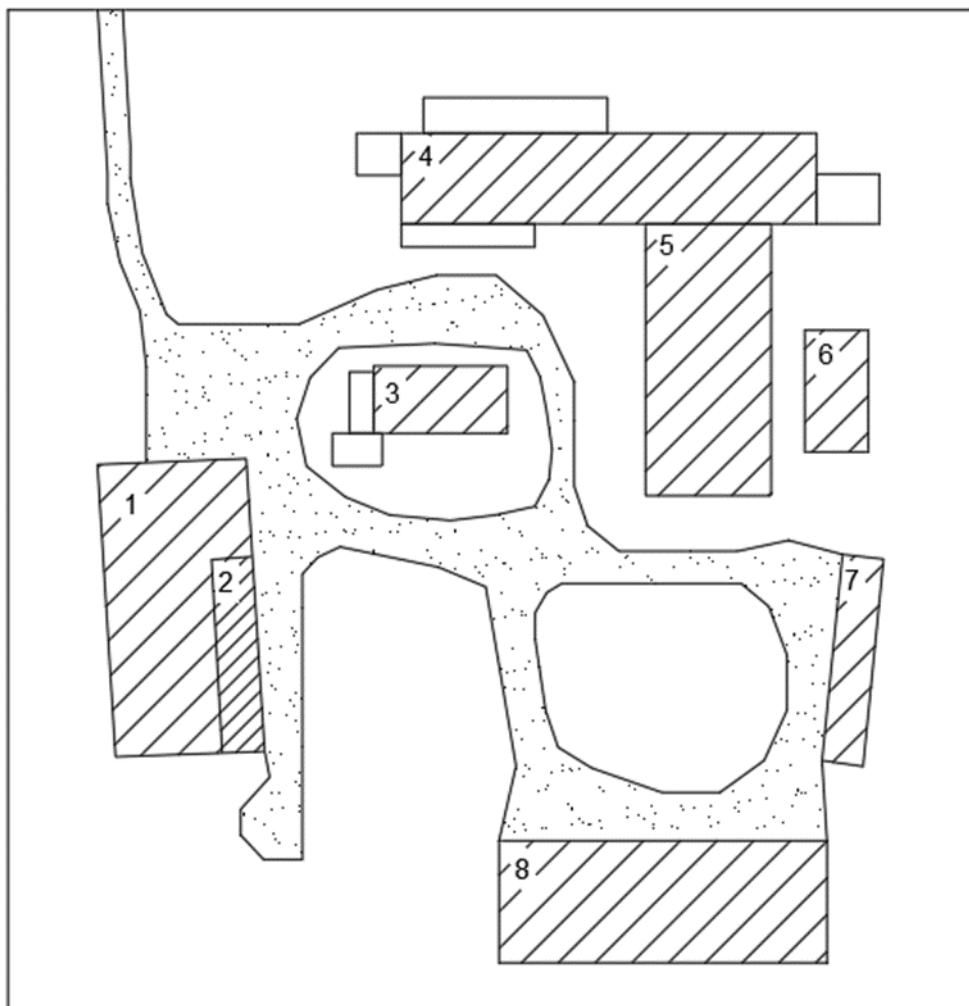
Seuraavaksi kuvassa 6 on esitetty, miten rakennusmateriaalit tulisi varastoida niin työmaalla, kuin muussakin varastoinnissa.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
		Laastit		
		Runkopuutavara		
		Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)		
		Metalli-ikkunat ja -ovet		
		Kuivabetoni		
		Lämmöneristeet		
		Metallikasetit		
		Puuelementit		
		Betonielementit		
		Keramiikka, tiilet ja laatat		
		Raudoitteet		
		Metallivarusteet		
		Maa-ainekset		
		Kattotiilet		
		Ulkovarusteet		

Kuva 6. Rakennusmateriaalien sääsuojauksen periaatteet [11, 2].

## 5.2 Keskusvarasto

Monien vuosien ja monien eri rakennustyömaiden aikana rakennusliikkeille monesti kasaantuu työmailta ylijääneitä rakennusmateriaaleja. Rakentaja M. Laukkanen Oy ei ole tässä asiassa poikkeus. Heillekin on kertynyt keskusvarastolle rakennustavaraa laidasta laitaan. (Kuva 7.) Suurin osa materiaaleista ei todennäköisesti kelpaa enää koskaan laadukkaaseen rakentamiseen. Keskusvarastolta löytyy myös paljon erinäisiä työkoneita, vanhoja autoja, sekä muotti- ja telinekalustoa.



Kuva 7. Yrityksen keskusvarastoalue (Kuva: Henri Polvinen).

Varastoalueen rakennukset ja miten varastoitavat rakennusmateriaalit tulisi sijoittaa niihin sääsuojauksen periaatteiden mukaisesti:

1. Lämmitettävä halli, josta noin puolet on varattu korjaus-/hitsauspaikaksi; parketit, laminaatit, matot, ikkunat ja ovet, pintapuutavarat (sisäverhous-paneelit), IV-koneet, yms. muut lämpimässä säilytettävät tavarat/materiaalit
2. Hallin kyljessä oleva katos; varattu lähinnä työkoneille
3. Vanha kuivaamo (kylmä varasto); runkopuutavara, pintapuutavara (ulkoverhouspaneelit), lämmöneristeet
4. Vanha sahan päärakennus (kylmä varasto); LVIS laitteet
5. Katos; ei käytössä
6. Purusiilo; ei käytössä
7. Katos; tiilet, raudoitteet, ulkovarusteet, harkot
8. Katos; muottikalusto, tiilet, raudoitteet, ulkovarusteet, harkot, laastit (suursäkit, lyhytaikainen säilytys).

Tämä siis listauksena siitä miten tavarat tulisi säilyttää varastolla, tällä hetkellä tilanne on eri. Varastointitilat saataisiin paremmin käyttöön laajamittaisella inventaariolla ja kunnostuksella. Tämä taas helpottaisi varastojen käyttöä tulevaisuutta ajatellen. Varastoitavat materiaalit saataisiin paremmin säilytykseen, välttyttäisiin niiden turmeltumiselta ja säästettäisiin mahdollisesti tulevien työmaiden materiaalihankinnoissa, joka näin ollen pienentäisi kustannuksia.

### **5.3 Materiaalien säilyttäminen ja kierrättäminen**

Materiaalien säilyttämisen suunnitteleminen kannattaa aloittaa siltä kannalta, että mietitään, onko tarpeeksi varastointiresursseja tietyn materiaalin oikeaoppiseen suojaamiseen. Toiseksi, milloin materiaalia mahdollisesti käytetään uudelleen ja kolmanneksi, syntyykö varastoinnista enemmän kustannuksia, kuin esimerkiksi materiaalin kierrättämisestä. Voidaan toki miettiä, kannattaako materiaaleja palauttaa toimittajalle takaisin, jos tämä on siis vaihtoehto. Monesti tosin käy niin, että rahti tulee sen verran kalliiksi, että materiaaleista ei saa rahojaan takaisin toimittajalta. Toisaalta, jos materiaali kuskataan keskusvarastolle, tulee miettiä paljonko tämä maksaa, josta päästään takaisin siihen, että käytetäänkö materiaalia enää uudelleen ja jos käytetään, paljonko sen kuljettaminen takaisin työmaalle maksaa.

### 5.3.1 Säilytettävät materiaalit

Tässä osassa listaan joitakin rakennusmateriaaleja, mitä mahdollisesti on järkevää säilyttää. Säilytettäviä rakennusmateriaaleja:

- Pintapuutavarat; isot määrät samanlaista, pienemmät määrät esim. polttopuuksi tai jätekeskukselle
- Runkopuutavara; isot määrät samanlaista, pienemmät määrät esim. polttopuuksi tai jätekeskukselle
- Lämmöneristeet; täydet paketit säilytykseen, pienemmät määrät katsotaan tapauskohtaisesti
- Raudoitteet
- Parketit/laminaatit; isot määrät samanlaista säilytykseen, pienemmät määrät katsotaan tapauskohtaisesti
- Matot; isot määrät samanlaista
- LVIS-tarvikkeet
- Ikkunat ja ovet; katsotaan tapauskohtaisesti, mutta lähtökohtana ehjien yksilöiden osalla säilytys
- Laatat ja tiilet; isot määrät samanlaista. Rakennuskohteille jätettävät varalaatat katsotaan erikseen.

Periaatteena pidempiaikaiseen säilytykseen tulisi olla se, että pystytään varmistamaan materiaalien säilytys ja säilyvyys. Ei ole järkeä varastoida tavaroita ja rakennusmateriaaleja, joista tiedetään, että ne eivät säily. Tämä hukkaa vain varastointitilaa ja syntyy turhia kuljetuskustannuksia.

### 5.3.2 Kierrätettävät materiaalit

Tässä osiossa listaan joitakin materiaaleja, joita ei kannata ruveta erikseen varastoimaan vaan ne tulee laittaa kierrätykseen tai suoraan käyttöön esimerkiksi seuraavaan kohteeseen. Tällaisia materiaaleja ovat:

- Laastit ja kuivabetonit; pienet määrät kierrätykseen ja isommat määrät mahdollisimman pian uudelleen käyttöön. Täysien säkkien osalta kannattaa miettiä onko mahdollista palauttaa takaisin toimittajalle

- Puutavara; pienet määrät
- LVIS; käyttökeltottomat pienet putkien ja johtojen kappaleet.
- Kalusteet; joko hävitykseen, palautus toimittajalle tai työntekijöille antaminen/myyminen
- Kipsilevyt; pienet määrät kierrätykseen, isommat määrät palautus toimittajalle, jos mahdollista.

Tästä listasta voidaan poimia esimerkkinä kipsilevyt. Ne ovat kosteudelle arkoja ja murtuvat helposti kulmista ja reunoista. Varasto-olosuhteissa ne tulisi saada säilymään siten, että minimoitaisiin niiden liikkuttelu ja ne pääsisivät sellaiseen tilaan, jossa ne eivät pääse kostumaan. Järkevintä voisi mahdollisesti olla palautus toimittajalle, jos he ovat niitä takasin valmiita ottamaan, tai jos on mahdollista, saada ne käyttöön heti, vaikka seuraavaan kohteeseen.

## 6 Pohdinta

Rakennusmateriaalien hukkaa voidaan todellakin vähentää jokaisessa työvaiheessa aina suunnittelusta viimeistelyvaiheeseen. Rakenteiden ja rakennusmateriaalien mittojen standardisoiminen on yksittäinen iso asia, joka vähentää rakennusmateriaalien leikkelyä ja pienentämistä. Rakentaminen sillä periaatteella, että rakennus saadaan mahdollisimman pian säältä suojaan vähentää hukkaa niin rakentamisen hetkellä, kuin tulevaisuuttakin ajatellen. Kun materiaalit pysyvät kuivina, ei niitä tarvitse vaihtaa tai korjata itse rakennustyön eikä lähitulevaisuuden aikana.

Kuitenkin itse rakentamista pohtiessani ja työmaalla töissä ollessani olen huomannut, että työntekijöiden asenteella tekemäänsä työtä kohtaan on suuri merkitys siinä, kuinka paljon aikaa ja materiaaleja työssä kuluu. Jo pelkästään työntekijöiden motivoinnilla ja asenteiden muuttamisella säästävämpään rakentamiseen, hukkaa voitaisiin mielestäni pienentää huomattavasti. Huolellisuutta tulisi parantaa aina määrälaskennasta itse työsuoritteeseen saakka.

Julkisivumuuraustyössä, kuten muissakin rakentamisvaiheissa, tulisi kiinnittää erityistä huomiota määrälaskentaan. Sillä voitaisiin säästää satoja, ellei jopa tuhansia euroja materiaalikuluissa. Tämän opinnäytetyön kohteena olevan kerrostalon materiaalien määrälaskennan tukena oli jo jonkin verran edellisiltä työmailta opittua ns. käytännön tietoa, mutta mielestäni se olisi ehkä saanut tulla vielä paremmin esille määrälaskennan aikana. Itse muuraustyö sujui mielestäni mallikkaasti ja siinä syntyneitä hukkaa olisi voitu pienentää vain hieman, mutta sillä ei olisi ollut prosentuaalisesti tarkasteltuna niin suurta vaikutusta, kuin määrälaskennassa syntyneellä virheellä.

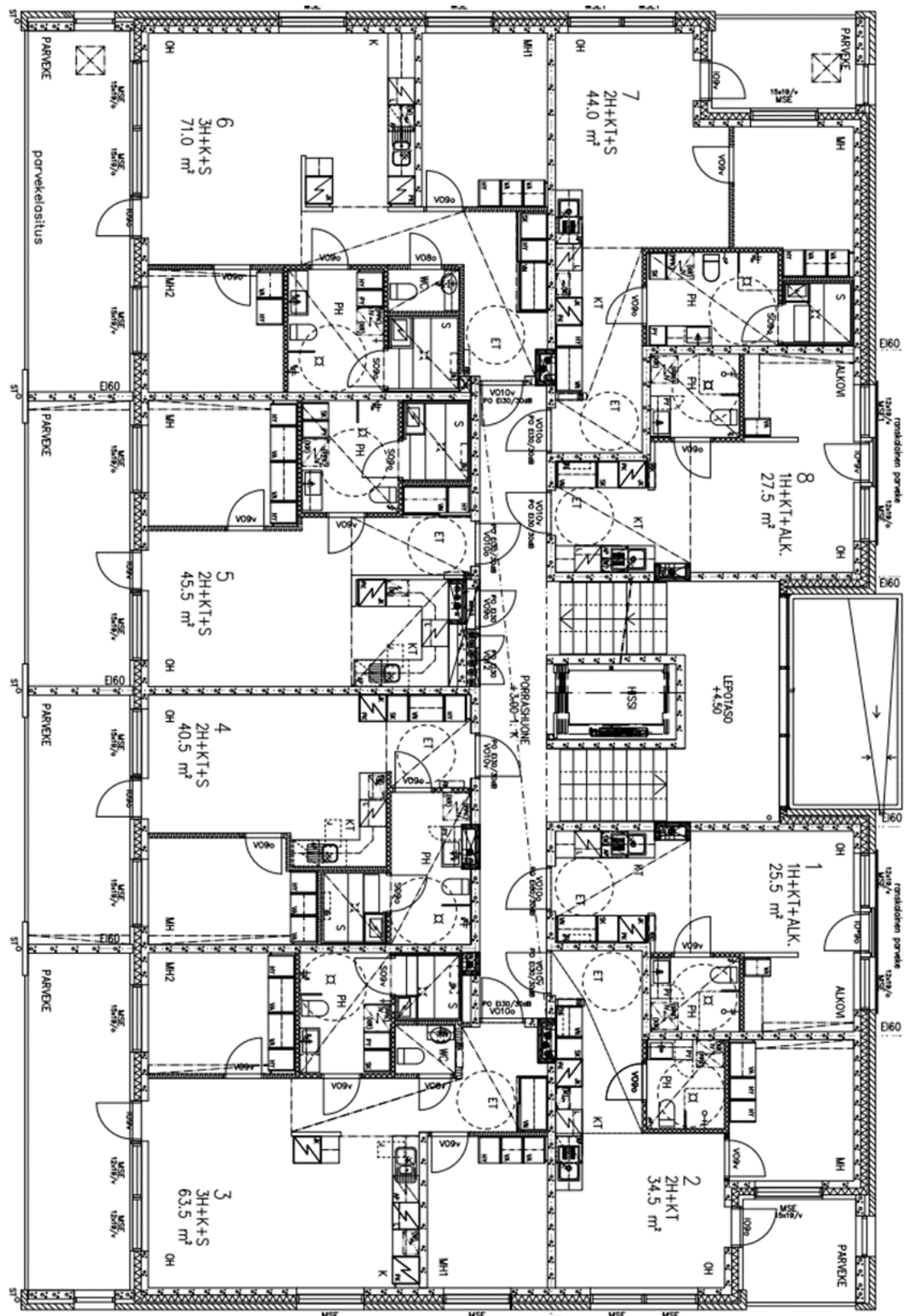
Rakennusmateriaalien varastointiinkin tulisi mielestäni kiinnittää myös enemmän huomiota. Materiaalien varastointi tulisikin suunnitella tarkemmin, jolloin varastot saataisiin pysymään siistimpänä ja niitä olisi helppo käyttää. Kaikki varastolle saapuva tavara saataisiin suoraan suojaan ilman sään armoille jättämistä. Näin välttyttäisiin veden ja kosteuden aiheuttamilta vaurioilta. Materiaalit pysyisivät kuivina, säästyisi rahaa, eikä syntyisi hukkaa. Tämä periaate pätee yhtä hyvin työmaaolosuhteissa, kuin pidempi aikaisessakin varastoinnissa.

Loppujen lopuksi olen tyytyväinen tähän opinnäytetyöhön. Tulokset ja eivät ole mitään maata mullistavia, mutta se sai minut pohtimaan tärkeitä asioita materiaalien hukkaamisesta rakentamisessa ja yleisellä tasolla. Jätteiden määrän vähentäminen ja kierrättäminen on kaikkien kannalta tärkeää ja kaikkien tulisi tehdä sitä tulevia sukupolvia ja maapallon tulevaisuutta ajatellen.

## Lähteet

1. Rakennustieto. Rakennustöiden menekit 2015. 2014. S. 2-8. ISBN 978-952-267-077-9
2. Tilastokeskus. Kaivostoiminta ja rakentaminen kasvattivat jätteiden kokonaismäärää 2016. 2018. S. 1.  
[https://www.stat.fi/til/jate/2016/jate\\_2016\\_2018-08-31\\_fi.pdf](https://www.stat.fi/til/jate/2016/jate_2016_2018-08-31_fi.pdf) (Luettu 23.1.2019).
3. Laaksonen, Johanna; Merilehto, Kirsi; Pietarinen, Aino; Salmenperä, Hanna. Suomen Ympäristö 3. 2017. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. S. 38.  
[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79699/SY\\_03\\_2017.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79699/SY_03_2017.pdf) (Luettu 23.1.2019).
4. Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970295> (Luettu 22.1.2019).
5. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN> (Luettu 21.3.2019)
6. Jätelaki 646/2011.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646> (Luettu 22.1.2019)
7. Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179> (Luettu 22.1.2019)
8. Rakennustieto. Ratu 1191-S; Rakennustyön materiaalisät ja -hukat. 2000. S. 2-10.
9. RT tuotetieto. RT 38497; Poltetut Terca-tiilet Wienerberger Oy Ab. 2014. S. 27-28.  
[https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/mediapalvelut/cU3A5NbcJ/RT\\_Tuotetieto\\_huhtikuu\\_2014\\_nettilinkitetty.pdf](https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/mediapalvelut/cU3A5NbcJ/RT_Tuotetieto_huhtikuu_2014_nettilinkitetty.pdf) (Luettu 21.2.2019)
10. Rakennustieto. Työlajit 41-0289; Tiilimuuraus. 2005. S. 3-5.
11. Rakennustieto. Suunnitteluohje S-1232; Rakennustyömaan säänsuojaus. 2013. S. 2.  
<https://kortistot-rakennustieto-fi.tietopalvelu.karelia.fi/resource/juha/content/18040#page=1> (Luettu 25.3.2019)

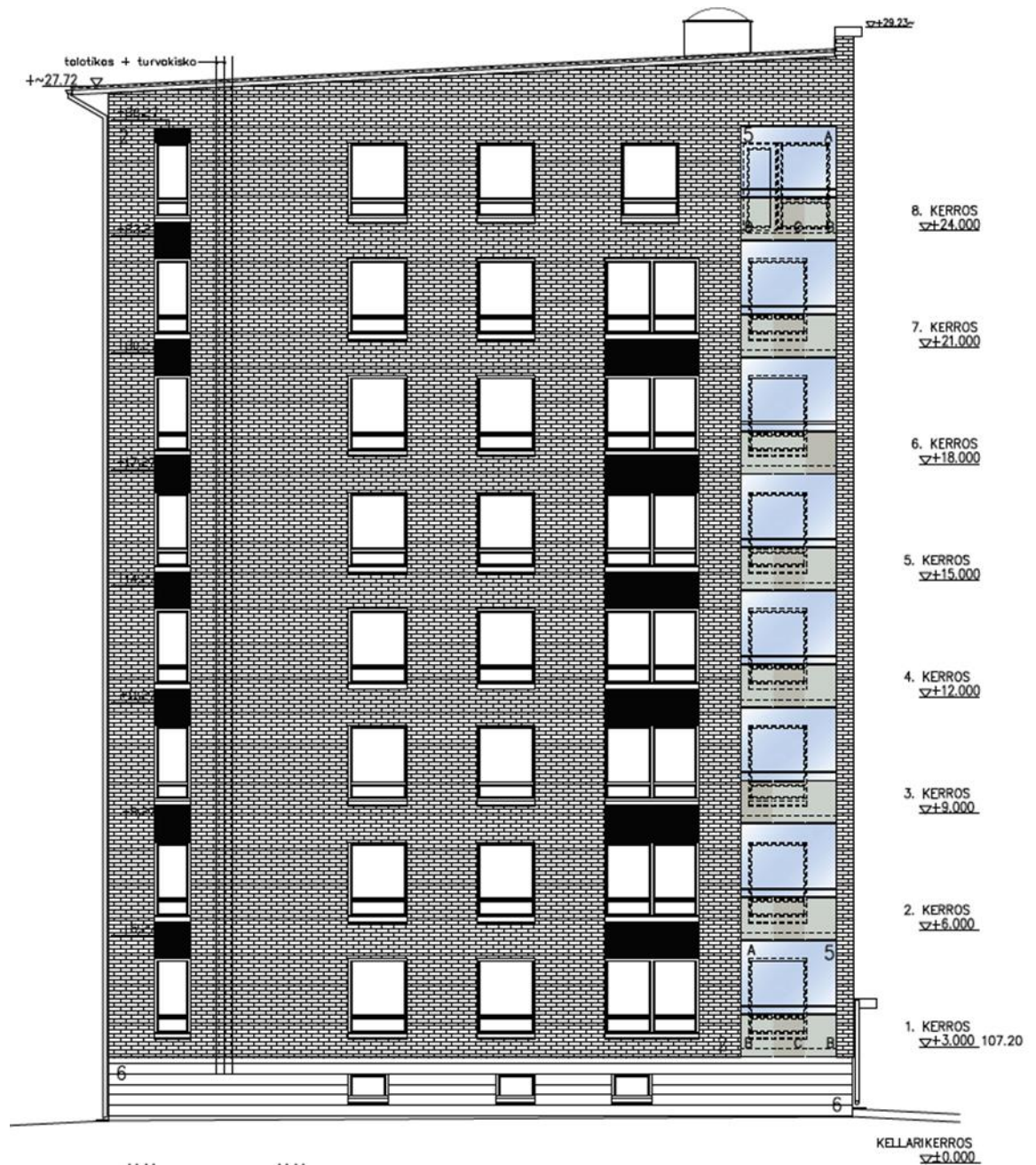
## Rakennuksen piirustukset



Kuva 8. Rakennuksen pohjakuva 1. kerros (Kuva: Rakentaja M. Laukkanen Oy, suunnittelija Karri Vaakanainen Vaakaline Oy).

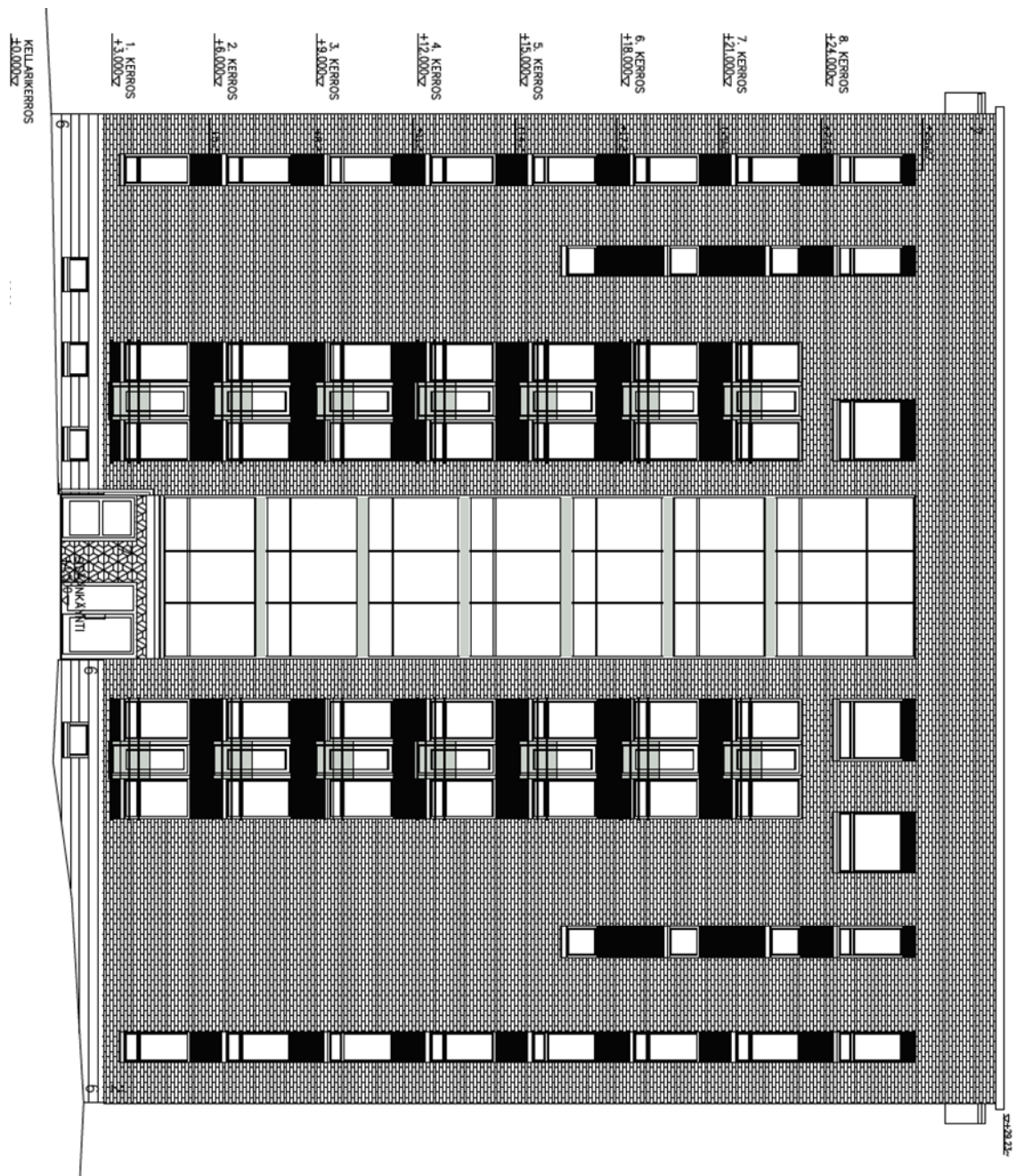


## Rakennuksen piirustukset



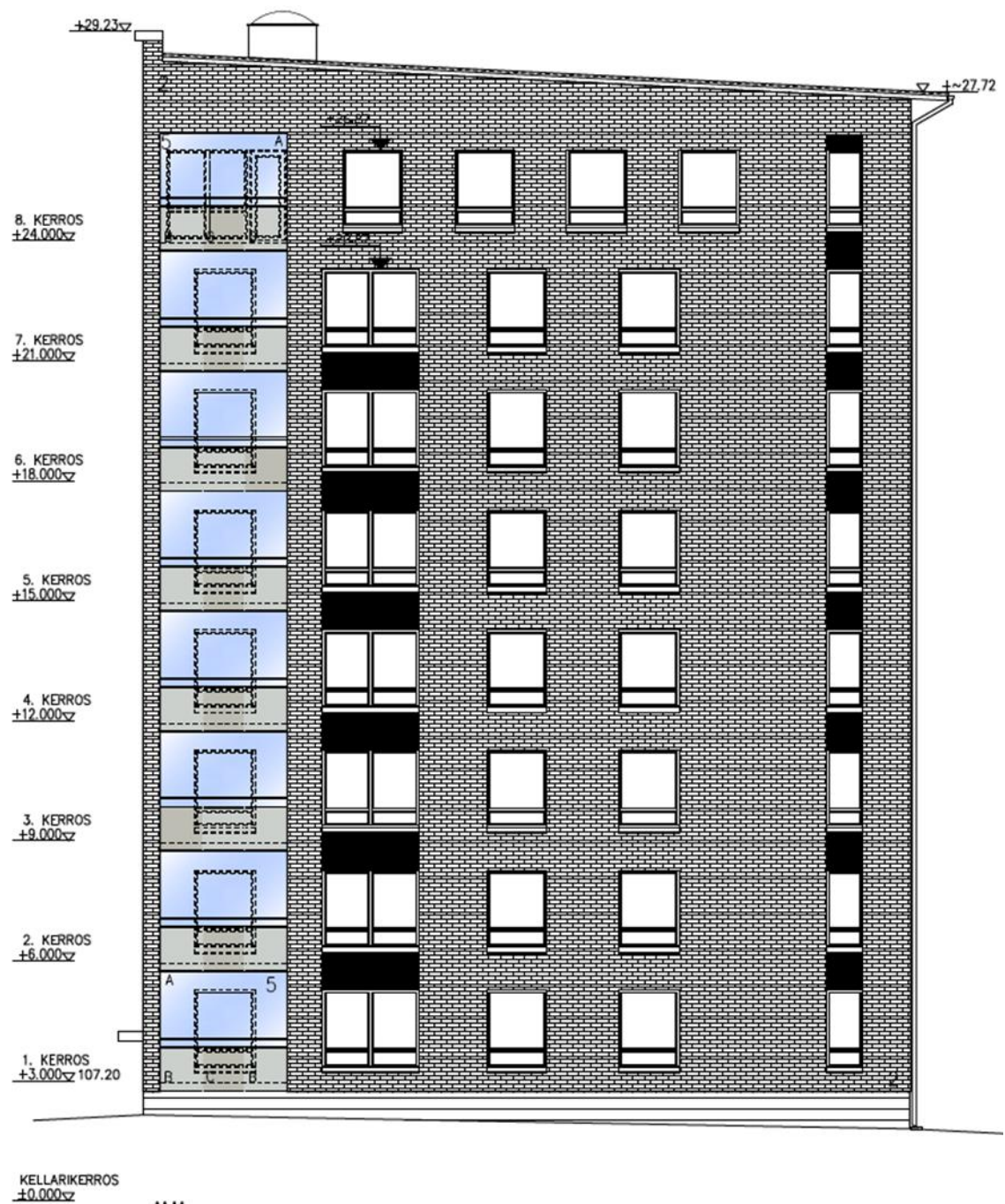
Kuva 9. Julkisivu etelään (Kuva: Rakentaja M. Laukkanen Oy, suunnittelija Karri Vaakanainen Vaakaline Oy).

## Rakennuksen piirustukset



Kuva 10. Julkisivu itään (Kuva: Rakentaja M. Laukkanen Oy, suunnittelija Karri Vaakanainen Vaakaline Oy).

## Rakennuksen piirustukset



Kuva 11. Julkisivu pohjoiseen (Kuva: Rakentaja M. Laukkanen Oy, suunnittelija Karri Vaakanainen Vaakaline Oy).