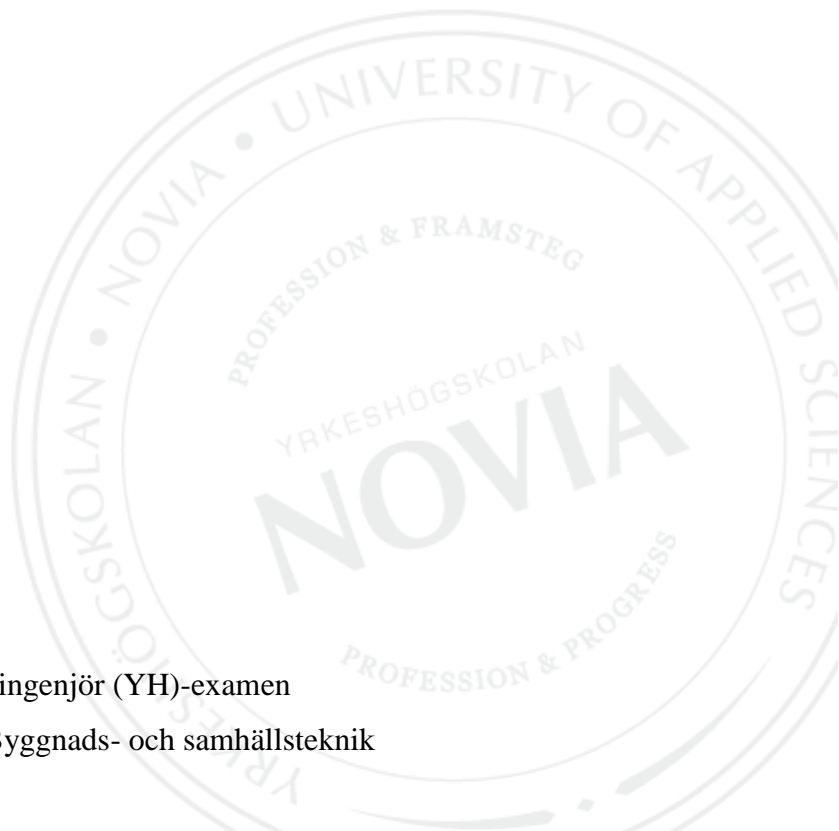


## **Val av grundförstärknings- och grundläggningsmetoder för småhus**

Reza Norouzi

Examensarbete för Byggnadsingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för Byggnads- och samhällsteknik  
Vasa 2016



## EXAMENSARBETE

Författare: Reza Norouzi  
Utbildningsprogram och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Byggnadsproduktionsingenjör  
Handledare: Tom Lipkin

Titel: *Val av grundförstärknings- och grundläggningsmetoder för småhus*

---

Datum 20.02.2016

Sidantal 31

Bilagor 7

---

### **Abstrakt**

Syftet med detta examensarbete är att presentera olika grundförstärknings- och grundläggningsmetoder och med hjälp av denna utredning få fram de två mest lämpliga och säkra grundläggningssätten med tanke på risker för sättning efter färdigställning av byggnaden. Projektet handlar om grundförstärkning och grundläggning för småhus på lösa jordarter. Arbetet är beställt av husbyggnadsföretaget Active Rakennus Ab. Arbetet är gjort på två bostadstomter i Kvevlax. Tomterna ägs av byggföretaget.

I examensarbete tas fram också andra risker, såsom miljöpåverkan för omgivning under och efter byggtiden. Med hjälp av den projektspecifika kostnadskalkylen i Excelformat kan företaget få fram material- och arbetskostnaderna samt tidsåtgången. Med kalkylprogrammet kan man jämföra de båda valda grundförstärkningsmetoderna, för att få fram den mest lämpade. I samma kostnadskalkylprogram ingår också en beräkningsmall anpassad för småhus. Den ger kostnaderna för pålgrundläggning och massabyte.

Vid varje byggprojekt bör man undersöka vilken metod som är mest lämplig för just detta bygge. I denna utredning berättas ytligt om hur de olika metoderna tillämpas och deras funktion samt vissa för- och nackdelar.

I examensarbetet har använts följande metoder: litteraturstudier, intervjuer, Rakennustöiden menekit 2015, kursmaterial, webbsidor och offertförfrågningar från olika leverantörer.

---

Språk: svenska

Nyckelord: massabyte, grundförstärkning för nybyggnader, pålgrundläggning

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Reza Norouzi  
Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa  
Specialization: Production engineer  
Supervisors: Tom Lipkin

Title: *Choice of base reinforcement and foundation methods for small houses*

---

Date 20.02.2016      Number of pages 31      Appendices mass change, piling 7

---

### **Summary**

The purpose of this Bachelor's Thesis is to present different base reinforcement and foundation methods and to choose the two most appropriate and secure foundation ways given the risks of sinkhole activity after completion of the building. This project is about the base reinforcement and foundations for houses on soft soils. The thesis is commissioned by the construction company Active Rakennus Oy. The work is done in two residential plots in Koivulahti. The plots are owned by the construction company.

The thesis is although to notify other risks, such as the environmental impact of the building site during and after the construction. With the help of the project specific cost calculation program in Excel, the company is able to elicit material and labor costs and the time spent. The Excel program enables the company to compare the two foundation reinforcement methods in order to obtain the most suitable. The cost calculation program also includes a calculation template designed for small houses. It gives the costs for pile foundations and mass exchange.

In every construction project, it should be examined which method is the most suitable for the particular building. According to that, this thesis shortly discusses the usage and functions of the different methods, as well as some of their advantages and disadvantages.

Following methods have been used in this thesis: literature studies, interviews, Rakennustöiden menekit 2015, course materials, web pages and requests for quotes from different suppliers.

---

Language:      swedish

Keywords:      mass exchange, base reinforcement for small houses, pile foundation,

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Reza Norouzi  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniika, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennustuontntoinsinööri  
Ohjaajat: Tom Lipkin

Nimike: *Pientalon perustukseen pohjastabilointimenetelmän ja perustuksen menetelmän valinta*

---

Päivämäärä 20.2.2016

Sivumäärä 31

Liitteet 7

---

### **Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä erilaisia pohjastabilointi- ja perustuksen menetelmiä ja tämän tutkimuksen avulla valita kaksi sopivinta ja varmaa menetelmää ottaen huomioon perustuksen vajoaminen riskit rakennuksen valmistuttua. Projekti koskee talojen pohjastabilisointia ja pohjaperustusta pehmeillä mailla. Tilaaja on talorakennusyritys Active Rakennus Oy. Työ on tehty kahdella omakotitalotontilla Koivulahdella. Yritys omistaa tontit.

Opinnäytetyön yhteydessä otettiin esille myös muita riskejä, kuten ympäristövaikutukset rakentamisen aikana sekä sen jälkeen. Projektikohtaisen Excel-laskennan avulla, yritys voi saada materiaali- ja työvoimakustannukset ja aikamenekit. Taulukkolaskentaohjelman avulla voi vertailla kahta valittua perusmenetelmää ja saada selville sopivimman menetelmän. Kustannuslaskentaohjelma sisältää myös laskelmamallin, joka on suunniteltu pientalon perustukseen. Se antaa kustannusarvion paaluperustuksista ja massan vaihdosta.

Jokaisessa rakennushankkeessa on tutkittava erikseen, mikä menetelmä on sopivin juuri siihen rakennuskohteeseen. Tässä tutkimuksessa kerrotaan pinnallisesti eri menetelmistä ja niiden soveltamisesta, sekä eduista ja haitoista.

Tässä opinnäytetyössä on käytetty seuraavia menetelmiä: kirjallisuutta, haastatteluja, Rakennustöiden menekit 2015 -kirjaa, kurssimateriaalia, internetsivuja ja tarjouspyyntöjä eri toimittajilta.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: pohjastabilointi, paalutus, massavaihto

---

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Beställaren .....	1
1.2	Bakgrund .....	1
1.3	Projektets mål och begränsningar .....	2
2	Problemformulering .....	4
3	Arbete och tillvägagångssätt.....	4
4	Metodval .....	4
5	Projektplanering.....	5
6	Arbetssäkerhet.....	6
7	Radon .....	6
8	Geoteknisk undersökning .....	7
9	Sonderingsmetoder .....	7
9.1	Viktsondering .....	8
9.2	Totaltrycksondering.....	8
9.3	Spetstrycksondering .....	9
9.4	Motorslagssondering .....	9
9.5	Hejarsondering.....	9
10	Sättningar och sättningsskador .....	10
10.1	Sättning i friktionsjord.....	10
10.2	Sättning i kohesionsjordart.....	10
10.3	Sättningsskador .....	10
10.4	Sättning av tjälskador .....	11
11	Åtgärder mot sättning i undergrunden.....	12
11.1	Urgrävning/massabyte.....	12
11.2	Kalkpelare.....	12
11.3	Förbelastning.....	12
11.4	Kompensationsgrundläggning.....	13
11.4.1	Kompensationsgrundläggning med lättklinker.....	13
11.5	Grundläggning med pålar .....	13
12	Grundläggning och grundförstärknings bakgrund.....	13
12.1	Olika grundläggningsmetoder .....	14
12.2	Utbredda plattor.....	14
12.3	Grundläggning med hel jämntjock bottenplatta .....	15
12.4	Kantförstyvad platta på mark .....	15

12.5	Grundläggning med grundmurar eller plintar/pelare .....	16
12.6	Grundläggning på prefabricerade betongbalkar med platsgjutna/ prefabricerade plintar och grundplattor. ....	16
12.7	Grundläggning med pålar .....	16
13	Pålar och historik.....	17
13.1	Jetpåle.....	18
13.2	Träpåle .....	19
13.3	Stålrörspåle .....	20
13.4	Betongpåle.....	21
	Fördelar.....	21
14	Projektering .....	23
14.1	Pålning.....	24
14.2	Massabyte .....	25
15	Resultat.....	26
16	Diskussion .....	29
	Källförteckning .....	31

**Bilagor 7 sidor**

## Ordbegrepp

Schablon	En formgivningsmodell, mall, mönster
Hejare	Vikt som släps i fritt fall på t.ex. en påle vid pålning av slagna pålar.
Permeabilitet	Genomsläpplighet
Konsoliderad	Slutresultatet uppnådd, förstärkt, stabiliserad
Knäcklängd	Den längd av en konstruktion som inte har sidostöd och kan böjas/knäckas.
M <sup>3</sup> ktr	Volym av oschaktad massa i m <sup>3</sup>
M <sup>3</sup> ktd	Utschaktad volym i m <sup>3</sup>
Itd	Massans transportvolym m <sup>3</sup>
M <sup>3</sup> rtd	Dumpade massans volym i m <sup>3</sup>
M <sup>3</sup> rtr	Massans packade volym i m <sup>3</sup>
T3	Teoretisk tidsåtgång enligt Rakennustöiden menekit 2015
T4	Tidsåtgång från T3 + rekommenderade upphöjningskoefficienter
M	Meter
MM	Millimeter
Teknisk pris	Pris för enbart arbete och material som är exklusive moms, entreprenörsarvode.

# 1 Inledning

Detta examensarbete är på yrkeshögskolenivå och handlar om att hitta en passlig grundförstärknings- och grundläggningsmetod för två bostadstomter som skall vara sättnings säkra och ekonomiskt för beställaren. Arbetet är utfört på två stycken egnahemshustomter, som är belägna i Kvevlax. På tomterna skall byggas egnahemshus i två våningar av träkonstruktion, husen kommer att byggas i den närmaste framtiden av byggföretaget Active Rakennus Ab.

## 1.1 Beställaren

Beställaren till detta examensarbete är Active Rakennus Ab, som är stationerad i Vallvik, Korsholm. Företaget tillverkar huselement av trä och färdigställer nyckelfärdiga hus enligt beställarens egen modell och önskemål. Företaget erbjuder även övriga tjänster, såsom bygglovsritningar och ansvariga arbetsledare för olika sorters projekt.

Företaget har sin verksamhet i hela Österbotten och har växt med jämn takt. Omsättningen var ca 365000 € år 2014. Active Rakennus använder sig mestadels av underentreprenörer för sina projekt.

## 1.2 Bakgrund

Hösten 2011 gjorde jag tillsammans med byggnadsingenjören Jonas Nygård en markundersökning med hjälp av viktsondering. Markundersökningen gjordes på två bostadstomter som ägs av Active Rakennus Ab. Syftet var att få fram vad undergrunden består av och på vilket djup fastmark eller berg ligger.

Jag deltog i utförandet som hjälpkarl, eftersom jag är mycket intresserad av markundersökning. Det krävs specialutrustning och rätt kompetens för undersökningen. Sondering är den mest vanligaste metoden som tillämpas när man vill veta på vilket djup som fast eller bärkraftig mark ligger.



Hösten 2015 frågade jag av Nygård, om jag kunde göra ett examenarbete för företaget. Nygård erbjöd mig att göra val av grundförstärkningsmetod för de två bostadstomter utifrån viktsonderingsresultaten från år 2011.

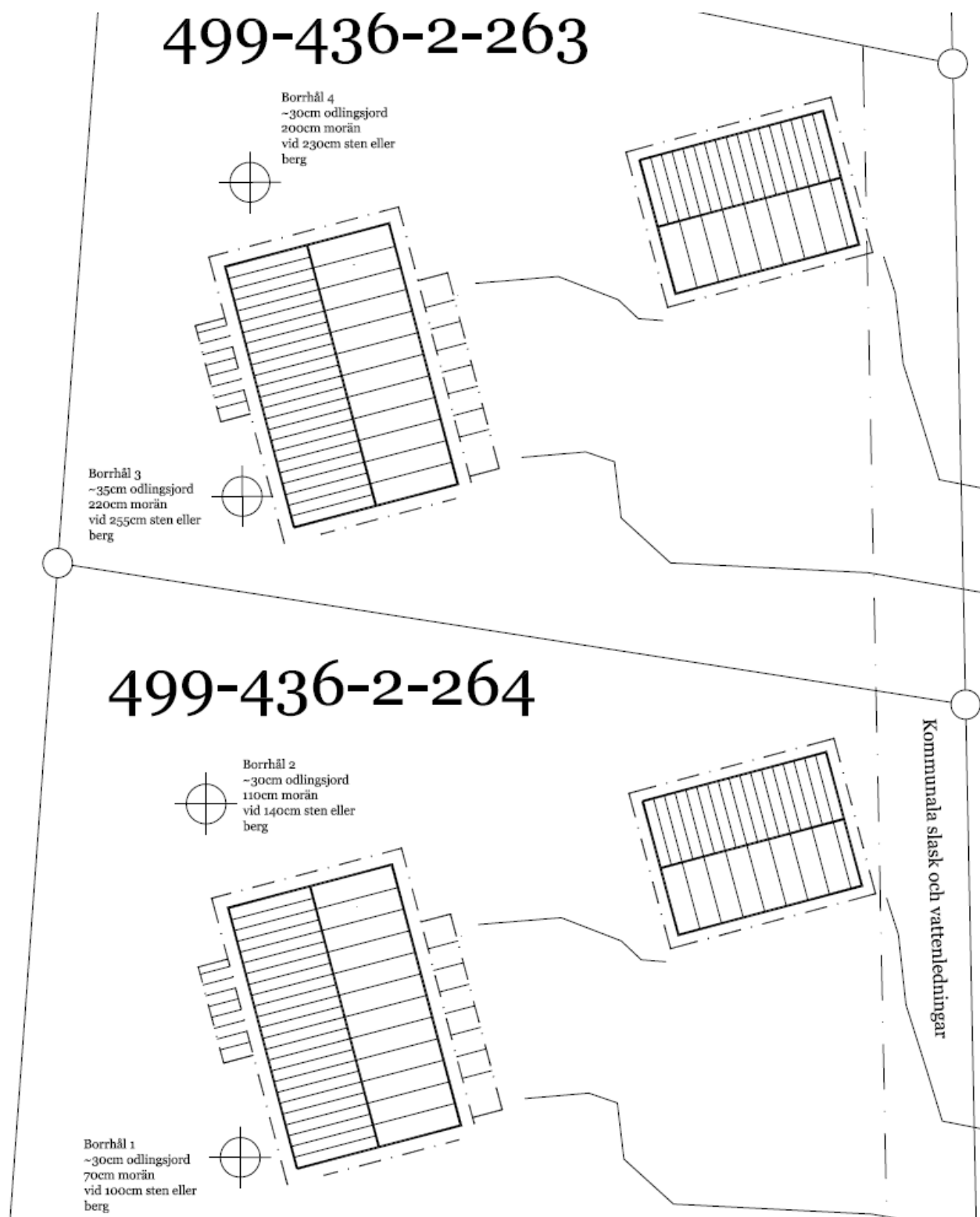
### **1.3 Projektets mål och begränsningar**

Företaget Active Rakennus Ab har planerat att i den närmaste framtiden att bygga två egnahemshus på tomterna som ligger vid Alvägen i Kvevlax. (Se figur 1).

Företaget ville att jag skulle göra ett examenarbete om bostadstomterna för två nya byggnader med ämnet ” *Val av grundförstärkning och grundläggning för småhus*”.

Målet med detta examensarbete är, att jag med hjälp av viktsonderingsresultat som visade 1,2-2,55 meter jord med svag hållfasthet ovanpå det bärande skiktet, skall välja ut en passande grundförstärknings- och grundläggningsmetod för just dessa två tomter. Jag bör även beakta miljöpåverkan: så som bullerindverkan och dammspridning i omgivningen. Samt till sist att göra kostnadskalkyl och utifrån den presentera den mest kostnadseffektiva metoden av de två alternativen.

Detta examensarbete innehåller inte konstruktionsberäkningar. Målet är främst att få fram en lämplig metod som skall vara sättningssäker och samtidigt ekonomiskt för beställaren/företagen.



Figur 1 Situationsplan

## 2 Problemformulering

Vid projektering av små radhus, parhus eller egnahemshus, kan det hända att byggherren eller byggföretaget inte har tillräckligt med kunskap om markens geotekniska funktion, och därför inte väljer den mest passande grundförstärkningen eller grundläggningsmetoden. Detta kan leda till framtida problem med husgrunden. Problemen kan vara ojämn sättning eller glidning av undergrunden som i sin tur kan leda till relativt dyra reparationer eller ombyggnad.

Vid grundläggning av nya byggnader skall man även ta i beaktande att marken kan vara förorenad eller innehålla höga radonhalter. Grundvattennivån och ändring av grundvattennivån och dess inverkan på närliggande byggnader har även stor betydelse vid grundläggningen. Ibland kanske två grundläggningsmetoder är lika lämpliga för projektet, men skillnaden i kostnader kan vara stor.

## 3 Arbete och tillvägagångssätt

Jag kommer att presentera olika sonderingsmetoder för undersökning av grund och olika metoder som används för att undvika sättningar i undergrunden, samt olika grundläggningstyper för byggnader. Därefter fokuserar jag på de två mest passande metoderna för mitt projekt, samt tar fram kostnadskalkyl, tidtabell och miljöpåverkan mellan de valda metoderna till jämförelse.

## 4 Metodval

Källmaterialet för examenarbetet är hämtat främst från litteraturstudier: böcker, RT-kort, kursmaterial och lagstiftningar. Jag har använt olika tidskrifter och websidor, samt intervjuat olika företag inom branschen. För kostnadskalkylering använder jag mig av **Rakennustöiden menekit 2015** samt offerter av leverantörer och företagens egna nyckeltal.

## 5 Projektplanering

Vid planering av en grundförstärkning skall man börja med att ta reda på markens geotekniska funktion och olika jordlagers tjocklek, samt grundläggningstyp och djupet av de närliggande byggnadernas grundkonstruktion. Före projektstarten är det också viktigt att kartlägga olika anslutningar som kan finnas under marken från tidigare. Dessa undersökningar är av stor betydelse eftersom en dålig planering kan orsaka kostnader och faror vid byggandet och i fortsättningen.

Byggherren kräver att entreprenören har en tidsplan för projektet. Tidsplanen skall presenteras vid första möten med byggherren (YSE1998 allmänna avtalsvillkor).

Det är viktigt att entreprenören håller regelbundna möten med byggherren och andra medarbetare, före och under projekteringen. Detta hjälper till att det hela skall löpa på bästa möjliga sätt och hålla alla parter informerade om olika ändringar och tidtabellen. Vid varje byggprojekt skall det finnas en ansvarig byggledare, som är godkänd av byggnadstillsynsmyndigheten. (Byggnadsproduktion. kursmaterial, 2016) Den ansvarige arbetsledarens uppgifter består av sex punkter som framkommer i ”Markanvändnings- och byggförordningen” på finlex. (www.finlex.fi ss. Markanvändnings- och byggförordningen 73§)

## 6 Arbetssäkerhet

Arbetssäkerheten har en central roll eftersom byggbranschen relativt ofta drabbas av allvarliga arbetsolyckor. Innan projektet påbörjas skall alla el-, gas- och vattenledningar markeras och eventuellt avlägsnas eller tillfälligt stängas av.

Man bör följa en kontrollplan där det skall framgå om jord- och grundvattenförhållanden överensstämmer med de förutsättningar på vilka projekten baserats. En arbetsplan skall finnas och följas, samt en sakkunnig person skall finnas vid projekten. (Connie, 1993 s. 327)

### *Allmänna skyldigheter för den som deltar i byggnadsprojektet:*

Den projektansvarige skall se till att alla arbetstagare på den gemensamma byggarbetsplatsen har tillräckliga kunskaper om arbetssäkerheten och känner till arbetsplatsens risker och olägenheter samt de åtgärder som bör vidtagas. (www.finlex.fi s. säkerheten vid byggarbeten 3 §)

## 7 Radon

Radon i våra bostäder orsakas av naturens radioaktiva grundämnen. När atomkärnor spontant och utan yttre påverkan sönderfaller, bildas radon. När radon har frigjorts förvandlas det till radongas under emission av alfa-, beta- och gammastrålning.

I mark där det finns uran förekommer radon. Radon kommer oftast i byggnader via tre olika källor

- ursprunglig mark eller ny fyllning
- hushållsvatten från djupborrhållade brunnar i granit med förhöjd radiumhalt
- byggnadsmaterial.

Vid grundläggning på mark som har hög radonhalt: Skydd mot radon och olika grundläggningar som är radonsäkra bör noga beaktas vid val av grunder för byggnader. (Berg, 2008 ss. 97-98)

## **8 Geoteknisk undersökning**

Markundersökning skall alltid utföras enligt eurokoden 7 på det område där en ny byggnad planeras. En rapport av grundundersökningens resultat ska presenteras för berörda parter inom byggprojekt. (EN 1997-1 3.1)

När man utför en geoteknisk undersökning får man en kartläggning som berättar vad undergrunden består av och jordartens hållfasthetsegenskaper, samt grundvattennivån och variationer i grundvattnet. Med hjälp av den geotekniska undersökningen kan man bestämma grundläggningssätt för byggnaderna samt få fastslaget riskerna för markradon via laborationsmätningar.

Med hjälp av olika geotekniska undersökningar, kan man bl.a. bestämma om marken är friktions- eller kohesionsartad samt olika jordlagers tjocklek och bärighet. Här presenterar jag ytligt olika markundersökningar som görs med hjälp av sondering. (Berg, 2008 s. 20)

## **9 Sonderingsmetoder**

Vid sondering använder man sig av statiska eller dynamiska undersökningar för att mäta jordlagrens tjocklek och hållfasthet. Man är alltid osäker om sonderingen får stopp vid stenblock eller bergrund. (Berg, 2008 s. 20)

## 9.1 Viktsondering

Vid undersökning av lösare jordarter (sand, grus, lera och silt) används traditionellt viktsondering, för att ta reda på jordlagerföljdens relativa fasthet. Tack vare att viktsondering är billigt och är lätt att utföra, kommer metoden även i fortsättningen att ha stor betydelse vid val av undersökning.

Viktsondering utförs med en skruvformad spets som har en diameter på 25 mm och ett antal stänger som har en diameter på 22mm. Denna undersökningsmetod kan göras manuellt med lösa vikter eller maskinellt. Den totala vikt, som används för belastning är 100 kg (3 x 25 kg, 2 x 10 kg, 1x 5 kg). (Berg, 2008 s. 21). Vid maskinell viktsondering används en viktmätare, som är installerad vid driftmotorn.

När man fått ett visst sonderingsmotstånd eller när det på grund av något hinder inte går att driva sonden djupare avslutas sonderingen. Avslutningskriterium som ska gälla är bland annat beroende på av jordförhållanden och ändamål med undersökningen etc. (Berg, 2008 s. 21)

## 9.2 Totaltrycksondering

Totaltrycksondering utförs så, att man med en nära konstant hastighet pressar ned en sond i marken och i det sammanhanget registrerar den kontinuerligt erforderliga neddrivningskraften. Storleken av friktionen på sondstången kan registreras genom en glappkoppling i spetsen.

Denna metod används, liksom viktsondering, för att få en bild av jordlagerföljden. För de mesta används metoden i lös jord, där man kan driva ned sonden i jorden enbart med tryck.

Undersökningen kan oftast utföras snabbare än viktsondering och ger dessutom en mer detaljerad bild av jordlagerföljden. (Berg, 2008 s. 22)

### **9.3 Spetstrycksondering**

Man mäter sonderingsmotståndet mot spetsen direkt med en kraftgivare, som är monterad i spetsen. Metoden har kommit mera till användning under de senaste tiden. (Berg, 2008 s. 22)

### **9.4 Motorslagssondering**

Motorslagssondering utförs med bensinmotordrivna bergborrmaskiner för den dynamiska sonderingen. Man använder sig av denna metod för att undersöka om det finns bergfritt djup för ledning eller schakt. Man vill säkerställa att man kan gräva schakt utan att träffa berg.

Det går också bra att använda sig av denna metod vid kontroll av djupet ner till fast botten av morän eller berg vid pål- och spontgrundläggning. (Berg, 2008 s. 22)

### **9.5 Hejarsondering**

Hejarsonderingssonden är 90 mm lång och har en diameter på 45mm medan stångens diameter är 32 mm. Sonden drivs ned med hjälp av en hejare som väger 63,5 kg och släpps fritt fallande på stången från en fallhöjd på 0,5 meter.

Sonderingsmotståndet beräknas som antal slag per 0,2 meters neddrivning. Sonden skall gå rakt och för att minska mantelfriktionen på sondstängerna drivs den två varv runt medan den rör sig 0,2 meter neråt.

Den här metoden brukar man mest använda för att bestämma erforderliga längden för spetsbärande pålar. (Berg, 2008 s. 22)



## **10 Sättningar och sättningsskador**

Sättning och deformationer förekommer i jorden där t.ex. byggnader eller fyllningsmassor belastar marken. Sättningens storlek och tidsförloppet på sättningen beror på belastningstrycket och jordlagrets tjocklek samt jordartens deformationsegenskaper. I torv, lera och gyttja kan sättningarna bli stora men däremot hos grus och morän kan sättningarna vara relativt små. (Berg, 2008 s. 25)

### **10.1 Sättning i friktionsjord**

Under själva byggproceduren kan friktionsjordarter sätta sig lite men inte efteråt. Om byggområdet utsätts för vibrationer t.ex. på grund av tung trafik eller pålningsvibrationer på närliggande mark etc. kan friktionsjordarter sätta sig. Hur stor sättning som sker är mycket beroende av på vilket sätt packningen är utförd. (Berg, 2008 s. 25)

### **10.2 Sättning i kohesionsjordart**

Sättning av kohesionsjord kan förekomma som följd av tyngdbelastning åstadkommen genom uppfyllning, vägar och byggnader samt när det förekommer ändring i grundvattennivån. När kohesionsjord belastas så pressas vattnet ur porerna mellan kornen och orsakar volymminskning vilket leder till sättning. Hos lera är permeabiliteten väldigt låg och utpressningen av vätska ur porerna vid belastning tar lång tid vilket har till följd att sättning sker mycket långsamt. Geotekniker kan med hjälp av undersökningar beräkna tidsbeloppet och storlek av sättningen. (Berg, 2008 s. 26)

### **10.3 Sättningsskador**

Vid olika tjocklek av lera blir sättningen ojämn. Stora sättningar kan orsaka sprickor eller att byggnaden börjar luta, trafikytor kan bli ojäma och det kan uppstå bakfall i vattenledningarna eller så brister rören.

Med hjälp av tung fyllningslast kan man åstadkomma en ordentlig belastning på den underliggande marken och på så sätt få till stånd att marklagret komprimeras.

Pålar och rustbäddar som ligger ovanför grundvattennivå utsätts för angrepp av rötsvampar vilket på sikt minskar bärigheten hos pålen och rustbädden. Detta har varit en vanlig orsak till sättning hos äldre byggnader. (Berg, 2008 s. 26)

Plantering av träd för nära byggnad på lermark kan påverka sättningsförloppet och skada byggnaden. Lövträd - speciellt alm, björk och poppel är olämpliga för nära byggnader. När träden växt sig stora kräver de ännu högre vattentillförsel.

Vid sänkning av grundvattennivån kan det också uppstå sättningar. Det kan ofta drabba gamla byggnader vid nyproduktion i närliggande områden. Den gamla byggnaden kan ha högre grundläggningsdjup än den nya byggnaden som då orsakar sänkning av grundvattennivån. Sänkning av grundvattennivå kan även orsakas av läckor i djupt liggande bergtunnlar och ledningar. (Berg, 2008 s. 27)

#### **10.4 Sättning av tjälskador**

Byggnader kan få sättningskador på grund av tjältryck. Detta kan ske när jordarten är tjälfarlig, grundläggningsdjupet är mindre än tjäldjupet och jordarten är vattentransportbenägen samt byggnadens belastningstryck mot marken är mindre än tjälens lyftkraft. Detta kan orsaka iskristallbildning som ger volymändring under olika temperaturförhållande. (Berg, 2008 s. 33)

## **11 Åtgärder mot sättning i undergrunden**

Vid planering av ett bygge kan man via kalkyler beräkna sättningens storlek. Det finns flera metoder som kan minimera sättningar. Här berättar jag kort om de vanligaste metoderna som tillämpas för småhus. (Berg, 2008)

### **11.1 Urgrävning/massabyte**

Urgrävning av den befintliga lösa jorden och återfyllning med packad bärkraftig friktionsjord. Denna metod används ofta när djupet på jordlagret är max 5 meter. Urgrävningens bredd skall göras bredare för att få återfyllningen stabil. Tilltrömmande grundvatten kan försvåra ett massabyte. (Berg, 2008 s. 28)

### **11.2 Kalkpelare**

Denna metod utförs, så att man blandar osläckt kalk in i leran så att det bildas en pelare med ca 0.5m diameter efter blandningen. Kalkinblandningen ökar lerans skjuvhållfasthet med en faktor på ca 5 gånger. Om man sprider ut dessa kalkpelare på lämpligt avstånd från varandra får marken en styvhet som håller att bygga den aktuella konstruktionen på. (Berg, 2008 s. 28)

### **11.3 Förbelastning**

Denna metod utförs med en viktbelastning på det markområde som byggnaden kommer att uppföras. Man lägger en last som motsvarar minst den beräknade byggnadens vikt. Med denna metod strävar man efter att sättningarna inträffar innan man bygger på den valda ytan. Helst bör lasten med stor marginal överskrida konsolideringstrycket. (Berg, 2008 s. 28)

## **11.4 Kompensationsgrundläggning**

Man använder denna grundläggningsmetod för att det ska inte uppstå någon belastningsökning på undergrunden. Man lägger grundläggningsnivån så djupt så att den nya konstruktionens belastning inte överskrider den bortschaktade jordmaterialet. Vid denna typ av grundläggning på lera, skall plattan och väggar vara styva för att klara grundtrycket. (Berg, 2008 s. 29)

### **11.4.1 Kompensationsgrundläggning med lättklinker**

Genom att återfylla den utgrävda naturliga jorden med lätt fyllnadsmaterial undvikar man överbelastning på den naturliga undergrunden. T.ex. genom att återfylla med lättklinker blir vikten lägre på marken under grundkonstruktionen samtidigt som lättklinkers fördelar belastningstrycket från ovanliggande konstruktioner och grundtrycket hos den naturliga jorden reduceras. (Berg, 2008 s. 29)

## **11.5 Grundläggning med pålar**

Avsikten med pålgrundläggning är att öka bärförmåga och reducera sättningar. Belastningen överförs direkt till bärkraftig jord eller till berggrunden. Trycket från konstruktionens vikt kan reduceras via mantelytan eller via spetsen rakt ner till bärkraftig grund. Denna metod används ofta när man har svaga eller instabila jordlager samt om man vill ha ett bättre dragkraftsmotstånd. (Connie, 1993 s. 31)

## **12 Grundläggning och grundförstärknings bakgrund**

Grundförstärkning har alltid haft en central roll vid uppförande av byggnader och infrastrukturer. Det finns många olika sätt att grundlägga och föra konstruktionens laster till det bärande skiktet eller berggrunden. Sådana metoder är pålning, massabyte och massastabilisering. (Berg, 2008)

## 12.1 Olika grundläggningsmetoder

Dessa metoder som tillämpas vid grundläggning för byggnader är beskrivna i boken Byggteknik Byt 3. (Berg, 2008 ss. 50-67)

- a) grundläggning på utbredda plattor, (kallas också för grundsulor) en gammal traditionell metod.
- b) grundläggning med hel jämntjock bottenplatta.
- c) grundläggning med hel kantförstyvad platta.
- d) grundläggning på prefabricerade betongbalkar med platsgjutna eller prefabricerade plintar och grundplattor.
- e) grundläggning med grundmurar eller plintar/pelare direkt på berggrunden.
- f) grundläggning med pålar.

## 12.2 Utbredda plattor

Denna typ av grundläggning väljs ofta när lodrät belastning förs ner från byggnaden via pelare eller väggar till tryckfördelningsplattor till undergrunden om den har en tillräcklig bärförmåga. Plattornas storlek och utförande baserar sig på tre följande kriterier: (Berg, 2008 s. 52)

- belastning av byggnaden
- undergrundens bärförmåga
- överbyggnadens styvhet

Denna typ av grundläggning är en av de mest valda grundläggningsmetoderna och väljs ofta när byggnaden inte är så tung och lasten inte behövs föras till fast grund. Grundplattorna kan göras armerade eller utan armering. (Berg, 2008 ss. 52-53)

### **12.3 Grundläggning med hel jämntjock bottenplatta**

Denna grundläggningsmetod väljs vanligtvis för småhus men förekommer också för mindre byggnader eftersom den passar för sättningsbenägna undergrunder. Metoden passar för lätta industribyggnader och hus med högst två våningar eftersom lasterna är små.

Man måste beakta grundvattennivån under plattan och förebygga fuktskador som kan komma från undergrunden, eftersom denna typ av grundläggning är känsligt för fukt. En annan orsak till att varför man väljer denna typ av grundläggningsmetod är de förhållandevis låga produktionskostnaderna. (Berg, 2008)

### **12.4 Kantförstyvad platta på mark**

Vid grundläggning för konstruktioner på mark, är betongplatta på mark en vanlig konstruktion och förekommer vanligtvis för byggnader med källare. Denna typ av grundläggning har varit dominerande sedan början av 1960-talet vid småhusbyggandet framförallt beroende på metodens förhållandevis låga produktionskostnader.

Plattan har kantbalkar vilka dimensioneras som armerade betongbalkar så att belastningen som kommer på konstruktionen kan fördelas och utjämnas. Själva plattan rutarmeras för att undvika sprickbildning. (Berg, 2008 s. 162)

Denna typ av grundläggning är mycket känslig för fuktskador. Därför det är viktigt att ha en fungerande dränering och kapillärbrytande skikt under plattan, samt kontroll över grundvattennivån med dess nivåvariationer. Också värmeisolering och tätskikt under och över plattan inverkar på risken för fuktskador. Många hus som är grundlagda på mark med denna metod har därför drabbats av fuktskador. (Berg, 2008 s. 55).

Olika skadeutredningar visar att största risken finns för skador på grund av kapillär fuktransport till betongplattan från den underliggande marken. (Berg, 2008 ss. 162-163) .

## **12.5 Grundläggning med grundmurar eller plintar/pelare**

Denna metod kan man använda när djupet till det fasta jordlagret eller berggrunden är relativt litet och lasterna inte är allt för stora. Då kan byggnadens grundmurar föras rakt ner till bärkraftig botten. Man kan gjuta rakt på berget och om det finns lutning på berget kan man utföra pallsprängning för att få stabilare botten och på så sätt förhindra att plintplattorna börjar glida.

Som alternativ kan grundkonstruktionen byggas som grundbalkar på plintar som är nedförda till fastgrund. För att minska risken för sprickbildningar i balkar orsakade av temperaturrörelser och krympning i betongen kan man armera för reducering av sprickornas längd, eller göra rörelsefogar enligt rekommendationer. (Berg, 2008 s. 56)

Att bygga grund på pelare eller plintar är vanligt för fritidshusbygge och även för ouppvärmade hus. Fördelen med detta är att man kan grundlägga i brant och kuperade terräng, samt att fukt och radon kan bemästras. (Berg, 2008 s. 57)

## **12.6 Grundläggning på prefabricerade betongbalkar med platsgjutna/prefabricerade plintar och grundplattor.**

Denna metod förekommer när man vill bygga hus på kryprumsgrund. Den typen av grund är ventilerad och luften får fritt spelrum. Om bottenbjälklaget är byggt med omsorg och inte är alltför otätt så är krypgrunden en radonskyddad grund. (Berg, 2008 ss. 57,109)

## **12.7 Grundläggning med pålar**

Grundläggning med pålar utförs när djupet till bärkraftig undergrund är stor och utbredda plattor eller plintar inte är lämpliga, samt att sättningsrisken är stor. För att föra belastningen till undergrunden används vanligen pålar som är gjorda av armerad betong,

stål eller trä. Belastningen förs från konstruktionen antingen direkt till det bärande jordlagret eller längs mantelytan till undergrunden. (Berg, 2008 ss. 98-99)

### **13 Pålar och historik**

Grundläggning har alltid varit en av de viktigaste uppgifterna i byggandet - redan våra förfäder hade lärt sig att använda pålar för att föra lasten djupt i jorden till bärkraftiga jordlager. Människor har i flera hundra år använt sig av träpålar, i början slog man ner dem eller grävde ner dem för hand för att möjliggöra grundläggning på lös mark. Christoffer Polhem uppfann den första moderna påldrivningsutrustningen 1740.

I slutet av 1800-talet drev man pålningsutrustningen med ångmaskin och senare användes förbränningsmotorer. Detta resulterade i sin tur att en tyngre hejare kunde användas för nedslagning av grova stålröppålar och kraftiga H-profiler. Allt längre pålar samt större bärighet på pålar kunde uppnås med tiden. (Connie, 1993 ss. 35-36)

I början av 1900-talet kom de första betongpålarna i Sverige och de första pålarna slogs ned omkring 1917 i Stockholm. Lite senare under 70-talet utvecklades slagna stålpålar för grundförstärkning. (Connie, 1993 s. 37).

I början av 1900-talet uppfann den belgiska ingenjören Edgard Frankignoul en ny typ av betongpåle, Frankipålen, som döptes efter honom och patenterades 1909. Lite senare, år 1970 uppfanns jetpålar som har en likadan funktion som Frankipålen, men med lite annorlunda teknik för pålbildning i det befintliga jordmaterialet.

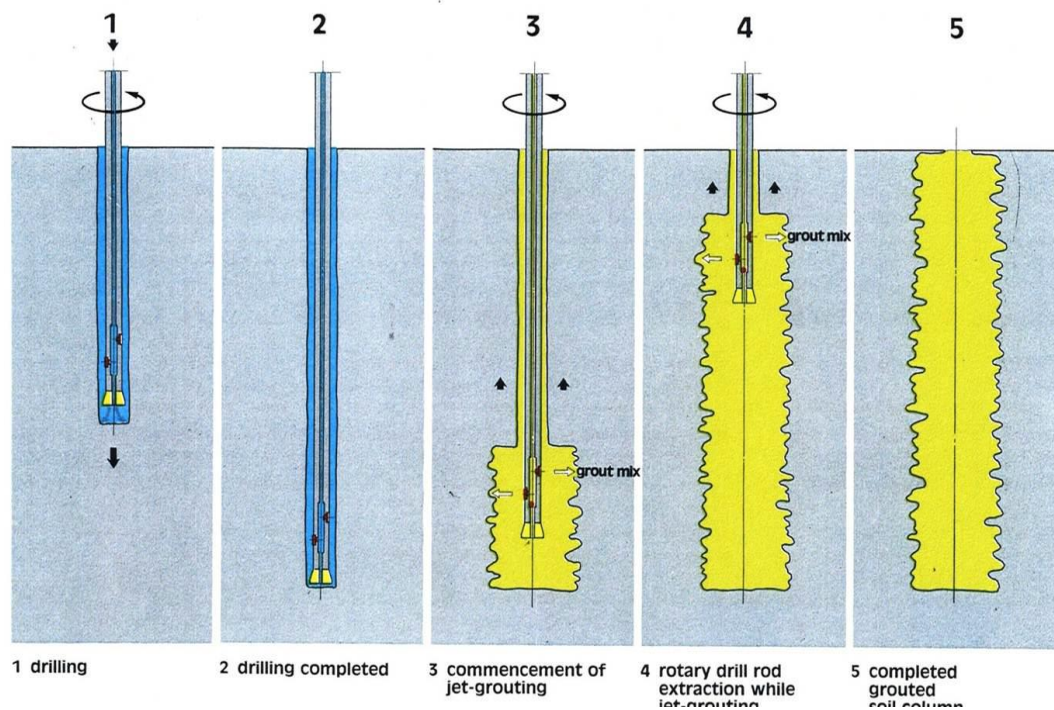


## 13.1 Jetpåle

Jetinjektering uppfanns i början av 1970-talet i Japan. Jetinjekteringsprocessen innebär att man sönderdelar den befintliga jorden och blandar den med ett härdande medel. Överlag används cement. Metoden är en kombinerad av pålning och djupstabilisering. Denna metoden heter på finska *Suihkuinjektointi* och på engelska *Jet Grouting*.

Metoden går ut på att man borrar ett hål i marken tills man kommer till ett stabilt och bärande skikt och sedan med rotation sprutar in vattencementvälling i den befintliga massan nerifrån upp med ett tryck på ca 40 Mpa och på grund av det höga trycket kommer den lösa cementblandningen ut vid munstycket med en hastighet av ca 220 m/sekund. När munstycket samtidigt roterar och hissas upp bildas en jämn radie med cementblandat material som blir till en pelare. (se figur 2)

Den slutliga hållfastheten på jetpelaren är mycket beroende på materialet i marken. .  
(Svenska Geotekniska Föreningen, 2015 jetinjektering, minikurser)



Figur 2 jetpålning

## 13.2 Träpåle

Träpålar har använts i flera hundra år och är ändamålsenliga så länge de kan hållas under grundvattennivån eftersom den del av pålen som ligger ovanpå grundvattennivån ruttnar bort med tiden. Träpålar används för mantelburna pålar och inte för slagning mot berg, eftersom pålspetsen kan skadas vid nedslagning mot berg. Vid slagning i lös friktionsjord eller lera bör spetsdiameter vara minst 125 mm. Vid slagning i fast friktionsjord bör spetsdiametern vara minst 150 mm.

Trämateriel som används för pålar är gran eller furu. De skall vara friska och utan rotskador, dessutom bör de vara fria från trägnagande insekter eller inte ha djupa gångar efter deras larver. Träpålarna skall vara raka och jämnt koniska över hela längden. (Connie, 1993 ss. 35,74-75).

Vid skarvning av träpålar används skarvhylsor och pålen skarvas rot mot rot. Skarvhylsan slås in till hälften av sin längd i den nedanstående pålen. Skarvning av träpålar kräver stor noggrannhet, pålar som skarvas bör vara utomordentligt raka så att pålen inte styrs åt sidan och förstör skarven. När grundläggningsdjupet ligger ovanpå grundvattennivån kan man använda en ”pålsättare” som kallas för kombinationspåle. Man skarvar pålen på samma sätt som ovan nämnda skarvning med en betongpåle vars lägsta ända ligger under grundvattennivån. På så sätt undviks att träpålen ruttnar. (Connie, 1993 s. 75).

Träpålar som används nuförtiden är huvudsakligen för släntstabilisering och linjestöd. Numera finns det även impregnerade träpålar.

### 13.3 Stålrörspåle

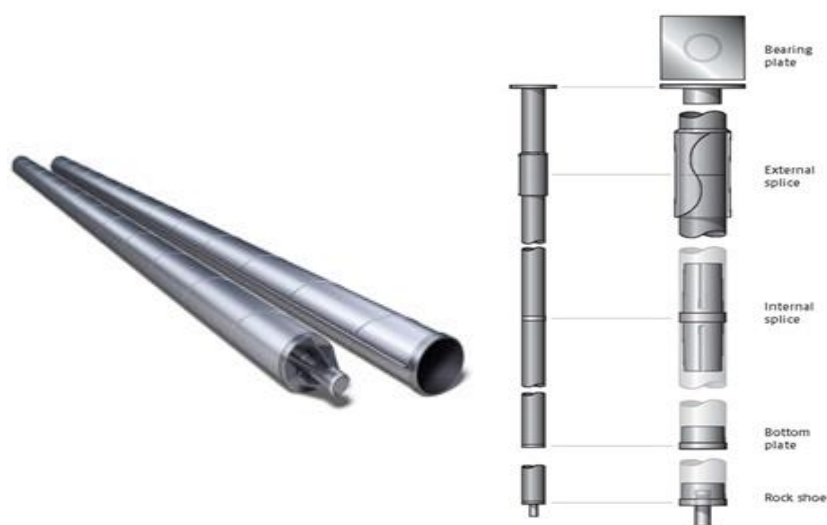
Slanka stålrörspålar används ofta för att föra lasten direkt till bärkraftiga jordar eller berggrunden via pålspetsen. De kallas oftast för slanka pålar eftersom dessa pålar har relativt lite mantelyta. Pålens funktionssätt är i huvudsakligen lika som spetsburna pålar. (se figur 3) (Connie, 1993 s. 75).

Utförande av slagna pålar: Pålning, skarvning samt knäcklängdsbestämmelser presenteras i pålkommisionens rapport 103. (Baker, 2007).

När stora laster skall överföras till bärande lager och knäckningen är dimensionerande, d.v.s. pålen har stora fria längd (begränsad eller utan sidostöd) används grova stålpålar (rör eller H-profiler). (Connie, 1993 s. 75).

De vanligaste pålar som används för småhusgrunder: ( Ruukkis tabeller)

Slagna påltyper	Material	Dimension	
RR90 =	S 440 J2H	D 88,9	t=6,3
RR115=	S 440 J2H	D 114,3	t= 6,3



Figur 3 slagna pålar

## 13.4 Betongpåle

Betongpålar är slagna pålar. Pålarna prefabriceras i stationära fabriker och med ändamålsenliga former. Pålarnas utformning bestäms i landets standarder. För de flesta typer av byggnadsverk används pålar och de kan bära varierande konstruktionslaster, allt mellan 300-1500 KN, beroende på geoteknisk klass och installationsmetod. Den slutliga bärförmågan bestäms med s.k. bärförmågeformler eller stötvågsmätning, detta bestäms från fall till fall utifrån undergrundens geotekniska funktion. (Berg, 2008 ss. 60-61)

### Fördelar och nackdelar med betongpålen är:

Fördelar	Nackdelar
God beständighet	Svår att kapa
Lätt att skarva	Stor markundanträngning
God kvalitetskontroll	Deformeras mot balk (ibland)
Stark tradition	Ger vibrationer
Relativt billig	
Inte korrosionskänslig	

Standardiserade pålar är från 3 meter upp till 13 meter och är serietillverkade i fabrik med kantmått och material enligt tillverkningstabell. Pålarna är lagervaror och kan beställas från olika länder. (Connie, 1993 s. 70)

Standarder som används i Finland för tillverkning av små betongpålar:

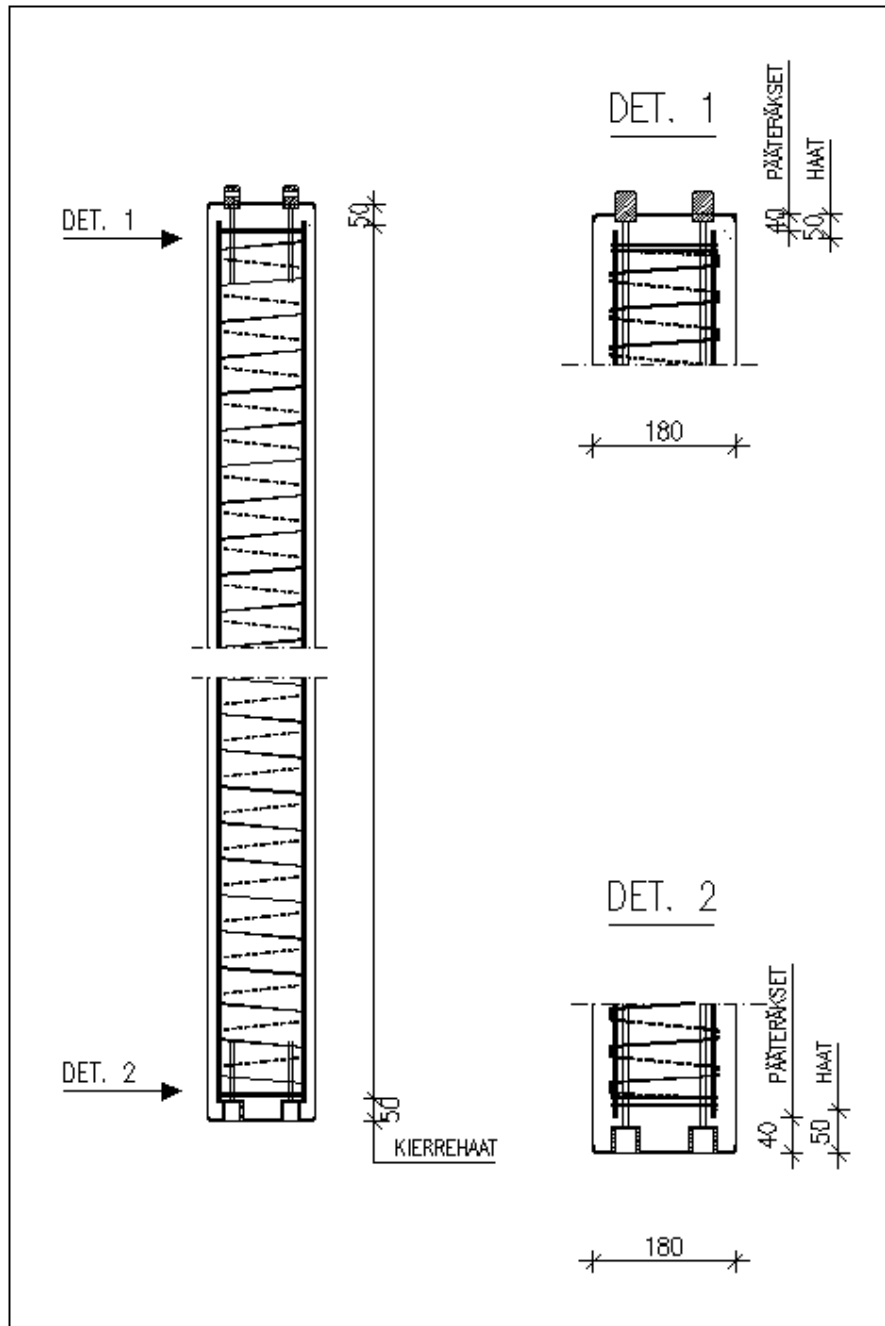
*Luja-pienpaalut on suunniteltu seuraavien normien ja standardien mukaan:*

- SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu
- SFS-EN 12794 + A1 Betonivalmisisat. Perustuspaalut
- SFS-EN 12699 Pohjarakennustyöt. Maata syrjäyttävät paalut
- SFS-EN 13369 Betonivalmisisien yleiset säännöt
- SFS-EN 14199 Pohjarakennustyöt. Pienpaalut
- Paalutusohje 2011

(Lujabetoni Luja-pienpaaluohje, 2013)

Pålarna är gjutna med C40/50 eller C50/60 och det finns tre olika typer som har benämningen: Lpp1, Lpp2, Lpp3 (se figur 5)

Lpp1, Lpp2 är småpålstyper med ett mått på 180 x 180 mm och Lpp3 är en specialpåle som tillverkas efter beställning. (Lujabetoni Luja-pienpaaluohje, 2013)



Figur 4 Luja-Betongpålar

## 14 Projektering

Vid projektering av byggnader måste man i första hand säkerställa att bygglov är beviljat för byggandet. För att bygglovet skall beviljas måste man ha ritningar över olika delar av byggnaden och kravet på värmeisolering, ventilation samt brandsäkerhet ska vara godkända av myndigheterna inom området.

Grundläggningstypen skall vara bestämd i konstruktionsritningarna och kravet som ställs i byggbestämmelsesamlingen D3, för värmeisolering mot mark, måste uppfyllas. Olika byggnadsdelar skall ha ett beräknat U-värde som fyller minimikraven. U-värdets ekvation är ( $W/m^2K$ ).

Vid grundförstärkningsprojekt skall det som nämns i markanvändnings- och bygglagen beaktas och uppföljas. Miljöministeriets förordning om geokonstruktioner 2§. (Finlands byggbestämmelsesamling, 2016)

När man beställer borttransport för schaktmassor eller ny fyllnadskross till arbetsplatsen skall volymskillnaden p.g.a. luftigheten tas i akt. T.ex.  $m^3$ itd: transport volym motsvarar ungefär 0,7 av  $m^3$ rtr: den komprimerade volymen, detta är lite varierande hos olika jordarten (0,65 - 0,75).

## 14.1 Pålning

Checklista vid projektering av pålning. Följande skall uppföljas:

1. <i>Pålar i dimensionerna som är planerad för projektet skall beställas i rätta typer och längder i god tid.</i>
Namn:
Telefonnummer:
2. <i>Företag som skall utföra pålningsarbetet skall informeras om tidtabellen och allt arbete som ingår i deras entreprenad skall framgå i entreprenadavtalet. Arbetsmaskinerna och utrustningen skall vara besiktad.</i>
Namn:
Telefonnummer:
3. <i>Det skall säkerställas att anslutningarna i marken inte ligger i omedelbar närhet av pålarna.</i>
Namn:
Telefonnummer:
4. <i>För- och efterkontroll att kaphöjd och svetsning utförs enligt rätt mått, samt vem som utför dessa arbeten.</i>
Namn:
Telefonnummer:
5. <i>Vid leveransen skall mottagningskontroll utföras så att pålarna har rätt dimensioner och är av rätt typ enligt beställningslistan samt att de är raka och utan transportskador.</i>
Namn:
Telefonnummer:
6. <i>En utförandeplan skall presenteras för medverkarna i projektet innan arbetet påbörjas.</i>
Namn:
Telefonnummer:
7. <i>Stockmattor skall beställas i tid om marken inte har tillräcklig bärighet.</i>
Namn:
Telefonnummer:

## 14.2 Massabyte

Checklista vid projektering av massabyte. Följande skall uppföljas:

1. <i>En karta över anslutningarna i marken skall skaffas och dragningen i marken skall markeras med synlig färg eller käppar.</i>
Namn:
Telefonnummer:
2. <i>Säkerställas att marken inte är förorenad eller att någon bränsletank är nergrävd i marken från tidigare.</i>
Namn:
Telefonnummer:
3. <i>Storlek samt typ på grävmaskinen som skall utföra arbetet skall var av rätt storlek och lämplig för arbetet. Maskiner samt transportlastbilar skall reserveras i tid.</i>
Namn:
Telefonnummer:
4. <i>Plats för deponering av det bortschaktade materialet skall bestämmas.</i>
Namn:
Telefonnummer:
5. <i>Mängden och kornstorleken på krossmaterialet som skall transporteras till bygget skall informeras till krosstationen/leverantören.</i>
Namn:
Telefonnummer:
6. <i>Anslutningar (el, vatten, avlopp, tele) som skall göras i samband med massbytet skall beställas i tid så att arbetet kan utföras under uppfyllningen av undergrunden.</i>
Namn:
Telefonnummer:
7. <i>Bedömning av inverkan på de närliggande konstruktionerna skall göras.</i>
Namn:
Telefonnummer:
8. <i>Grundvattnets inverkan på schaktning och uppfyllning skall tas i beaktande, eventuell bortpumpning av samlat vatten i schaktgropen skall förberedas.</i>
Namn:
Telefonnummer:

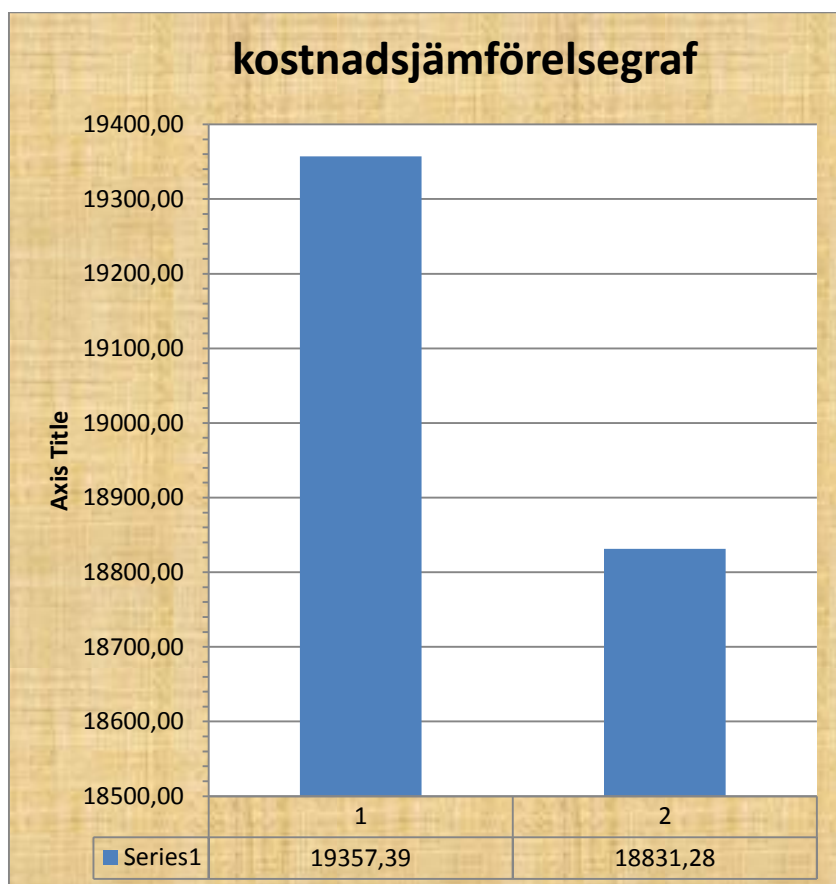


## 15 Resultat

Med hjälp av en Excelkalkyl, som blev gjord för val av lämpligt grundförstärkningsmetod, blev resultatet både massabyte och pålgrundläggning, eftersom den ena grunden var passlig för pålgrundläggning när djupet till bärandeskikt var längre än 2 m (2,35 m). Den andra grunden var lämplig för massabyte eftersom djupet till bärandeskiktet var under 2 m (1,2 m).

Grundläggning på groundsula är vald för husgrunderna, eftersom den är både ekonomisk och teknisksäker med tanke på risk för fuktskador i framtiden. Direkta kostnadsskillnader mellan enbart massabyte (19357,39 euro) eller kombinations av pålgrundläggning och massabyte (18831,28 euro) för just detta projekt är ca 500 euro. Dessa priser är teknisk pris. (Se tabell 1)

Tabell 1 kostnader i euro

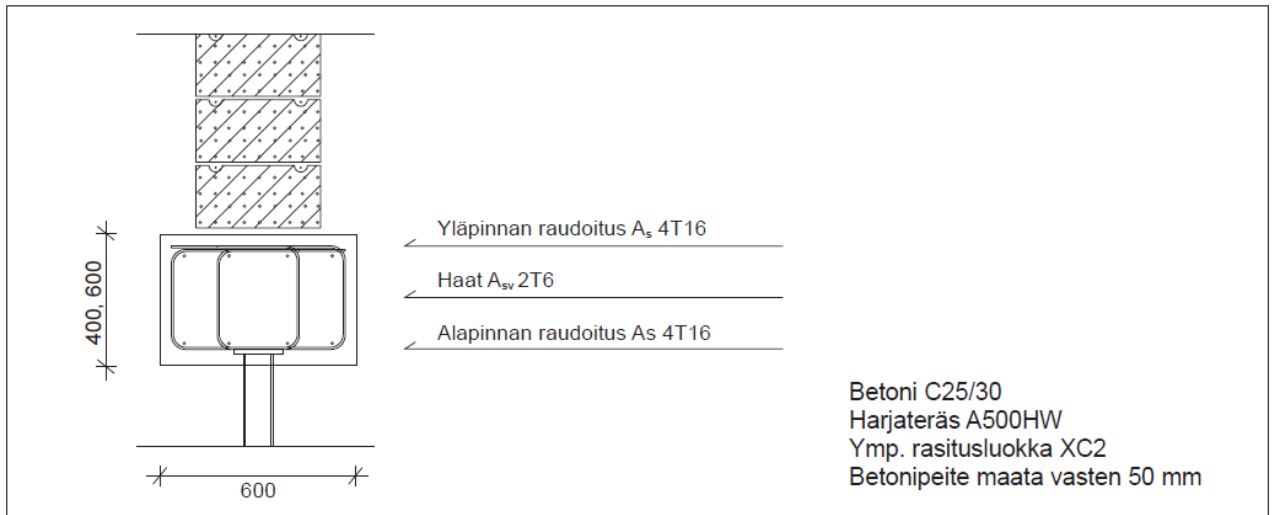


I samband med examensarbete, tillverkade jag ett kalkylprogram i Excelprogram, för att beräkna prisskillnaderna. Kalkylprogrammet räknar fram kostnader och materialåtgång enbart för massabyte och pålgrundläggning.

Data om tids- och materialåtgång som används i kalkylen är från Rakennustöiden menekit 2015 medan priserna som används i kalkylen är beställarens egna priser. Andra uppgifter om pris och tidsåtgång har erhållits via offertförfrågningar och intervjuer av olika leverantörer. Tidsåtgången är ändrad från T3 till T4 med rekommenderade koefficienter från Rakennustöiden menekit 2015, och vissa färdiga nyckeltal som är från företagens egna referensprojekt. Utifrån kalkylen kan man se tidsåtgången och direkta skillnader i pris mellan de valda metoderna.

I samband med examensarbeten har jag även utvecklat ett avancerat Excelkalkylprogram för framtida projekt som passar till småhus av trä med högst två våningar. I programmet matar man in husets bredd och längd samt medelvärdet på de bärande skiktens djup från markytan, sedan räknar programmet färdigt massans volym och materialets mängd samt jämför kostnader mellan massabyte och betong/stålpålning. Alla mått matas in i meterform. Avståndet som materialet skall transporteras till och från arbetsplatsen är beräknat till maximalt 10 km, transportsträckan inverkar en aning på krossmaterialspriset.

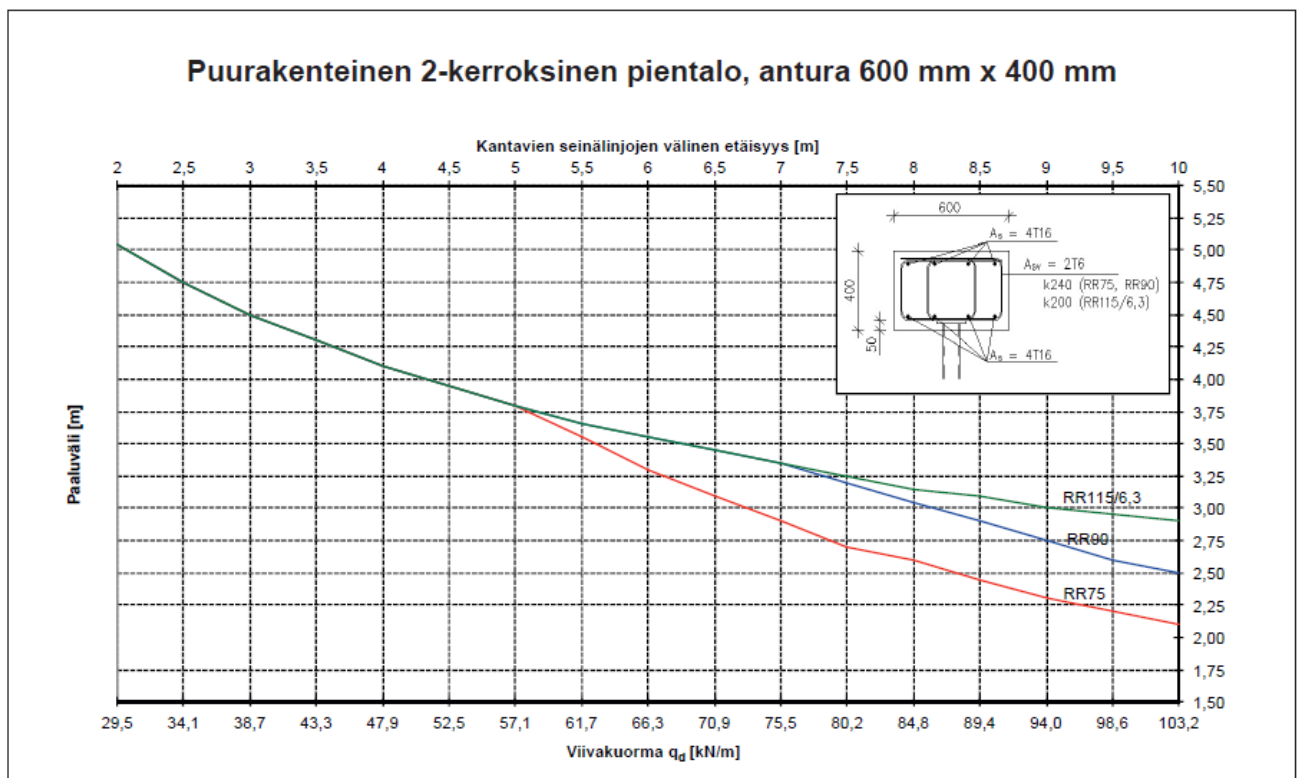
Till projektet finns en skärningsritning för grundläggningens anslutning till pålarna samt över pålgrundsulan (se figur 6) och en armeringsritning med hållfasthetsgraf för planering av pålgrundsulan (se graf 1). I grafen kan man välja pålarnas- och bärandeväggens mellanavstånd och sedan visar grafen balkens bärighetskapacitet för olika påltyper. Grafen är hämtad från påltillverkarens planering av pålgrundsula. En checklista för byggherren/entreprenören som underlättar projektutförandet följer också med.



Kuva 1. Jatkuva paaluantura kevytsoraharkkoperusmuurille.

Figur 6 Anslutningsmodell på RR pÅle

Tabell 2 hållfasthets- och pålavstånds graf



Kuva 7. PaaluvÄlin mitoitus, puurakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.

## 16 Diskussion

Sammanfattningsvis kan jag säga att när det är frågan om små tomter med närliggande byggnader, har schaktdjupet stor betydelse för val av grundförstärkningsmetod. T.ex. måste man tänka på grundvattennivån, rasrisk (vanligtvis använd spontplåt eller RD-pålvägg), och att maximaldjupet som man kan lyckas göra massabyte på är 5 m (intervju med jordbyggnads företagaren Norrgård Roland, 11.02.2016). Detta leder automatiskt till att man bör övergå till pålgrundläggning.

Pålgrundläggning är inte bara billigare vid djupare schakt, det är även miljövänligare. Man minskar på dammspridning vid transport av schaktmassor och fyllnadskross, vilket även orsakar vägslitage och avgasutsläpp.

Exempel: Vid massabyte för ett egnahemshus på ca 100 m<sup>2</sup> krävs för varje meters schaktdjup transport av ca 250 ton massa vilket motsvarar ungefär 16 lastbilslast och lika mycket för återfyllning. Detta orsakar mycket extra buller och dammspridning samt avgasutsläpp vilket i sin tur kan verka störande för de närboende. När man gör massabyte bör man ta i beaktande att berggrunden eller det bärande skiktet inte har för stor höjdskillnad eller för stor lutning. Detta kan i framtiden orsaka ojämn sättning eller glidning och förorsaka stora kostnader. Detta nämns i 8.4

Det negativa med pålgrundläggning är att vid pålnedslagning orsakas kortvarigt oljud med högt decibel. För ett litet projekt som ett egnahemshus är det frågan om en dags pålning.

I intervjuer som jag gjorde med olika jordbyggnadsföretag (intervju med Martin Hoijar, 15.02.2016), (intervju med försäljningschef Kjell Sundström, 22.02.2016), byggföretag (intervju med vd Jonas Nygård, 20.01.2016) och planerare (intervju med Jens Österåker vd, 20.02.2016), visade det sig att de hade en oskriven gräns vid minst 2,5 – 3,0 m för

schaktets djup, innan de kunde tänka sig att det skulle bli lönsammare att göra en annan typ av grundförstärkning än vanligt massabyte.

I mina beräkningar av kostnadsskillnaderna mellan massabyte och pålgrundläggning, hittades en träffpunkt vid 2 m djup. Om djupet till de bärande skikten var mindre än 2 m, var det lönsammare att göra massabyte. Ju mindre djupet var än 2 m desto billigare blev massabyte. Kalkylens resultat är också i någon mån beroende av husgrundens area. Den arean som jag använde var ca 90 m<sup>2</sup>.

Enligt jordbyggnadsföretagarna Hoijar & Paro Trans Ab och Norrgårds Gräv Ab, som gör både massabyte och pålningsarbete, kom det fram att man inte behöver göra snedpålning för småhus om jordmassan inte är väldigt lös eller lerig. Jag var av samma åsikt att det inte skall behövas snedpålningar för sidstabilisering av små byggnader i och med att grundsulan ligger ganska lågt ner i marken och sockeln muras på sulan. Grundsulans underkant ligger vanligtvis 80cm under marken, och detta betyder att man har mycket sidofyllning av nypackad bergkross som ger stöd för sidstabilisering.

Mitt val av grundförstärkning för en grund med stora skillnader av djupet till det bärande skiktet är pålgrundläggning. Även om kostnaderna är samma eller en aning dyrare är pålgrundläggningsmetoden mycket säkrare. Eftersom det alltid uppstår sättning efter byggandet när man gör ett massabyte och om tjockleken av den återfyllda massan är varierande kan också sättningsskillnaderna under huset variera, vilket kan leda till framtida problem.

Genom detta examenarbete har jag fått en spetskunskap om pålgrundläggning och bättre inblick i olika grundförstärkningsmetoder och planeringsutförande. I samband med det här arbetet förbättrade jag också mina kunskaper i kostnadskalkylering och användning av Excel-programmet. I framtiden kommer jag att ha nytta av examensarbetets resultat.

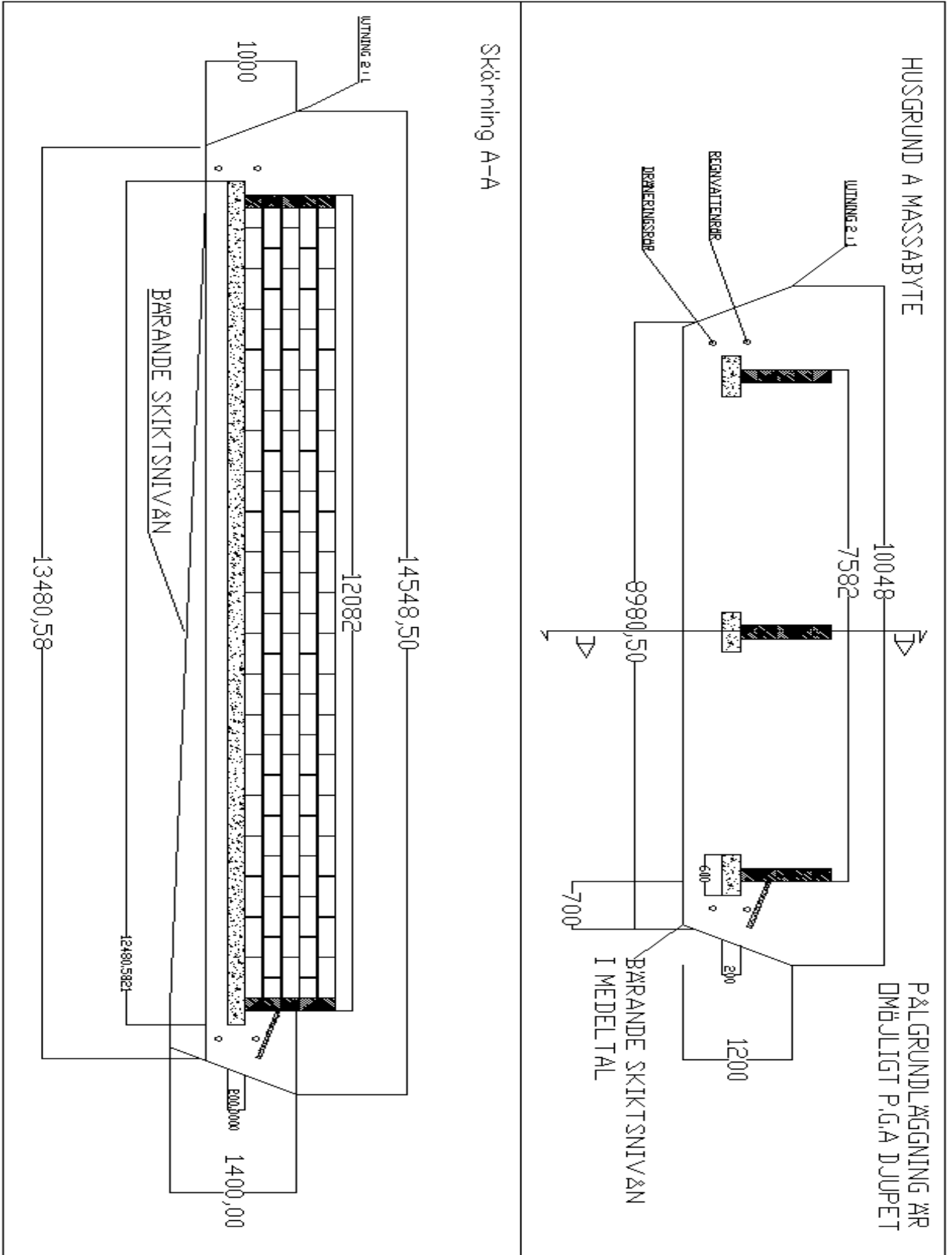
## Källförteckning

- A Berg, S. (2008). *Grundläggning och undergrund*. Stockholm: Lärnö AB
- Eurokod 7. (1997). *Byggbestämmelsesamling*. [www.miljo.fi](http://www.miljo.fi) (hämtad 10.02.2016)
- Finlex (2015). *Säkerheten vid byggarbeten*. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi) (hämtad 10.02.2016)
- Finlex (2015). *Byggbestämmelsesamling D3*. [www.miljo.fi](http://www.miljo.fi) (hämtad 02.02.2016)
- Lujabetoni (2013). *Luja-pienpaaluohje*. [www.luja.fi](http://www.luja.fi) (hämtad 10.12.2015)
- Olsson, C. Holm, G. (1993). *Pålgrundläggning*. Stockholm: Balder AB
- RIL. (2015) *Rakennustöiden menakit 2015*. (hämtad 02.11.2015)
- Ruukki. (2016). *Pientalojen perustukset, Anturoiden suunnitteluohje RRR- ja RD<sup>R</sup>-paaluille*. [www.ruukki.fi/infra](http://www.ruukki.fi/infra) (hämtad 05.01.2016)
- RT NET. (2015). *Allmänna avtalsvillkor YSE 1998*. [www.tritonia.fi](http://www.tritonia.fi) (hämtad 10.11.2015)

# Bilagor

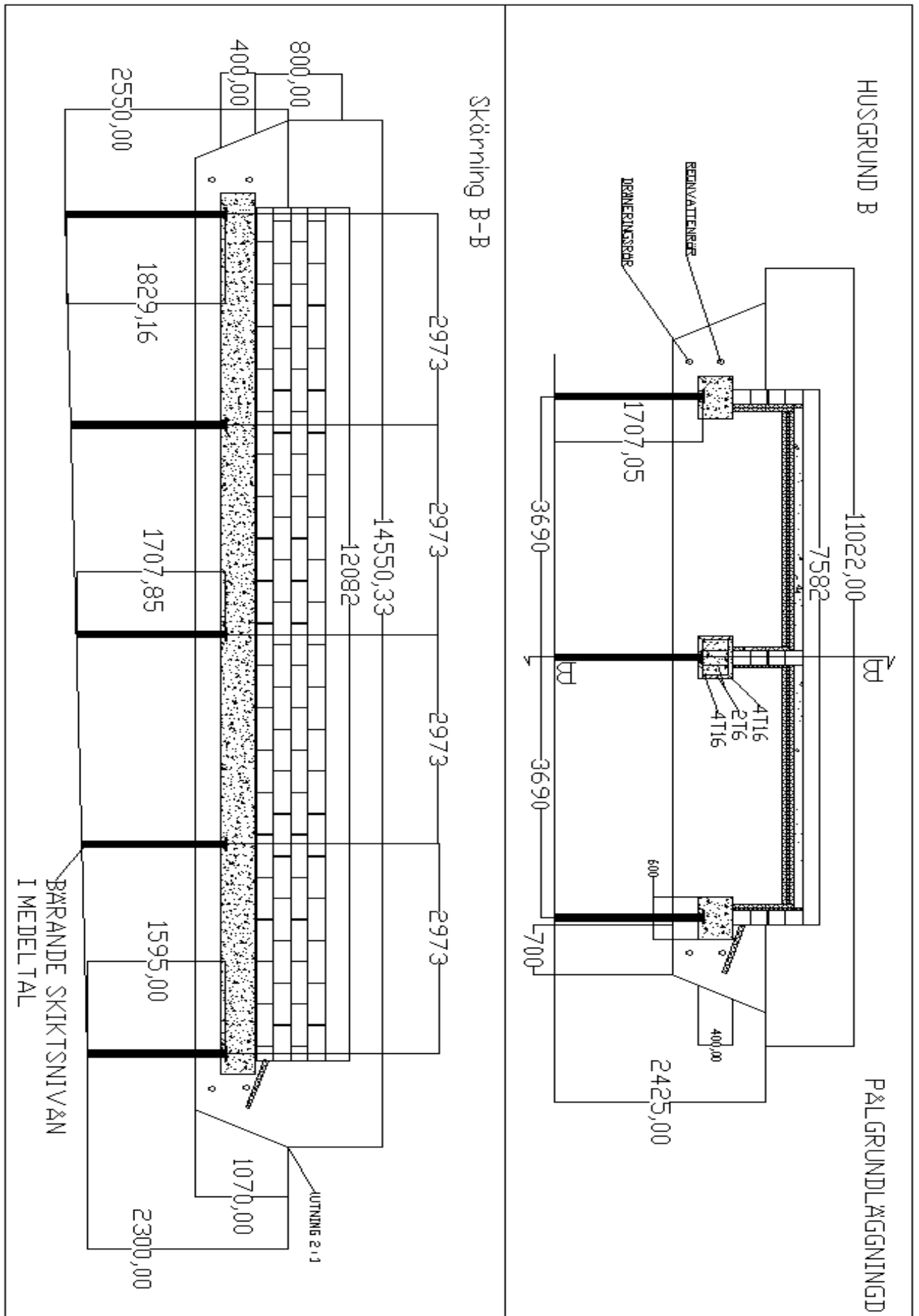
## Bilaga 1

### Skärningsritning över husgrund A med massabyte



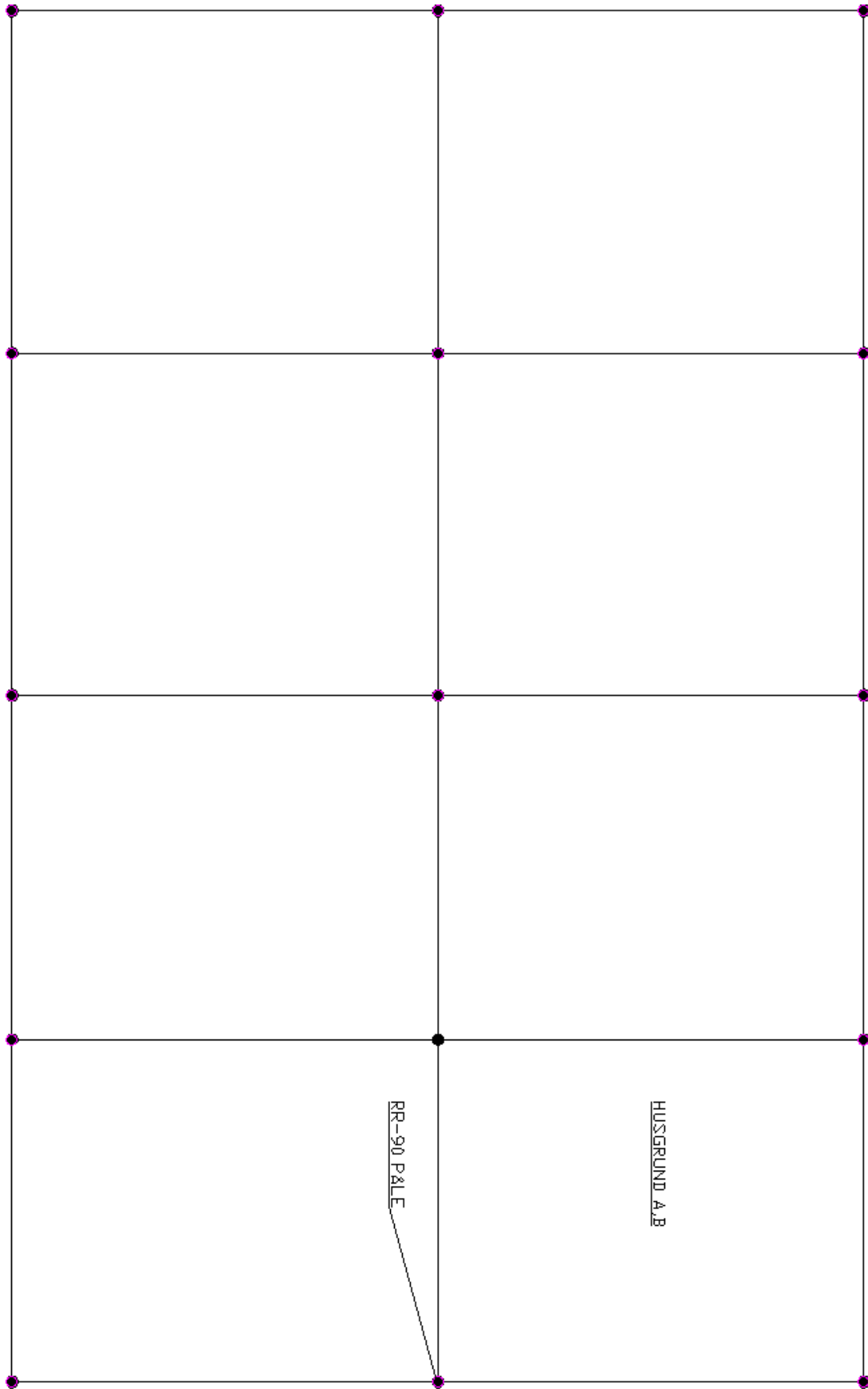
Bilaga 2

Skärningsritning över husgrund B med pälgrundläggning





Bilaga 3  
Husgrunden ovanifrån sedd



Bilaga 4

Jämförelsekalkyl för massabyte. Alvägen, Kvevlax. (Släntlutningar kan bestämmas skilt och är varierande hos olika jordarter)

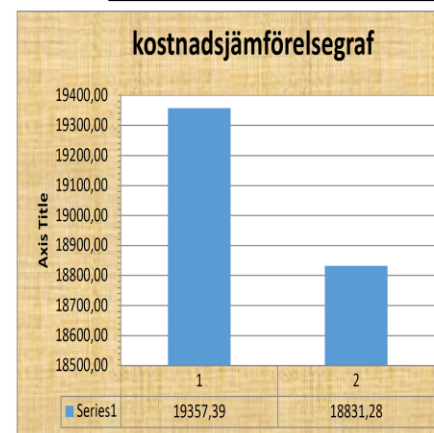
<b>kostnads kalkylering för massabyte (grävning och transport) för småhusgrund</b>	<b>Bred A</b>	<b>Längd A</b>	<b>Djup A</b>	<b>Slänt A</b>
	7,568	12,082	1,2	7,074

<b>Bred B</b>	<b>Längd B</b>	<b>Djup B</b>	<b>Slänt B</b>
7,568	12,082	2,35	27,12928125

<b>Grävning</b>	
Material Kohesionsjord	HkSi (grupp H (H1))
Grävningdjup m	3
Släntlutning	2:1

**Rakennustöiden menekit 2015**

<b>Maskin och pump kostnader/dag, timme</b>			
	<b>Teoretisk kapacitet itd m³/h / koefisienter 1,2</b>	<b>förverkliga € per/h</b>	<b>€ per/dag</b>
HJGM	59	43,75	60
BGM	69	43,75	60
3x Lastbil 4x axel /-10 km avstånd 10m³/last	1,46	43,75	165
Sänkpump/ dag	1		10



	MÄNGD	ENHET	H/A	KTA	H	Arb €/enh	Arbete totalt €	Mater €/st/m³	Material totalt €	Underleverantör €/enh	Underleverantör totalt €	Kostnader totalt i €
			Tidsåtgång*koef	Medeltims förtjänst	Total h	KL1		KL2		KL3		
<b>1 JORD OCH GRUND</b>						€/yks		€/yks		€/yks		
<b>11 Röjning och rivning</b>	enligt c12-13					E*F						
11 Etablering av grävmaskin	1	st								0	100	100,00
101 Röjning av skog/växter	0	st										0,00
<b>12 Schaktning</b>												
12 Schaktning av ytan (Växter) h=200mm hus A	34,94	m³	0,02		0,80					1,37	47,91	47,91
12 Schaktning av ytan (Växter) h=200mm hus B	42,94	m³	0,02		0,98					1,37	58,89	58,89
12 Schaktning för hus A	111,88	m³	0,02		2,56					1,37	153,44	153,44
12 Schaktning för hus B	257,86	m³	0,02		5,89					1,37	353,64	353,64
12 Schaktning för rör och garage	0,00	m³	0,02							1,13	0	0,00
12 Schaktning för rör till bostadshs	0,00	m³	0,02							1,13	0	0,00
12 Schaktning för utvändigt grund	0,00	m³	0,02							1,13	0	0,00
12 Geoduk N2	304,00	m²	0,01		28	1,61	0,15	44,94	0,50	152,00		196,94
<b>15 Dränering och rörledning</b>												
<b>15 Dränering</b>												
15 SO 110mm	0	m	0,13		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 SOK 315mm		st	1,38		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 SV 110mm	0	m	0,13		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 KMV Greenbox 230l+pump	0	st	1,38		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 Pelm 32mm	0	m	0,07		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
<b>15 Regnvatten</b>												
15 SV 110mm okra	0	m	0,13		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 SVS 315mm, LVI : 7	0	st	1,38		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
<b>15 Avlopp</b>												
15 V 110-V 32, hjälparbet	0	m	0,07		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 Avloppsrör	0	st	0,20		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 Kopplingsrör olika vinklar	0	st	0,07		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 Bakventil	0	st	0,13		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15 Kontrollbrunn brunnar	0	st	0,76		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
<b>16 Fyllning och packning</b>												
16 Krossfyllning 0-200mm under husgrund	188,44	m³	0,02		3,32	0,00	0,00	14,86	2799,68	1,06	198,99	2998,67
16 Krossfyllning 0-65mm under husgrund	53,89	m³	0,02		1,19	0,31	16,60	16,39	883,03	1,32	71,13	970,76
16 Krossfyllning 0-32mm under husgrund	27,64	m³	0,08		2,32	1,17	32,43	17,14	473,86	5,03	139,00	645,30
16 Singel 8-16 runt dräneringsrör 90m	9,00	m³	0,08		0,75	1,17	10,56	24,94	224,44	5,03	45,26	280,25
<b>16 Invändigt fyllning</b>												
16 Insidan fyllning 0-65 mitten	96,01	m³	0,08		14	8,05	1,17	16,39	1573,16	5,03	482,78	2055,94
16 Insidan fyllning 0-32 mitten	16,00	m³	0,08		1,34	1,17	17,14	274,31	5,03	80,46	354,77	
16 Invändigt #8-16mm 300mm	48,01	m³	0,09		4,16	1,21	58,22	24,94	1197,23	5,20	249,53	1504,99
16 Utvändigt									0,00	0,00		0,00
16 Utsidan 8-16mm 300mm närmast	14,15	m³	0,09		1,23	1,21	17,16	24,94	352,82	5,20	73,53	443,51
16 Utsidan 0-32 längstut	14,87	m³/m	0,09		1,29	1,21	18,03	17,14	254,88	5,20	77,28	350,19
16 0-16	6,00		0,09		0,52	1,21	7,28	19,33	115,97	5,20	31,19	154,43
16 XPS/EPS 200mm under plattan+ 100mm mot väggar	39,44		0,00		28	16,00	0,00	448,00	50,00	1972,00	0,00	2420,00
16 Markvibrator	5,00	st							40,00	200,00		200,00
<b>2 GRUNDLÄGGNING OCH UTVÄNDIGA KONSTRUKTIONER</b>												
<b>21 GRUNDSULA</b>												
21 formning inklusiv spill och stöd	31,00	m²	0,46		28	16,00	12,94	448,00	1,00	31,00	0	479,00
20 Grundsulas armering typ-A A500HW T8	336,98	kg	0,01		28	0,86	0,33	0,00	0,57	192,08	0	192,08
21 Grundsulas armering typ-C A500HW T8	73,72	kg	0,01		28	0,86	0,33	24,22	0,57	42,02	0	66,24
21 Betong c25/30 x2	9,73	m³	0,33		28	3,21	9,24	89,92	100,00	973,20	0	1063,12
21 Borttagning av former	31,00	m²	0,24		28	7,44	6,72	208,32	0,00	0,00	0	208,32
<b>21 Murning av sockel</b>												
21 Murbruk spill 5%	1001,49	kg			0	0,00	0,00	0,00	0,13	130,19	0,00	130,19
21 Lecablock 200 husgrund A	50,20	m²	0,68		28	34,24	19,10	958,62	17,74	890,69	0,00	1849,31
21 Lecablock 200 husgrund B	50,20	m²	0,68		28	34,24	19,10	958,62	17,74	890,69	0,00	1849,31
21 Kamstål typ-a T8 husgrund A	127,81	kg	0,01		28	1,35	0,30	37,81	0,57	72,85	0,00	110,66
21 Kamstål typ-a T8 husgrund B	27,16	kg	0,01		28	0,29	0,30	8,03	0,57	15,48	0,00	23,51
21 Hörnblock 200	40,00	st	0,00		0	0,00		0	2,40	96,00	0,00	96,00
21												0,00
<b>Totala kostnader för massbyte enligt entreprenörens tidsåtgång och Rakennustöiden menekit 2015 T3-&gt;T4</b>												19357,39
<b>Totala kostnader för komparation av stålörpolning och massabyte enligt entreprenörens tidsåtgång och rakennustöiden menekit 2015 T3-&gt;T4</b>												18831,28

<b>Totalt bortschaktad m³</b>	447,62
<b>Totalt fyllt m³</b>	468,01

Bilaga 5 Jämförelsekalkyl med kombination av massabyte och pålgrundläggning. Alvågen, Kvevlax.  
(Släntlutningar kan bestämmas skilt och är varierande hos olika jordarter)

Kostnadskalkyl för grundläggning på pålar

Bred A,B	Längd A,B	Djup A,B	Slänt A,B
7,568	12,082	1	4,9125

Grävning	
Material Kohesionsjord	HkSi grupp H (H1)
Grävningdjup m	Max 3 m
Släntlutning	2:1

Genom snitiga pållängden =1,8m

Rakennustöiden menekit 2015

Maskin och pump kostnader/dag/timme				
	Teoretisk kapacitet itd m³/h	Förverkligar	€ per/h	€ per/dag
HJGM	59	43,75	60	
BGM	69	43,45	60	
3x Lastbil 4x axel 7-10 km avstånd 10m³/last	1,458333333	43,75	165	
Sänkpump/ dag		1		10

Urgrävd m³	Fyllt m³
273,44	300,51

	MÄNGD	ENHET	Tidsåtgång*koef	Medeltids för	Total h	Arb €/enh	Arbete totalt €	Material €/st/ m3	Material totalt €	Underleveran tör €/enh	Underleverantör tot €	Kostnader tot i €
						€/yks	€/yks	€/yks	€/yks			
<b>1 JORD OCH GRUND</b>												
<b>11 Röjning och rivning</b>												
11 Etablering av grävmaskin	1	st				E*F				0	100	100,00
101 Röjning av skog/buscash	0	st										0,00
<b>12 Schaktning</b>												
12 Schaktning av ytan (Växter) h=300mm hus A	33,625973	m3	0,02		0,77					1,37	46,12	46,12
12 Schaktning av ytan (Växter) h=300mm hus B	33,625973	m3	0,02		0,77					1,38	46,43	46,43
12 Schaktning för hus A	113,9931	m3	0,02		2,62					1,38	157,41	157,41
12 Schaktning för hus B	92,193103	m3	0,02		2,12					1,38	127,31	127,31
12 Schaktning för rör och garage	0	m3	0,02							1,13	0,00	0,00
12 Schaktning för rör till bostadshs	0	m3	0,02							1,13	0,00	0,00
12 Schaktning för utvändig grund	0	m3	0,02							1,13	0,00	0,00
12 Geoduk N2	304	m2	0,01	28	1,60512	0,15	44,94	0,5	152		0,00	196,94
12 Stålpållning typ slagna									0		0,00	0,00
12 RR90 Hus A	0	m						22	0		0,00	0,00
12 RR90 hus B	27	m						22	594		0,00	594,00
12 Pålspets + hatt+ kapning	15	st						24	360		0,00	360,00
12 Etablering	1	st						0	0	400	400,00	400,00
<b>15 Dränering och rörledning</b>												
<b>15 Dränering</b>												
15 SO 110mm	0	m	0,132	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 SOK 315mm		st	1,375	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 SV 110mm	0	m	0,132	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 KMV Greenbox 230l+pump	0	st	1,375	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 Pelm 32mm	0	m	0,06875	0	0	0	0	0	0		0	0,00
<b>15 Regnvatten</b>												
15 SV 110mm okra	0	m	0,132	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 SVS 315mm, LVI : 7	0	st	1,375	0	0	0	0	0	0		0	0,00
<b>15 Avlopp</b>												
15 V 110-V 32, hjälparbet	0	m	0,066	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 Avloppsrör	0	st	0,198	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 Kopplingsrör olika vinklar	0	st	0,066	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 Bakventil	0	st	0,132	0	0	0	0	0	0		0	0,00
15 Kontrollbrunn brunnar	0	st	0,76	0	0	0	0	0	0		0	0,00
<b>16 Fyllning och Packning</b>												
<b>16 Undergrunds fyllning</b>												
16 Krossfyllning 0-200mm under husgrund hus A	21,80	m3	0,02		0,38			14,86	323,89	1,06	23,02	346,91
16 Krossfyllning 0-200mm under husgrund hus B	0,00	m3										
16 Krossfyllning 0-65mm under husgrund hus A+B	49,33	m3	0,02	14	1,09	0,31	15,19	16,39	808,27	1,32	65,11	888,58
16 Krossfyllning 0-32mm under husgrund	25,34	m3	0,08	14	2,12	1,17	29,73696	17,14	434,47	5,03	127,44	591,65
16 Singel 8-16 runt dräneringsrör ca 90m rör	9,00	m3	0,08	14	0,75	1,17	10,56	24,94	224,44	5,03	45,26	280,25
<b>16 Invändigt fyllning</b>												
16 Insidan fyllning 0-65 mitten	96,01	m3	0,08	14	8,05	1,17		16,39	1573,16	5,03	482,78	2055,94
16 Insidan fyllning 0-32 mitten	16,00	m3	0,08	14	1,34	1,17		17,14	274,31	5,03	80,46	354,77
16 Invändigt #8-16mm 300mm	48,01	m3	0,09	14	4,16	1,21	58,22	24,94	1197,23	5,20	249,53	1504,99
<b>16 Utvändigt</b>												
16 Utsidan 8-16mm 300mm närmast	14,15	m3	0,09	14	1,23	1,21	17,16	24,94	352,82	5,20	73,53	443,51
16 Utsidan 0-32 längstut	14,87	m3/m	0,09	14	1,29	1,21	18,03	17,14	254,88	5,20	77,28	350,19
16 0-16	6,00		0,09	14	0,52	1,21	7,28	19,33	115,97	5,20	31,19	154,43
16 XPS/EPS 200mm under plattan och 100mm mot väggen	39,44		0,00	28	16,00	0,00	448,00	50,00	1972,00		0,00	2420,00
16 Markvibrator	4,00	st						40,00	160,00		0,00	160,00
<b>2 GRUNDLÄGGNING OCH UTVÄNDIGA KONSTRUKTIONER</b>												
<b>21 GRUNDSULA + SOCKEL</b>												
21 Formning av grundsula h=0,2m x 77,6m hus A	15,5	m2	0,02	28	8	0,65	224,00	1,00	15,50		0,00	239,50
21 Formning av grundsula h=0,4m x 77,6m hus B inklusiv spill, stöd och flytt	31	m2	0,48	28	14,88	13,44	416,64	5,78	179,03		0,00	595,67
20 Pålgrundsulans armering typ-a A500HW 16 mm, spill 5%	649,14	kg	0,01	28	3,36	0,14	93,97	0,57	370,01		0,00	463,98
21 Pålgrundsulans armering typ-n A500HW T6, spill 5%	138,10	kg	0,01	28	1,43	0,29	39,98	0,57	78,72		0,00	118,70
21 Vanligt grundsulans armering typ-a A500HW T12	168,49	kg	0,01	28	1,98	0,33	55,36	0,57	96,04		0,00	151,40
21 Vanligt grundsulans armering typ-c A500HW T6	36,86	kg	0,01	28	0,43	0,33	12,11	0,57	21,01		0,00	33,12
21 Betong c25/30 XC2	18,12	m3	0,33	28	5,99	9,26	167,75	100,00	1812,00		0,00	1979,75
21 Borttagning av former	31,00	m2	0,24	28	7,44	6,72	208,32	0	0,00		0,00	208,32
<b>21 Murning av sockel</b>												
21 Murbruk inklusiv spill 5%	854,74	kg		0	0,00	0,00	0,00	0,13	111,12		0,00	111,12
21 Lecablock 200 husgrund A	47,86	m2	0,68	28	32,64	19,10	914,01	17,74	849,25		0,00	1763,26
21 Lecablock 200 husgrund B	37,82	m2	0,68	28	25,80	19,10	722,29	17,74	671,11		0,00	1393,39
21 Kamstål typ-a T8 husgrund A	127,81	kg	0,01	28	1,35	0,30	37,81	0,57	72,85		0,00	110,66
21 Kamstål typ-a T8 husgrund B	95,86	kg	0,01	28	1,01	0,30	28,35	0,57	54,64		0,00	82,99
21 Hörnblock 200	36,00	st	0	0	0,00		0	2,40	86,40		0,00	86,40
21												
<b>Totala kostnader för kombination av pålgrundläggning och massabyte enligt entreprenörens tidsåtgång och rakennustöiden menekit 2015 T3-&gt;T4</b>												18831,28

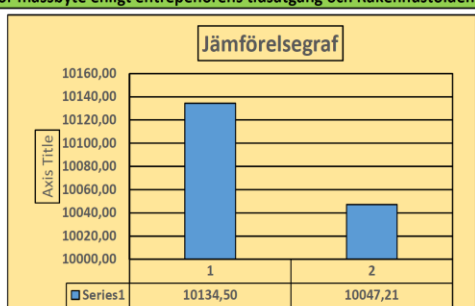




Bilaga 7

Jämförelsekalkylmall för pålgrundläggning av småhus. (Släntlutningar kan bestämmas skilt och är varierande hos olika jordarter)

Jämförelsekalkyl för småhus pålgrundläggning		Pålgrundläggnings beräkning									
		Mellanvägg	Bredd	Längd	Djup	Slänt	Bärande skickts djup M				
		11,682	7,568	12,082	1,1	5,944125	2				
Teoretiskt antal pålar		13,9836364					1,25				
Verkligt antal pålar		15									
Grävning											
Material	HkSi grupp H (H1)										
Kohesionsjord	max 3m										
Grävningdjup m	2:1										
Släntlutning											
Rakennustöiden menekit 2015											
Maskin och pump kostnader/dag/timme											
	Teoretisk kapacitet itd m³/h	Förverkligande	€ per/h	€ per/dag							
HJGM	59	43,75	60								
BGM	69	43,45	60								
3x lastbil 4 x axel											
7 km avstånd											
10m³/last	1,458333333	43,75	165								
Sänkpump/ dag	1			10							
		Pålgrund	Massabyte								
Summa		10134,50	10047,21								
		H/A	KTA	H	Arb€/enh	Arbete totalt €	Material €/st/ m3	Material totalt €	Underleverantör €/enh	Underleverantör för tot €	Kostnader tot i €
Projekt Kvevlax		Mängd	Enhet	Tidsåtgång *koef	Medeltims förtjänst	Total h	KL1	KL2	KL3		
1 JORD OCH GRUND											
11 Röjning och rivning		enligt c12-13									
11 Etablering av grävmaskin		1	st							0	100
101 Röjning av skog/busdash		0	st								0
12 Schaktning											
12 schaktning av ytan (Växter) h=300mm hus		34,28	m3	0,02		0,78				1,37	47,01
12 schaktning för hus		94,96	m3	0,02		2,19				1,38	131,13
12 schaktning för rör och garage		0	m3	0,02						1,125	0,00
12 schaktning för rör till bostadshs		0	m3	0,02						1,125	0,00
12 schaktning för utvändigt grund		0	m3	0,02						1,125	0,00
12 Geotek N2		134,74	m2	0,01	28	0,71	0,15	19,92	0,5	67,37	0,00
Stålpålning typ: slagna											
12 RR115		0	m					22	0		0,00
12 RR90		18,75	m					22	412,50		0,00
12 Pålspets + hatt+ kapning		15,00	st					24	360,00		0,00
12 Etablering		1	st					0	0	400	400,00
15 Dränering och rörledning											
15 Dränering											
15 SO 110mm		0	m	0,132	0	0	0	0	0	0	0,00
15 SOK 315mm			st	1,38	0	0	0	0	0	0	0,00
15 SV 110mm		0	m	0,13	0	0	0	0	0	0	0,00
15 KVM Greenbox 230l+pump		0	st	1,38	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Pelm 32mm		0	m	0,07	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Regnvatten											
15 SV 110mm okra		0	m	0,13	0	0	0	0	0	0	0,00
15 SVS 315mm, LVI : 7		0	st	1,38	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Avlopp											
15 V 110-V 32, hjälparbet		0	m	0,07	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Avloppsrör		0	st	0,20	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Kopplingsrör olika vinklar		0	st	0,07	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Bakventil		0	st	0,13	0	0	0	0	0	0	0,00
15 Kontrollbrunn brunnar		0	st	0,76	0	0	0	0	0	0	0,00
16 Fyllning och packning											
16 Undergrunds fyllning											
16 Krossfyllning 0-200mm under husgrund hus		0	m3	0,02		0,00		14,86	0,00	1,06	0,00
16 Krossfyllning 0-65mm under husgrund 200mm		24,63	m3	0,02	14	0,54	0,308	7,59	16,39	403,62	1,32
16 Krossfyllning 0-32mm under husgrund 100mm		12,32	m3	0,08	14	1,03	1,17	14,45	17,14	211,13	5,03
16 Singel 8-16 runt dräneringsrör x-m rör 100L/M		4,73	m3	0,08	14	0,40	1,17	5,55	24,94	117,95	5,03
16 Invändigt fyllning				0,08		0	0	0	0	0	5,03
16 Insidan fyllning 0-65 mitten		46,75	m3	0,08	14	3,92	1,17	16,39	766,03	5,03	235,08
16 Insidan fyllning 0-32 mitten		7,79	m3	0,08	14	0,65	1,17	17,14	133,57	5,03	39,18
16 Invändigt #8-16mm 300mm		23,37	m3	0,09	14	2,02	1,21	28,35	24,94	582,91	5,20
16 Utvändigt											
16 Utsidan 8-16mm 300mm närmast		7,07	m3	0,09	14	0,61	1,21	8,58	24,94	176,41	5,20
16 Utsidan 0-32 längstut		7,07	m3/m	0,09	14	0,61	1,21	8,58	17,14	121,27	5,20
16 0-16		20,00		0,09	14	1,73	1,21	24,26	19,33	386,57	5,20
16 XPS/EPS 100m längs väggar + 200mm Underplatta		2,95		0	28	16	0	448,00	50,00	147,55	0,00
16 Markvibrator		4,00	st					40,00	160,00		0,00
2 GRUNDLÄGGNING OCH UTVÄNDIGA KONSTRUKTIONER											
21 GRUNDSULA + SOCKEL											
21 Formning av grundsula h=0,4m x -m hus		20,31	m2	0,50	28	10,23765	14,11	286,65	5,78	117,31	0,00
20 Pålgrundsulans armering typ-a A500HW T16, spill 5%		649,14	kg	0,01	28	3,35606	0,14	93,97	0,57	370,01	0,00
21 Pålgrundsulans armering typ-n A500HW T6, spill 5%		138,10	kg	0,01	28	1,427971	0,29	39,98	0,57	78,72	0,00
21 Betong c25/30 XC2		12,49	m3	0,33	28	4,13	9,26	115,60	100,00	1248,77	0,00
21 Borttagning av former		20,31	m2	0,24	28	4,88	6,72	136,50	0	0	0,00
21 Murning av sockel											
21 Murbruk		406,84	kg	0	0	0	0	0	0,13	52,89	0,00
21 Lecablock 200 husgrund murning+blandning+flyttning		40,79	m2	0,68	28	27,82	19,10	778,84	17,74	723,65	0,00
21 Kamstål typ-a T8		126,87	kg	0,01	28	1,34	0,30	37,53	0,57	72,32	0,00
21 Hörnblock 200		16,00	st	0	0	0	0	2,40	38,40		0,00
21											
Totala kostnader för massbyte enligt entreprenörens tidsåtgång och Rakennustöiden menekit 2015 T3->T4											
		10134,50									



Pålningmaskinen är relativt tung 43t uppåt	
Betongpål typ Lpp 1,2 180X180 L>1,5m	
€	enhet
500	st
25	m
10	st