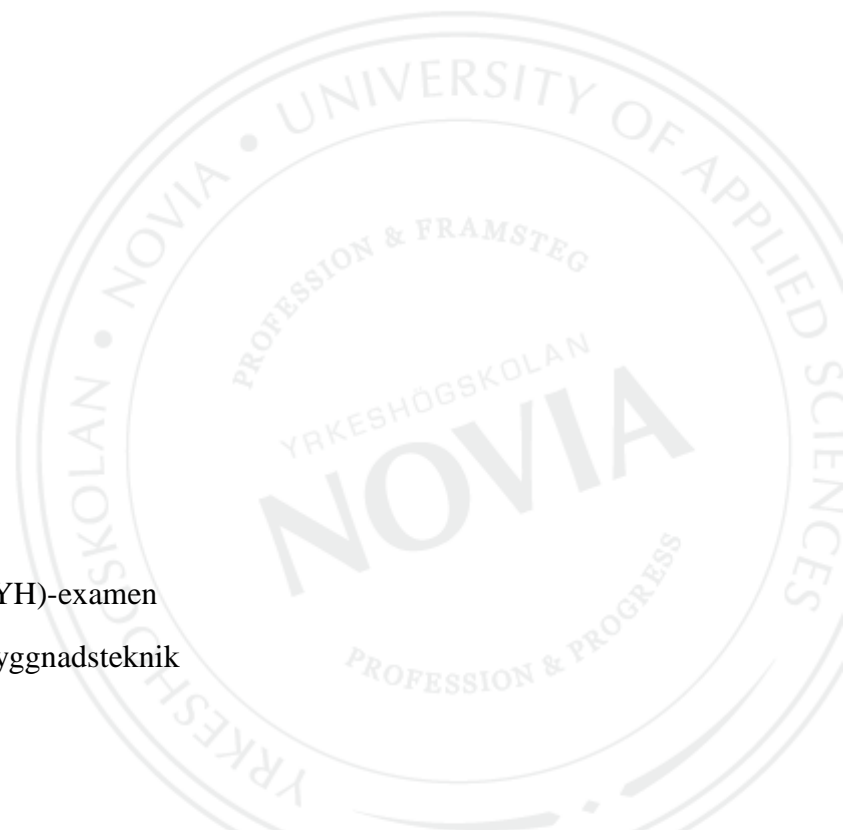


# **Kartläggning och åtgärdsförslag för kulturhistoriskt värdefull byggnad i Nykarleby**

Tobias Widdas

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Vasa 2011



## EXAMENSARBETE

Författare: Tobias Widdas  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Konstruktionsteknik  
Handledare: Allan Andersson

Titel: *Kartläggning och åtgärdsförslag för kulturhistoriskt värdefull byggnad i Nykarleby*

---

Datum: 5.4.2011      Sidantal: 39      Bilagor: 8

---

### Abstrakt

Syftet med examensarbetet var att kartlägga skicket för stommen och komma med förslag till lösningar som gör att byggnaden kan användas som bostadslägenheter. Byggnaden som undersöks finns på Bankgatan 2 i Nykarleby och är ett liggtimmerhus som vilar på en kilstensgrund. Beställaren Ingenjörbyrå Kronqvist vill få reda på vad som behöver åtgärdas i byggnaden och vilka alternativ det finns till åtgärder.

Examensarbetet behandlar frågor som blir vanliga i samband med saneringar av äldre träbyggnader. Olika typer av skador som kan uppstå i en byggnad och var de kan uppstå kommer fram. Den teori som tas upp i detta arbete är ganska långt baserad på museiverkets anvisningar eftersom byggnaden som undersöks är en skyddad byggnad. Arbetet innehåller också metoder för hur man kan gå tillväga när man kartlägger skicket för stommen på ett hus.

I resultatredovisningen presenteras resultaten från undersökningen och olika åtgärdsförslag som kan tillämpas för att byggnaden ska kunna användas som bostad. Lösningarna är anpassade till att bevara byggnadens nuvarande utseende, men att ändå uppfylla de krav som ställs på konstruktioner idag.

---

Språk: svenska      Nyckelord: kartläggning, timmerhus, åtgärdsförslag

---

Tillgänglighet: [www.theseus.fi](http://www.theseus.fi)

## BACHELOR'S THESIS

Author: Tobias Widdas  
Degree programme: Construction engineering  
Specialization: Structural design  
Supervisor: Allan Andersson

Title: *Survey and action proposal for a building with historical value*

---

Date: 5.4.2011      Number of pages: 39      Appendices: 8

---

### Abstract

The aim of this Bachelor's thesis work was to make a survey of a building frame and to produce a proposal for actions for it, which will make it possible to use the facility as apartments. The building is located on Bankgatan 2 in Uusikaarlepyy and it is a log house that lies on a keystone foundation. The commissioner of this assignment, Ingenjörbyrå Kronqvist, wants to find out what parts of the building need repairs and what the alternative solutions are.

The Bachelor's thesis deals with questions that are common, considering reconstructions of old wooden buildings. Different types of damages that can arise in a building and where they can arise are dealt with. The theory that comes up in this thesis is mostly based on the museum department's guidance, as the building that is examined is protected. The thesis also presents a method on how to proceed when making a survey of the state of a frame on an older house.

As conclusion the results from the survey and different action proposals that can be applied on the building, if reconstructing it to apartments, are presented. The solutions are adapted to preserve the building's current exterior, but still they fulfill the demands that are set on today's structures.

---

Language: Swedish      Keywords: Survey, loghouse, proposal for actions

---

Filed at: [www.theseus.fi](http://www.theseus.fi)

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Tobias Widdas  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu  
Ohjaajat: Allan Andersson

Nimike: *Kartoitus ja toimenpide-ehdotuksia kulttuurihistoriallisesti arvokkaalle rakennukselle*

---

Päivämäärä: 5.4.2011 Sivumäärä: 39 Liitteet: 8

---

### Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kartoitus rungon kunnosta ja tuottaa ehdotuksia, jotka tekevät mahdolliseksi käyttää rakennusta asuntona. Rakennus, jota tarkastetaan, sijaitsee Pankkikadulla 2 Uudessakarlepyyssä ja se on hirsitalo, joka seisoo luonnonkivi perustuksen päällä. Tilaaja Insinööritoimisto Kronqvist haluaa saada selville, mitkä osat rakennuksessa pitää korjata ja minkälaisia ratkaisuja löydetään.

Opinnäytetyö tuo esille asioita, jotka tulevat kysymykseen puutalojen saneerauksen yhteydessä. Erilaiset tyyppivauriot, jotka voivat esiintyä vanhoissa taloissa, ja missä ne voivat esiintyä tulevat esiin. Teoria, jota käytetään, perustuu aika pitkälti museoviraston julkaisemiin ohjeisiin, koska tämä kohde on suojeltu rakennus. Työ käsittää myös menetelmiä, joita on mahdollista käyttää, kun tarkastetaan rungon kunto.

Tuloksessa esitellään tuloksia tarkastelusta ja erilaisia toimenpiteitä, jotka mahdollistavat rakennuksen käytön asuntona. Ratkaisuja on sovellettu sillä tavalla, että ne säilyttävät rakennuksen nykyisen ilmeen, mutta että ne myös täyttävät nykypäivän rakennusvaatimukset.

---

Kieli: Ruotsi Avainsanat: Kartoitus, hirsitalo, toimenpide

---

Arkistoidaan: [www.theseus.fi](http://www.theseus.fi)

# Innehållsförteckning

Abstrakt

Abstract

Tiivistelmä

1. Inledning .....	1
2. Syfte och problemprecisering .....	2
3. Allmänt om sanering av träbyggnader.....	2
3.1 Bevarandet av gamla träbyggnader .....	3
3.2 Byggandet i trä .....	3
3.3 Tilläggsisolering .....	5
3.4 Krav på konstruktion och material .....	6
4. Kartläggningsmetoder .....	8
4.1 Efterforskning.....	8
4.2 Markundersökning.....	9
4.3 Höjdavvägning .....	11
4.4 Visuella observationer .....	11
5. Vanligt förekommande skador och orsaker.....	12
5.1 Grunder.....	12
5.2 Väggar .....	14
5.3 Golvbjälklag .....	15
5.4 Övre bjälklag .....	16
6. Grundförstärkning .....	16
6.1 Byggnadshistorik.....	16
6.2 Kryprumsgrund.....	17
6.3 Platta på mark .....	18
6.4 Förstärkning av kilstensgrund .....	18

7. Kartläggning av fastigheten.....	20
7.1 Byggnadens historia .....	20
7.2 Markundersökningen.....	22
7.3 Höjdavvägningen.....	23
7.4 Visuella observationer .....	24
8. Resultat och åtgärdsförslag.....	26
8.1 Grunden .....	26
8.2 Golvbjälklag och mellanbjälklag.....	32
8.3 Väggar .....	34
8.4 Övre bjälklag .....	36
9. Kritisk granskning och diskussion.....	37

Källförteckning

Bilagor

## **Bilageförteckning**

- Bilaga 1** Resultaten från avvägningen av sockeln utifrån och sonderingsdiagrammen från markundersökningen.
- Bilaga 2** Resultatet från avvägningen av golvet på insidan.
- Bilaga 3** Skärning av nuvarande konstruktion.
- Bilaga 4** Detaljritning 1.
- Bilaga 5** Detaljritning 2.
- Bilaga 6** Skärningsritning över lösningsförslagen.
- Bilaga 7** Beräkningar.
- Bilaga 8** Konstruktionsritning för golvbjälklag.

## 1. Inledning

Detta examensarbete gör jag som beställningsarbete åt Ingenjörbyrå Kronqvist i Nykarleby. Jag tog kontakt med Ingenjörbyrå Kronqvist i maj 2010 och de erbjöd mig denna uppgift, att undersöka vad som krävs för att göra om fastigheten på Bankgatan 2 till bostadslägenheter. Min uppgift blir att undersöka stommens skick och komma med förslag till lösningar för de olika byggnadsdelarna. Jag kommer att ta med grunden, golvbjälklag, mellanbjälklag, övre bjälklag och väggar. Det som jag gått djupast in på är byggnadens grund och om en grundförstärkning är nödvändig.



*Bild 1. Fasad mot söder som den ser ut idag.*

Mitt examensarbete bygger på en litteraturstudie och arbetet består av en teoridel, tillämpning och resultatredovisning. I teoridelen tar jag upp allmänt om saker som blir aktuella vid saneringar av äldre träbyggnader, bland annat dess kulturhistoriska värde och sättet att bygga timmerhus förr kommer fram. Jag har använt mig ganska mycket av källor som museiverket har publicerat, eftersom byggnaden jag arbetar med är skyddad. Jag har från museiverkets anvisningar fått rekommenderade lösningar, bland annat för hur man ska gå till väga när man tilläggsisolerar timmerväggar samt vilka material som bör användas. I teoridelen tar jag också upp hur man kan gå till väga när man kartlägger en äldre byggnads skick, olika metoder för att klargöra var typiska ställen för skador på den här typen av byggnader finns. Eftersom jag fördjupar mig i grundproblemen tar jag speciellt upp den typ



av skador som kan uppstå på denna typ av grund. Jag har också med hjälp av museiverkets anvisningar och RIL (Rakennusinsinööri Liitto) fått fram rekommenderade lösningar till grundförstärkningar som jag tar upp lite mera ingående. I tillämpningsdelen presenterar jag byggnaden som undersöks samt de metoder jag använde mig av. Jag tar också här med byggnadens historia eftersom att jag anser den vara viktig med tanke på byggnadens höga ålder och kulturhistoriska värde. I resultatredovisningen använder jag mig av bilder och ritningar som finns bifogade som bilagor. I resultatredovisningen presenterar jag de lösningsförslag som jag anser vara nödvändiga att genomföra på den här byggnaden för att den ska kunna användas till bostad.

## **2. Syfte och problemprecisering**

Syftet med examensarbetet är att arbeta fram fungerande och hållbara lösningar för fastigheten på Bankgatan 2. Målet är att byggnaden ska kunna börja användas till bostadslägenheter som någorlunda kan uppfylla de bekvämlighetskrav som ställs idag. Beställaren vill få reda på vilka olika konstruktionslösningar som finns att tillgå och kan tillämpas på just den typ av byggnad det är fråga om för att kunna förlänga byggnadens livslängd. Eftersom byggnaden är skyddad skapar det problem i form av att man inte får ändra på byggnadens utvändiga utseende. I Nykarlebys stadsplanebestämmelser finns det bestämt på vilket sätt huset är skyddat, och enkelt sagt är att det är endast fasaden som är skyddad. Detta innebär att man inte i det här skedet får riva bort byggnadens fasadmateriäl för att se vad som egentligen döljer sig därunder. Endast invändiga ingrepp som inte syns från utsidan får genomföras på byggnaden. Jag avgränsar arbetet på det sättet att jag presenterar konstruktionslösningar som kan tillämpas på största delen av byggnaden. Jag kommer inte i detalj att gå in på hur man ska gå tillväga på de ställen i byggnaden som kanske kräver en annan typ av lösning än den som presenteras här.

## **3. Allmänt om sanering av träbyggnader**

Jag kommer i detta kapitel att ta upp saker som man allmänt bör känna till när man har att göra med träbyggnationer av olika slag, bland annat lite historik bakom träbyggande i Finland. Jag tar också upp vilka material som det rekommenderas att man använder när man har att göra med saneringar av hus med timmerstomme.

### 3.1 Bevarandet av gamla träbyggnader

Trä som byggnadsmaterial hör till Finlands kultur, speciellt byggandet i massivt trä i form av timmerstocksbyggnader hör till Finlands kulturarv. De äldsta timmerhusen i Finland härstammar från år 400–900 e Kr., men i dessa fall är det endast kvarlämningar som har upphittats och bevarats. Först från år 1400 har man kunnat hitta kompletta eller delar av timmerbyggnationer som nu bevaras på museer. Den största delen av byggnationerna som står kvar idag är oftast privatägda och härstammar från 1800-talet. (Vuolle-Apiala 1996, s. 10)

Vid sanering av äldre byggnader bör man ta hänsyn till att byggnaden är ett kulturhistoriskt arv och försöka ta hänsyn till hur man byggde förr och använda sig av lämpliga material, för att anpassa byggnaden till det moderna samhället. Fastän åtgärder behövs i en byggnad skall man alltid sträva till att bevara byggnadens ursprungliga utseende. Vid sanering av gamla hus är det skäl att alltid i startskedet utreda vilka krav myndigheterna har på byggnaden, eftersom många äldre hus i Finland är skyddade på ett eller annat vis. Vid ingrepp i äldre byggnader bör man alltså via museiverkets byggnadshistoriska avdelning ta reda på i vilken omfattning byggnaden är skyddad. Fastän en byggnad är museiskyddad bör det inte nödvändigtvis betyda att byggnaden är endast avsedd som ett museiföremål. Ifall slutresultat innebär att byggnaden fortfarande har kvar sina kulturhistoriska drag och att saneringsåtgärderna anpassas på det sättet att de inte förstör byggnaden, eller ändrar på byggnadens utformning, är det fullt möjligt att utföra ingrepp även i skyddade byggnader. (Niskala 1993, s. 7–8; Hero 1988, s. 48)

En av huvudorsakerna till att skador uppstår i gamla byggnader är inte att själva utförandet från början har varit bristfälligt, utan det är oftast att underhållet under byggnadens livstid har blivit försummat. Förr var man noga med att välja ut det bästa virket och materialet man kunde hitta för att uppnå ett bra resultat. Man höll också koll på i vilket skick byggnaden var, för att kunna upptäcka skador i tid och hinna åtgärda dem innan de hade gjort för stor skada. (Vuolle-Apiala 1996, s. 63)

### 3.2 Byggandet i trä

Trähus i Finland finns i mängder. I 90 % av de egnahemshus som byggs idag används trä som stommaterial. Orsaken till att man i de nordiska länderna är förtjusta i att använda trä i sådan stor skala, och har varit under en lång tid, är att det är lätt att få tag i ur de nordiska skogarna jämfört med många andra material. Trä är ett levande material och som

byggnadsmaterial är det mångsidigt. På byggnader används trä som stommaterial, ytmaterial eller som isolering. Trä är ekologisk framtaget och ett förnybart material som har flera bra egenskaper som exempelvis att dess egenvikt är låg i förhållande till dess hållfasthet. Trä är estetiskt tilltalande och har goda värmeisolerande egenskaper. Trä är också ett lätthanterligt material som inte kräver avancerade och dyra verktyg på arbetsplatsen. Nackdelar med trä som orsakar problem är att trä i samband med fel användning kan börja mögla. Det är därför viktigt att man i saneringskedet gör så att fukt inte bildas på ställen där det inte finns ventilationsmöjligheter. Vid sanering av träbyggnader skall trämaterial helst användas. Man bör inte blanda in andra material som inte är besläktade med trä, såsom plast och metall, för de kan göra långsiktig skada på trämaterialiet och felaktig användning av till exempel plast kan göra att huset slutar andas. Trä är ett levande material som rör sig på grund av ändringar i träets fukthalt och det kan orsaka mindre rörelser i träbyggnader som kan ge upphov till sprickor och dylikt. En av träets stora nackdelar, i alla fall inom byggnadsbranschen, är att trä brinner bra. På grund av att det har varit svårt att uppfylla kraven i den finska brandnormen har större våningshus inte blivit byggda av trä i Finland. Men vid byggande av mindre bostadshus går det att med relativt enkla medel uppfylla de krav som ställs i brandnormen. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006, s. 8; Mäkipuro 1987, s. 13)

Trähus med timmerstomme är en vanligt förekommande trähusbyggnad i Finland idag och en av den vanligaste är trähus med liggtimmerstomme. Principen för hus med liggtimmerstomme är att alla delar staplade på varandra hålls ihop med hjälp av sin egenvikt. Under årens lopp har det utvecklats olika tekniker för att få alla de olika delarna att hållas fast vid varandra, såsom olika tekniker att sammanfoga knutarna. Olika typer av dymlingar kom att användas för att få väggstockarna att hållas ihop. Som förstyvning av byggnaderna förekom förr oftast att man timrade in mellanväggarna i den yttre timmerstommen för att på det sättet få ökad stabilitet. Timmerhusens nedersta bjälklag var också sammanfogat med den yttre timmerstommen och takkonstruktionerna kunde också vara det. Takmaterialet på dessa timmerhus var ofta pärttak och man har fått pärttak att hålla ända upp emot 200 år, men då förutsätter det att man har valt det rätta virket och att tjärningen har gjorts ordentligt, samt att underhållet på taket görs kontinuerligt. (Riksantikvarieämbetet 1992, s. 9; Vuolle-Apiala 1996, s. 60)

### 3.3 Tilläggsisolering

Ifall man vill ha en behagligare boendemiljö kan det vid grundliga renoveringar av timmerhus vara skäl att överväga att tilläggsisolera golv, väggar och övre bjälklag. Vid tilläggsisolering av gamla skyddade byggnader är oftast möjligheten att isolera utifrån inte tänkbart, på grund av att man vill bevara den befintliga byggnadens utseenden av kulturhistoriska skäl. Även om en tilläggsisolering från utsidan är en fukttekniskt bättre lösning måste man anpassa lösningarna till museimyndigheternas krav. Isoleringsmaterial är dyrt och kostnaden man lägger på tilläggsisoleringar är sällan lönsamt. Övre bjälklag är oftast det mest lönsamma att tilläggsisolera. Tilläggsisolering bör utföras i samband med att byggnaden i övrigt behöver renoveras eller om byggnadens användningsändamål ändras. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 2)

En timmervägg uppfyller inte på något sätt dagens stränga krav på värmeisoleringskrav. U-värdet (Värmegenomgångskoefficienten) som en vanlig timmervägg har uppfyller är inte i närheten av vad som egentligen krävs, men U-värdet berättar inte hela sanningen. En timmervägg har andra termiska egenskaper än vad en träregelvägg med mineralull exempelvis har. Timmerstocken klarar av att lagra värme på ett annat sätt än en träregelvägg. Detta i sin tur gör att timmerväggen har en högre ytemperatur än vad vanliga väggar har och kan öka känslan av värme inne i huset. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 4)

Vid försök att förhindra fukt och luftläckage har man de senaste årtiondena använt sig av en ångspärr i form av en plastfilm som har placerats i väggen. Tanken med denna plastfilm har varit att stoppa fuktvandringen inifrån och ut i en byggnad. För ifall den varma inomhusluften, innehållande en större mängd fukt, möter den kalla utomhusluften bildas fukt inuti konstruktionen i daggpunkten. Plastfilmen finns alltså där för att förhindra fukten i den varma inomhusluften att gå genom konstruktionen. I ett timmerhus är inte en ångspärr nödvändig eftersom timmerhus andas och klarar alltså av att låta fuktig luft vandra igenom utan att ta skada. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 4; Fakta om fukt, 17.2.2011)

Timmerväggarna är oftast tätade med mossa som man ursprungligen bättrade på vartefter det behövdes. Förr var det vanligt att man från insidan lade paff eller papper direkt mot timmerväggen för att förhindra luftläckage. Utifrån lade man oftast brädningen direkt mot timmerväggen. Barklager eller tjärpapper var också vanligt att man lade mot timmerväggen för att få en dragfri vägg. Efterhand började man också sätta regler bakom fasadbrädningen

för att få in en luftspalt bakom, vilket gjorde att väggen fukttekniskt började fungera bättre. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s.4)

Eftersom tilläggsisolering är mest lönsamt i övre och nedre bjälklag kan det löna sig att i samband med renoveringar byta ut det isoleringsmaterial som har funnits där från början. Förr bestod fyllnadsmaterialet i övre och nedre bjälklag oftast av halm, torv, lera och sand. Eftersom dessa material inte har så bra värmeisoleringsförmåga, jämfört med dagens isoleringsmaterial kan det vara lönt att förnya fyllnadsmaterialet i bjälklagen. Särskilt i golvbjälklaget är det skäl att ha bra värmeisolering, eftersom människan är känslig för temperaturförändringar. Bara några graders skillnad mellan golvytans temperatur och den övriga rumstemperaturen gör att man tycker att det känns kallt i byggnaden. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 4–5)

### **3.4 Krav på konstruktion och material**

Speciellt vid tilläggsisolering av byggnader med timmerstomme är det viktigt att använda sig av material som passar ihop med trästommen. När man har att göra med trä passar det bäst att använda sig av naturliga material eller förädlade naturprodukter vars utgångspunkt någon gång har varit trä såsom träfiberskivor, sågspån eller cellulosaisolering. Syntetiskt framställda material såsom olika cellplaster bör undvikas i samband med isolering av timmerstommar. Fuktspärrear i form av plastfilm bör inte finnas i timmerstommens väggkonstruktion, däremot bör fuktspärrear i våtutrymmen vara gjorda med omsorg för att inte fukt ska sugas in i stommen. Stenbaserade mineralullsskivor lämpar sig inte heller för isolering av timmerstommar. Material som inte passar ihop med trä bör undvikas på grund av att man kan orsaka att väggen slutar att andas och det i sin tur kan göra att man gör mer skada med tilläggsisoleringen än nytta. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 7)

Vid val av lösning till tilläggsisolering bör man i första hand försöka få att tilläggsisoleringen monteras från utsidan av byggnaden eftersom det är en byggtekniskt sett bättre lösning. Då hamnar timmerstommen i en varm och bra miljö. En sådan här lösning blir oftast lönsam ifall det är fråga om en fasadrenovering. I sådana fall där byggnaden är skyddad av kulturhistoriska skäl är det oftast omöjligt att få igenom en sådan lösning på grund av att byggnadens utseende bör bevaras. Vid tilläggsisolering utifrån medföljer också sådana problem att fönstersmygarna blir stora och breda och fönstren hamnar långt inne i konstruktionen. Därtill minskar också takfotens längd som kan göra att

byggnadens utseende börjar se märkligt ut, och att takfotens egentliga funktion att hålla bort regnvattnet inte längre fungerar som den ska. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 7)

Isolering från insidan i en byggnad kan orsaka skador i timmerstommen. Därför är tumregeln att maximalt 50 millimeter isolering får läggas på timmerstommen inifrån. Vid isolering inifrån hamnar timmerstommen i en kallare och fuktigare miljö en längre tid om året än vad den tidigare varit, därför skall man vara försiktig med att isolera för mycket inifrån. Man skall tänka på att stommen måste hållas någorlunda varm under största delen av året. Godkända lösningar för tilläggsisolering av timmerstommar inifrån är bland annat att lägga träfiberskivor, 12 eller 25 millimeter tjocka, som man spikar eller skruvar fast. Andra möjliga lösningar är också att använda sig av cellulosaisolering som sprutas i väggarna. En skålning på exempelvis 50 mm placeras då direkt mot timmerstommens väggar. Detta görs för att man ska ha någonting att fästa skivor i från insidan. Därefter sprutas cellulosaisolering mellan skålningarna. Ullen som sprutas är något fuktig för att det ska ha en mera limmande effekt och fastna bättre mellan skålningarna. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 7, 10)

För att få en timmerbyggnad att kännas varm är det viktigast att täppa till alla draghål som kan finnas i väggar och bjälklag. Vid tätning utifrån kan lämpligt vindskyddsmaterial vara någon typ av bitulitskiva medan det inifrån lämpar sig bättre med tjärpapper för att stoppa luftflödet. I golvbjälklag lönar det sig att verkligen se till att inga draghål förekommer, eftersom det är vid golvnivå som människan oftast direkt märker att det drar och det ger då en sämre trivselnivå i byggnaden. I hörnen på byggnaden och runt fönster är också ställen som det ofta smyger sig in draghål på. Tätning inifrån utförs bäst med antingen tjärpapper, paffskivor eller hårdkartong. (Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 7, 9)

I Finlands byggbestämmelsesamling finns det samlat jämförelsevärden för vad de olika manteldelarnas värmegenomgångskoefficient (U-värde) borde uppfylla. Enligt den nyaste normen som började gälla från år 2010 borde U-värdet för en timmervägg uppfylla kravet 0,40 W/m<sup>2</sup>K. För ett övre bjälklag är U-värdet 0,09 W/m<sup>2</sup>K och för ett bottenbjälklag som angränsar mot ett kryprum är kravet 0,17 W/m<sup>2</sup>K. I normen har timmerväggskonstruktionerna fått reducerade krav om man jämför med vad kravet på en vanlig träregelvägg är där kravet ligger på 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Att skillnaden tillåts att vara så här stor beror troligtvis på att timmerkonstruktionerna fungerar fukttekniskt annorlunda samt att den har andra termiska egenskaper jämfört med vad en träregelvägg har. (C3 byggnaders värmeisolering 2008, s. 7; Korjauskortti nro. 2, 2000, s. 4)

## 4. Kartläggningsmetoder

Jag kommer i detta kapitel att ta upp några olika metoder man kan använda sig av när man kartlägger stommen för ett timmerhus med kilstensgrund. Jag kommer att ta upp bland annat hur viktig det är att man tar reda på fakta om byggnadens bakgrund samt vanliga tecken som kan indikera på problem i en byggnad. Jag tar också upp hur man kan gå till väga när man gör en markundersökning och en höjdavvägning.

### 4.1 Efterforskning

För att kunna kartlägga skicket för en byggnad bör man först och främst klargöra de synliga fel som finns på byggnaden. Utgående från dessa kan man sedan börja söka efter orsaken till fel i byggnaden. Vanliga tecken som indikerar på skador är sprickor i fasaden, golvnivåerna som varierar, dörrar och fönster som inte går att stänga. Till att börja med bör man bekanta sig med och ta reda vilken typ av stomme byggnaden som undersöks har. (Mäkelä 1991, s. 99)

För att kunna göra fungerande förslag till konstruktionslösningar för en byggnad gäller det att ta reda på var problemen finns i byggnaden och vilken orsaken är till dessa problem. Det man kan börja med när man har att göra med en gammal byggnad är att ta reda på fakta om byggnadens historia. Man kan gå igenom gamla arkiv för att försöka hitta alla fakta om vilka åtgärder som har blivit gjorda på byggnaden genom åren. Genom att samla fakta om byggnaden och vad som hänt kring den underlättar arbetet att kartlägga orsaken till att skador har uppkommit på byggnaden. (Lehtonen 2006, s. 21)

Genom att söka igenom arkiven kan man få tag i flera olika sorters ritningar på byggnaden. Det som är lönt att söka efter är ursprungsritningar på byggnaden i fråga, samt alla ritningar över renoverings- eller andra typer av byggnadsåtgärder som har blivit gjorda. Genom att få tag på konstruktionsritningarna, som oftast hittas i samband med ursprungsritningarna, kan man utgående från dem se vilka material som har använts och vilka dimensioner det är på balkarna. Om detaljritningar hittas kan man också se hur olika anslutningar är utformade. Man kan utgående från detaljerna från konstruktionsritningarna få en uppfattning om hur bland annat grundkonstruktionerna är konstruerade och kanske redan utgående bara från dem se vad orsaken till problemet kan vara. När man har fått tillgång till alla ritningar har man möjlighet att få klarhet i när problemen har börjat uppstå. Har problemen hängt med ända från början eller är orsaken till problemen någon ändring

som blivit gjord i byggnaden? Speciellt vid utförande av grundförstärkningar på byggnader som ligger nära varandra lönar det sig också att ta reda på grannhusets konstruktion, för att inte en grundförstärkning ska orsaka olägenheter för det närliggande huset. (Lehtonen 2006, s. 21)

Nivån på mängden ritningar och dokumentering om byggnader som finns bevarad varierar mycket beroende på byggnadens ålder. På de äldre byggnaderna finns det oftast bara arkitekturritningar tillgängliga och någon enstaka skärning. Från och med år 1950 och framåt finns det ganska bra dokumenterat alla nybyggnationers och renoveringars arkitekturritningar samt också deras konstruktionsdetaljer. Ställen som det lönar sig att söka efter ritningar på är i första hand hos de som tidigare har ägt byggnaden i fråga, men det finns också möjligheter att söka i stadsarkiven eller att ta kontakt med kommunens byggnadsnämnd. (Lehtonen 2006, s. 21)

## **4.2 Markundersökning**

I Finland under 1800-talet spelade inte markundersökningen någon större roll vid val av grundläggningstyp, utan det var först i början av 1900-talet som markundersökning blev vanligare. Markundersökningen utfördes då manuellt genom att man slog ner en järnstång som kunde skarvas och en erfaren markundersökare kunde då avgöra bara genom att höra på ljudet från stången när man slog ner den, om marken var bärande eller inte. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 26)

För att få reda på orsaken till problemen i byggnaden måste man gå under marknivån för att ta reda på vilken marktyp som finns under byggnaden. En bra markundersökning är avgörande i bland annat val av grundförstärkningsmetod. Genom markundersökningen kan man få fram om förändringar i byggnadens grund beror på tjälproblem eller om marktypen som finns under byggnaden är av sådant slag att det är sättningsbenäget. Innan man börjar göra egna markundersökningar lönar det sig att ta reda på hurudan grundkonstruktion byggnaden har genom att gå igenom gamla ritningar, och också att försöka hitta tidigare gjorda markundersökningar i det närliggande området. (Lehtonen 2006, s.15)

En säker metod för att avgöra vilken kvalitet det verkligen är på marken under byggnaden är att gräva en provgrop. Vid grävningen av provgropen dokumenteras de observationer man gör. Grundläggningssätt samt måtten och grundläggningdjup dokumenteras, okulära observationer av i vilket skick undergrunden är görs och dokumenteras. Vid detta tillfälle kan man få klarhet i varför grunden är skadad. Man kan också se om det finns delvis



tomma utrymmen under grunden som gör att grunden sätter sig. Vid grävning av provgrop kan man ta prover på marktypen för att ta reda på om marken är sättningbenägen, samt för att ta reda jordtypens aggressivitet, vilket kan komma till användning ifall pålning blir aktuell. (Lehtonen 2006, s. 16)

Man kan även använda sig av olika typer av sondering för att utreda jordarternas bärighet och tjälfarlighet. Marksonderingar är fördelaktiga på det sättet att man kan göra fler mätpunkter på kortare tid jämfört med att bara göra en provgrop. Genom att få flera mätpunkter kan man få fram orsaken till varför bärigheten är ojämn i marken. Hur omfattande den geotekniska undersökningen blir bestäms mycket av hur de topografiska förhållandena ser ut. Har man ett flackt område behöver mätpunkterna inte bli många medan man i ett kuperat område bör vara beredd på att markförhållandena kan vara varierande och flera mätpunkter behövs. Sticksondering är en mycket enkel metod för att ta reda på avståndet till fast botten. Sonden drivs ner med en slägga och sondens ända är försedd med en spets. Med sticksondering går det inte att få fram de olika jordlagrens tjocklek och sort. (Bjerking 1989, s. 18, 21)

Andra typer av sonderingar är viktsondering och vingsondering. Viktsondering går ut på att en skruvspets pressas ner med en belastning på max 100 kg. I resultatredovisningen kommer det fram vilken last som krävs för att sonden skall drivas ner. Ifall sonden inte drivs ner av sig själv, vid max lasten 100 kg, behövs maskinell eller manuell vridning av stången. Vid vridningen dokumenteras antalet halvvarv per 20 centimeter som krävs för att stången skall drivas neråt. Resultaten redovisas därefter i ett viktsonderingsdiagram där man kan se de olika jordlagrens tjocklek samt vilken typ av jordart det är. Vingsonderingen används för att bestämma kohesionsjordars skjuvhållfasthet. Sondens spets är försedd med en fyrbladig vinge. Skjuvhållfastheten bestäms genom uppmätning av vingarnas vridmoment när vingarna roterar. (Bjerking 1989, s. 21; Marksondering, 10.1.2011; Motorsond Power Unit, 23.10.2010)

Metoder för att avgöra sättningarnas storlek har utvecklats främst för sådana jordarter som är kompressibla såsom lera och silt. I de kompressibla jordarterna kan sättningen pågå under en mycket lång tid mycket beroende på förändringar i grundvattennivån. Sättningsanalysen går till på det sättet att ett ostört jordprov tas på det område som behöver undersökas, därefter skickas det till ett geotekniskt laboratorium för testning. Jordprovet belastas med olika tryck för att få fram jordartens kompressibilitet för att en bestämning av sättningens storlek kan bli möjlig. (Bjerking 1989, s. 21)

### 4.3 Höjdavvägning

För att klargöra var i byggnaden man skall börja undersöka, för att få reda på orsaken till att skador har uppkommit i byggnaden, skall man göra en höjdavvägning. En höjdavvägning av golvet ger ofta en bra bild av var man kan hitta problemen i byggnaden. Avvägningen kan ske med en höjdavvägningskikare eller andra avvägningsinstrument. En avvägning av byggnadens sockellinje runt byggnaden indikerar också bra på var problemen finns. Andra mål som lämpar sig bra för att avväga är fönsterbräden samt byggnadens dekorationslister, eftersom man kan anta att de någon gång i tiden har varit i linje med varandra. (Lehtonen 2006, s. 16)

Höjdavvägning är också skäl att använda sig av för att ta reda på ifall byggnaden fortfarande sjunker. Den saken är ganska avgörande bland annat vid val av grundförstärkningsmetod. Detta kan ganska enkelt kontrolleras genom att slå spikar med jämna avstånd i samma höjd runt sockellinjen kring huset och därefter observera vilka punkter som sjunker mest. Redan ett års observation kan ge en bra bild av hur situationen är med tanke på sättning. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 5)

### 4.4 Visuella observationer

För att kunna göra en effektiv undersökning av en byggnads skick är kanske det mest tillförlitliga och billigaste sättet att gå runt i en byggnad och anteckna och dokumentera de fel och brister man upptäcker. Man bör också på förhand forska och ta reda på vilka typer av fel som är vanligast på just den typen av byggnad man har att göra med. Genom att göra anteckningar på en planritning kan man därefter få en bra uppfattning om hur omfattande skadorna är, och var i byggnaden de har uppstått. Saker som det lönar sig att kontrollera först är gårdsplanens utformning, alltså att regnvatten kommer åt att rinna bort från byggnaden och dylikt. Byggnadens utvändiga konstruktioner lönar sig att kontrollera, såsom hängrännor och fönsterbleck, därefter kan man utifrån dem få klarhet i varför problem har uppstått på insidan. Växtligheten på tomten, såsom blombänkar eller träd, som ligger nära grundmuren kan också skapa problem inuti byggnaden. Vatten är den största orsaken till att problem har uppstått i en byggnad. Därför är det bra att i observationsskedet kontrollera genomföringar i tak för ventilations- och rökanaler, samt också takfotsutskift och fönsterbleck. (Hekkanen 1998, s. 13; Olenius, Koskenvesa & Penttilä, s. 17)

## 5. Vanligt förekommande skador och orsaker

I detta kapitel tar jag upp vanligt förekommande skador som kan uppstå på stommen i ett timmerhus. Jag tar upp typiska skador för grunden, väggar och bjälklag och tar upp vad teorin anser att är lämpliga lösningar för problemen. Jag använder mig mycket av museiverkets källor där det både presenteras vad typiska skador är, och orsaken till dessa, samt rekommenderade lösningar.

### 5.1 Grunder

En av orsakerna till att man i samband med en renovering vill utföra en grundförstärkning är att byggnaden har sjunkit ojämnt. Detta har lett till att byggnaden känns sned och vind. Ifall en byggnad har problem i grunden märks det oftast först på att fönster och dörrar inte går att stänga lika bra som förr eller att sprickor har uppstått i skorstenen eller fasaden. När man har en skadad grund innebär det att grunden inte längre klarar av att fylla sin funktion, som är att hålla byggnaden som ligger på grunden hel. Ifall man ser synliga skador på en grundsockel, men själva byggnaden ännu är felfri, behöver det ännu inte vara fråga om en skadad grund, utan sådana problem går oftast att åtgärda med enkla medel. Definitionen på när en grund benämns som en skadad grund är först när skador börjar uppstå i själva byggnaden, såsom sättningar eller sprickor i byggnadens olika delar. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 5)

Man kan dela in grundskadorna i tre olika grupper för att försöka underlätta att hitta och känna igen orsaken till att skador har uppstått, samt att därefter försöka hitta en fungerande och bra lösning. I den första gruppen tas det upp byggtekniska fel på grund av dålig planering eller fel i själva utförandet av grunden. I den andra gruppen tas det upp typiska fel som kan vara orsakade av i byggnaden gjorda ändringar eller förändringar i byggnaden av annan orsak. I den tredje gruppen följer typiska skador som är orsakade av förändringar runt byggnaden, såsom olika förändringar i närmiljön. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 6)

Skador som kan uppstå i byggnader orsakade av bristfällig planering kan vara att byggnadens grundläggningsdjup är för litet och marken som byggnaden ligger på är tjälfarlig. Detta gör att det kommer åt att frysa under byggnaden som i sin tur ger upphov till att islinser bildas, vilket gör att huset sätter sig ojämnt. Denna typ av skador avhjälpas genom att se till att huset får en bra dränering runt hela huset samt att tjälisolering monteras runt hela byggnaden. En annan typisk skada orsakad av bristfällig planering kan

vara ifall huset står på ett eller flera olika tjocka lerlager. Ifall husets ena sida står på ett tjockt lerlager medan det andra står på fast mark, leder det till att huset börjar luta på grund av att den sida som står på leran sjunker snabbare än den sida som står på fast mark. Typiska tecken på att man har en byggnad som sjunker olika är att sprickor uppstår i skorstenar, socklar och andra murar. Detta kan i värsta fall leda till att vattenledningar och annat spricker och skapar vattenskador. För att åtgärda denna typ av skador är en möjlighet att påla den sida som sjunker och lyfta huset till dess rätta nivå. Denna typ av skador kan undvikas genom bättre planering och undersökning av den plats man bygger på. Genom detta kan man göra en bra bedömning av vilken typ av grundläggningssätt som passar på denna tomt. Genom att göra en grundlig markundersökning kan många grundproblem undvikas. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 7)

När det gäller skador som uppstår på grund av förändringar i byggnaden kan dessa bero på att underhållet på byggnaden har blivit bristfälligt. Hängrännor som behöver kontrolleras och rensas har inte setts över. Detta har lett till att de har börjat läcka och vatten rinner ner dit där det inte skall vara vatten, eller att dräneringen inte fungerar som den ska, på grund av att den är stockad, vilket lett till att vatten legat för länge intill sockeln och gett upphov till sprickor och ökad tjälfarlighet. Dessa problem kan undvikas genom att hålla en regelbunden kontroll på byggnaden och se till att dessa saker fungerar som de skall. Ifall en byggnad börjar sjunka endast på ett ställe kan orsaken vara ett läckande avloppsrör. Vatten från avloppsröret kan för en gammal kilstensgrund, som vilar på en rustbädd, orsaka ett biologiskt angrepp på rustbädden som gör att byggnaden sätter sig. Dessa typer av skador kan undvikas genom regelbunden kontroll av byggnadens skick samt att se till att alla reparationsarbeten som blir utförda på byggnaden blir gjorda med omsorg. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 8)

Förändringar i byggnadens närmiljö kan också orsaka att en byggnad sätter sig. Stora lövträd som suger åt sig mycket vatten kan suga ur vattnet ur marken och göra att marken sätter sig. Stora lövträd kan omsätta hundratals liter vatten per dag och när jordarter som innehåller mycket vatten, såsom exempelvis lera, blir uttorkad så drar den ihop sig. Detta orsakar i sin tur sättning i huset. Trädets rötter kan också växa in i dräneringen och orsaka att dräneringsvattnet inte kommer bort. Stora träd som växer intill en byggnad kan skapa rörelser i grunden med sina kraftiga rötter. Problemen kan åtgärdas genom att hålla bort träd intill husen och åtgärda den skadade dräneringen och husgrunden. Åtgärder på grannhuset kan också vara en bidragande orsak till att rörelser börjar ske i grunden. Utgrävningar på grangården kan exempelvis göra att grundvattennivån sjunker, vilket i

sin tur gör att marken torkar ut och krymper. Ifall sättningen på huset blir ojämn krävs pålning. Vibrationer från närliggande väg kan också ge upphov till sprickor och andra skador på grunden. Vibrationerna från trafiken kan ge upphov till att marken sammanpressas hårdare och krymper ihop på den sida som är närmare vägen. Åtgärder kan vara att man asfalterar vägen eller får ner hastighetsbegränsningen eller att vägen förses med en vibrationsdämpare. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 9)

För att en byggnad skall hållas frisk är det alltså viktigt att vattentaket och grunden fungerar som den ska. Regnvatten från taket ska ledas ner genom rännor och bort från huset. En lämplig marklutning skall finnas för att allt vatten som kommer rinner bort från byggnaden. Ifall man har att göra med en gammal grund som inte har haft dränering förut är det av stor vikt att undersöka marken ordentligt innan man monterar ny dränering. I samband med att man dränerar marken under huset torkar marken ut och när en lerig jordart torkar krymper den, och kan orsaka sättning som i sin tur orsakar mer skada än om dränering inte finns. Tillräckligt grundläggningsdjup eller tjälisolering bör finnas runt byggnaden för att skapa en fungerande och hållbar grund för byggnaden. Ett kapillärbrytande skikt bör finnas under grunden för att bryta kapillärvattnets vandring uppåt. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 6)

## 5.2 Väggar

I samband med grundliga reoveringar av hus blir det ofta aktuellt med nya rumsindelningar. Detta ger i sin tur upphov till att det oftast finns behov av att flytta dörrar och att ta hål i befintliga väggar, därför bör väggarnas skick och bärighet kontrolleras. Väggarnas skick hör oftast ihop med hur mycket grunden har sjunkit och på vilket sätt väggen är uppbyggd. I gamla byggnader med timmerstomme är väggarna massivt virke som är sammanfogade i hörnen med exempelvis dymlingar eller olika knutförband. I de massiva timmerväggarna är det lätt att ta upp nya hål för fönster och dörrar. (Hero 1988, s. 62)

Problem i väggar beror oftast på att det finns problem i grunden, men ett av de vanligaste problemen i samband med timmerstommar är att den nedersta stocken har blivit angripen av mögel. Orsaker till detta kan vara grundmurens uppbyggnad, att den inte har lett bort vatten som har runnit ner från väggen utan vatten har blivit stående och stocken sugit i sig vattnet. Andra vanligt förekommande orsaker är att avståndet till marknivån är för kort, vilket gör att regnvatten slår upp från marken mot stockväggen när det regnar. En dåligt

ventilerad krypgrund kan också vara en orsak till att mögel uppstår i det nedersta stockvarvet. Processen för förruttelsen av stocken går ganska långsamt, men i takt med att stocken blir äldre öppnar sig sprickor i stocken som gör att vattnet från utsidan lättare kan ta sig längre in i stocken och påskynda processen. Hörnen på en timmerbyggnad bör skyddas bra, för det är i ändträet som det sugts in mest vatten. (Korjauskortti nro. 16, 2000, s. 6)

Små sättningar i grunden inverkar inte alls på timmerstommens bärighet och kan försummas. Väggar kan i samband med att grunden sjunker bli vridna. Detta innebär att stocken, en eller flera efter varandra i väggen, vrider sig och orsakar att väggen börjar se kurvig ut. Detta sker oftast i samband med infästningen av mellanbjälklag eller övre bjälklag, där det finns mycket vikt och krafter, speciellt under vinterhalvåret. Den största orsaken till detta är att grunden har satt sig ojämnt, eller att byggnaden inte är tillräckligt förstyvad. Andra ställen där vridning kan ske i stockarna är vid fönsteröppningar och dörröppningar. Oftast är då orsaken att stockarna i öppningens dörrpost eller fönsterpost inte är tillräckligt sammanfogade med dymlingar eller liknande. (Korjauskortti nro. 16, 2000, s. 8)

### **5.3 Golvbjälklag**

Golvbjälklaget i gamla timmerhus är oftast sammanfogade med de timrade ytterväggarna för att få en stabil infästning mellan golv och väggar. Trä i gamla byggnader har en benägenhet att börja ruttna och mögla, därför är det skäl att kontrollera speciellt kryprummet under byggnaden, ifall det finns mögel i golvbjälklaget. Mögel känns oftast igen på lukten. Gamla golvbjälklag var oftast isolerade med jord som gjorde att bjälklaget fick en väldigt tung egenvikt. Detta har gjort att många gamla golvbjälklagsbalkar har fått stora nedböjningar och deformationer på grund av långvarig belastning på grund av den stora egenvikten. Vid renoveringar av golvbjälklag blir det oftast på tal om förstärkningar av bjälklaget eftersom det inte klarar av dagens standard vid hållfasthetsberäkningarna. I vissa kan det bli nödvändigt att förnya hela bjälklaget eftersom deformationerna har blivit för stora. Vid förnyande av bjälklag bör man beakta att man inte orsakar skada på de övriga bärande delarna eftersom golv och väggar oftast är sammanfogade. (Bjerking 1989, s. 90; Hero 1988, s. 30, 62)

## 5.4 Övre bjälklag

När man vill göra ingrepp i övre bjälklag kan orsaken vara den att man vill använda vindsutrymmet till bostad eller dylikt. Det är då, på grund av ökade laster på bjälklaget eller av brandtekniska skäl, som en förstärkning oftast blir aktuell. Skador i övre bjälklag kan också vara ruttnande trä och mögel. Orsaken till skador i övre bjälklag är ofta det att vatten har kommit in under en längre tid. Exempelvis är vanliga ställen för läckage runt skorstenar och takgirar. Vid kartläggning av en äldre byggnads skick är det skäl att utföra en teoretisk kontroll av övre bjälklags bärförmåga. (Hero 1988, s. 65)

## 6. Grundförstärkning

I detta kapitel tar jag upp historik om grundförstärkningens utveckling i Finland och vanligt förekommande metoder. Jag tar också upp två olika typer av grundläggningssätt och hur de har utvecklats. I förstärkningen av kilstensgrunder tar jag upp olika metoder för hur man kan gå tillväga för att förstärka en kilstensgrund enligt museiverkets anvisningar.

### 6.1 Byggnadshistorik

I Finland var markundersökningen ännu inte så utvecklad under 1800-talet, utan man tänkte mera på placeringen av huset än vad man gör idag. Grunderna bestod oftast av kilsten hämtad ur naturen och vid grundläggning på mjukare mark fokuserade man mest på att få lasten från byggnaden fördelad på ett så stort och jämnt område som möjligt. Det var här man började använda sig av rustbädden. Genom att korsa stockar kunde man få lasten fördelad på ett tillräckligt stort område för att marken skulle klara av att bära upp lasterna. Mellan stockarna på rustbädden fyllde man ofta upp med lera. Rustbädden byttes på senare tid ut till sten eller krossbädd. Eftersom allt grävningsarbete på den här tiden skedde med mankraft var det svårt att få ordentliga grundläggningsdjup. Detta kunde medföra att grunderna tog skada av tjälen på vintern. Efter 1910-talet blev betong en alltmera använd produkt och rustbädden försvann och blev i stället utbytt till det vi idag kallar till grundsula. Grundmurar kunde också gjutas av betong men eftersom cementen var dyr använde man sig oftast av sparbetongmurar. Med sparbetongmurar menas att man i muren fyller upp med både betong och stenar som placeras så att betong finns mellan stenarna och binder ihop dem och bildar en kompakt mur. För att minska på mängden betong fyllde man upp med större och mindre stenblock. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 26, 29)

I alltför mjuka markförhållanden i Finland på 1800-talet kunde också träpålar användas som metod för att förstärka grunden. Den första pålningsmetoden som började användas i större skala, bortsett från vanliga träpålar, var olika typer av betongpålar. På senare tid har man också börjat använda sig av stålpålar som antingen slås ner eller pressas ner i marken. De så kallade TT-pålarna är helstålpålar och är en av de mest använda i slutet av 1980-talet. Olika stålprofiler har använts som stålpålar, ett problem som alltid har uppkommit vid användning av stålpålar är att det i monteringskedet är svårt att konstatera dess rakhet. Borrpålar har använts sedan 1970-talet vilket består av en stålmantel som borrades ner i marken varefter den armeras och fylls med betong. På 2000-talet har det också kommit flera olika metoder för att förstärka svaga jordarter. Olika injekteringsmetoder gör det idag möjligt att förstärka en svag jordart genom att under högt tryck spruta in en vatten- och cementblandning, som blandas med den svaga jordarten och bildar en hög och stark påle. (Lehtonen 2006, s. 11)

## 6.2 Kryprumsgrund

Fram till 1900-talets början bestod den tidens vanliga och enkla hus av att man med naturstenar murade upp en sockel som man sedan byggde upp huset ifrån. Det lämnades fritt utrymme under bottenbjälklaget och detta utrymme kallas kryprum. En vanlig benämning på denna typ av grundläggningssätt är torpargrund. Under naturstenarna eller kilstenarna lade man en bädd av småsten för att få ett så jämt underlag som möjligt. Utjämningsbädden kunde också bestå av stockar, den kallades då rustbädd. Fyllningen i bottenbjälklaget bestod mestadels av jord och sågspån. Krypgrunden måste ventileras och det gick till på det sättet att man lämnade gluggar med jämna mellanrum i sockelmuren. Gluggarna stängdes till vintern och öppnades på sommaren, detta för att undvika fuktbildning genom att hålla krypgrunden varm. Ifall bärigheten på marken under ansågs otillräcklig använde man sig av träpålar som fogades samman med rustbädden och gav ökad stabilitet. (Bjerking 1989 s. 57, 90)

Krypgrunden fick ett litet uppsving i början av 1960-talet. Tre typer av kryprumsgrund kom då att användas, kall krypgrund, uteluftsventilerad krypgrund och inneluftsventilerad krypgrund. Med kall krypgrund menas att man har full värmeisolering i bottenbjälklaget och att hela byggnaden vilar på plintar för att vinden fritt ska kunna röra sig under hela bottenbjälklaget. Uteluftsventilerad krypgrund påminner mycket om torpargrunden som var vanlig förr. Där är sockeln försedd med ventilationsgluggar som ska ventileras bort fuktig luft. Botten inuti krypgrunden bör vara försedd med en ångspärr för att förhindra



att markfukt stiger upp i konstruktionen. Tanken med inneluftsventilerad krypgrund är att grundmuren är värmeisolerad invändigt och bottenbjälklaget saknar helt och hållet värmeisolering. Krypgrundsbottens ytterfält är också försett med isolering. Bottenbjälklaget var däremot försett med hål för tilluft som skulle tillföras kryprummet. Det fanns dessutom en frånluftskanal som ventilerade krypgrunden. (Bjerking 1989, s. 91–95)

Problem som uppkommer i dagens krypgrunder är att mögel kan uppstå i dem. Fukt från luften är oftast en bidragande orsak till detta i kombination med att ventilationen inte fungerar i krypgrunden. Man upptäcker problem i krypgrunden genom att kontrollera hur bjälklaget börjar se ut. Ifall man börjar se spår av mögel på bjälklaget är det skäl att börja utreda orsaken till problemet. Otillräcklig dränering kan leda till att fukt tränger in i krypgrunden och ökar på luftens relativa ånghalt. Under augusti–september månad är uteluften som fuktigast, då kan den relativa fukthalten uppgå till 90–100 procent. Luften som då strömmar in i krypgrunden genom ventilationsluckorna gör att fukten i luften tränger in i bjälklaget där den suggs upp i värmeisoleringsmaterialet. När temperaturen igen sjunker och luftfuktigheten återgår till det normala på utsidan borde ventilationen vara tillräcklig i krypgrunden för att kunna ventileras bort den fukt som finns inuti bjälklaget. Ifall ventilationen då är otillräcklig kan det leda till mögelskador på bjälklag och orsaka dålig inneluft. (Bjerking 1989, s. 102)

### **6.3 Platta på mark**

Platta på mark är också ett grundläggningsalternativ som blev vanligt runt 1940-talet. Platta på mark blev populär när man på ett enkelt och relativt ekonomiskt sätt fick ett varmt och skönt golv att gå på. Med värmeslingor i plattan spred sig värmen på ett behagligt sätt. Värmeisoleringen kunde antingen läggas ovanpå eller under den gjutna plattan. Grundmuren kunde antingen gjas i samband med plattan eller genom att man murade upp en grundmur som man därefter fyllde med stenmaterial och därefter göt markplattan. (Bjerking 1989, s. 113)

### **6.4 Förstärkning av kilstensgrund**

Det finns inga direkta standardlösningar för att förstärka kilstensgrunder eller andra typer av grunder eftersom alla byggnader är olika på ett eller annat sätt. Det är därför det är viktigt att utreda orsaken till problemen och var de finns för att inte göra skadorna värre på

byggnaden. Man bör alltid ta reda på byggnadens enskilda egenskaper och hur miljön runt huset och i marken påverkar byggnadens beteende. Vid renoveringar av grunder bör man ha kännedom om byggnadens stomme, grundläggningssätt och marktypen som den står på, för att kunna få fram en lösning som passar till den aktuella byggnaden. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 10)

Museiverket har gett ut anvisningar som ger riktlinjer för hur man kan gå till väga för att få förstärkt en kilstensgrund eller naturstensgrund. Lösningarna finns till för att man ska få reda på vilka lösningar som är tillämpbara på kilstensgrunder och vilken typ av lösning som har blivit beprövad förr. Den första lösningen som presenteras är att öka på grundläggningsdjupet och på det sättet komma lägre ner med grunden och möjligtvis komma förbi ett svagt jordlager eller undvika att tjälen tränger ner under grunden. Tillvägagångssättet för en dylik lösning går till på det sättet att man stegvis tar bort delar av grundmuren och stöttar upp byggnaden vid behov. Sedan gräver man ner till önskat djup och fyller upp med krossgrus och plockar tillbaks grundmuren. Detta utförs stegvis runt hela byggnaden. Denna lösning förutsätter en bra markundersökning som visar att avståndet under grunden ner till fast mark inte är för långt. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 13)

Man kan också i samband med att man ökar på grundläggningsdjupet gjuta en armerad betongsula under kilstenarna. Denna metod går till på liknande sätt, genom att ta bort grundmuren stegvis och forma och armera en groundsula under kilstensmuren på önskat djup. Formen bör vara tillverkad på det sätt att det ryms betong cirka 100 mm utanför muren också, detta för att få en bredare tryckyta mot marken och på det sättet ökad bärighet i grunden, men också för att underlätta själva gjutningsarbetet. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 14)

Ifall grundmuren har många sprickor och är i dåligt skick kan det vara skäl att gjuta en betongbalk från insidan, eller en betongmantel från utsidan som täcker hela grundmuren och binder samman den. Vid gjutning av ny betongmantel placeras armering ut utefter muren som fästs i den befintliga kilstensmuren och därefter byggs formar som gör det möjligt att gjuta ett cirka 50–100 millimeter nytt betongskikt på den gamla grundmuren. Vid gjutning av en betongbalk inifrån gräver man ner till önskat djup och fäster armeringstappar i grundmuren, varefter man armerar balken med byglar och längsgående armering som fästs i tapparna i grundmuren. Därefter formar man och balkens bredd kan röra sig mellan 300–400 millimeter. Vid gjutningen används maskinell vibrator i båda

fallen. I det senare fallet, när man gjuter en balk, lämpar sig också pålning bra. Man bör då se till att armeringen blir dimensionerad därefter. (Korjauskortti nro. 24, 2003, s. 16; Mäkelä 1991, s. 134)

## **7. Kartläggning av fastigheten**

Jag kommer i detta kapitel att ta upp de metoder som användes för att kartlägga skicket för byggnaden i fråga. I byggnadens historia presenterar jag byggnaden som kommer att undersökas samt vad byggnadens tidigare funktion i samhället har varit och vad det kommande ändamålet för byggnaden är tänkt att vara.

### **7.1 Byggnadens historia**

Byggnaden som undersöks finns på Bankgatan 2 i Nykarleby mitt emot kyrkan, längs med älven. Byggnaden hör till de byggnader som blev byggda efter branden 1858. Byggnaden är ett timmerhus med liggtimmerstomme som vilar på en kilstensgrund. Tomten som byggnaden står på köptes av C.W Sundström 1858 och gården stod klar någon gång runt 1865. Byggnaden köptes 1892 av kronolänsman Elis Oskar Söderström för att sedan säljas vidare till fabrikören Herman Holstius 1901. År 1910 köptes gården av A.W Blomqvist som sedan år 1918 kom att sälja gården till Viktor Holmström. En lång tid därefter bedrevs olika typer av handelsverksamhet i gården. Släkten Holmström stod som ägare till gården fram till år 1988. Under den tiden bedrev bland annat Aina Rönning en pappershandel och Josef Herlers bokhandel fanns också i byggnaden. År 1988 köptes gården av Astrid Sandqvist och affärsverksamhet fortsatte att finnas i byggnaden, men nu i form av en möbelaffär. 2007 köptes gården av NKL- partners som ägs till 50 % av Kronqvistbolagen Ab och till 50 % av PMP-invest. Tanken är nu att byggnaden ska göras om till bostadslägenheter.

Som jag skrev om i kapitel 4.1 (s. 8) är det viktigt att ta reda på så mycket man kan om de byggnadsåtgärder som har blivit gjorda på byggnaden för att lättare kunna hitta var skadorna kan finnas. Byggnaden har använts som bostad, men mestadels har det alltjämt bedrivits affärsverksamhet i någon form, och genom att gå via Nykarleby stads arkiv har jag fått fram de första ritningarna som har gjorts på byggnaden. Av ritningarna framgår byggnadens fasader, plan samt också en enkel skärning av byggnaden hur den såg ut från första början. Dateringen på dessa ritningar är från år 1875, alltså blev ritningarna troligtvis uppgjorda i efterhand eftersom den tidigaste bilden som hittats på byggnaden är från 1865.

Utgående från dessa ritningar kan man utläsa och jämföra dem med hur byggnaden ser ut idag och på det sättet hitta ställen som har blivit ombyggda. Följande ritning som jag har fått tag i är daterad 30.1.1989, och byggnadsåtgärden är då ändring av användningsändamål och det är då endast en planritning som jag har fått tag i. Det är svårt att bara utgående från de ritningar som jag har fått tag i utläsa vad som är orsaken till problem i huset, men man har i alla fall bra material att utgå ifrån när man för anteckningar i samband med den visuella granskningen. Man får också ut från planritningen var de stora och tunga fundamenten för skorstenarna finns, vilket kan vara till nytta längre fram bland annat i höjdvägningen.

Vid jämförelse av gamla ritningar och hur det ser ut idag kan man konstatera att i varje rum har det funnits en kamin, men den har i de flesta rum tagits bort och det är i endast ett rum som den finns kvar ännu idag. På ställen har också skorstenen tagits bort. Jag har genom att diskutera med folk som känner till byggnadens historia fått fram att runt mitten av 1960-talet revs flera skorstenar ner i samband med en renovering. Före detta fanns det fem skorstenar varav endast en finns kvar idag. I samband med denna renovering gjordes utrymmena om till bostäder, men när byggnaden köptes år 1989 gjordes alla utrymmen om till affärsutrymmen och lager. Ingångarna till huset har ändrat en del genom åren, speciellt ingångarna som finns på den långsida som är söderut. Enligt ursprungsritningarna har det från början funnits en ingång från den södra långsidan och tre ingångar från norrsidan. Ingångarna från den södra sidan har varierat med åren. Jag har med hjälp av att diskutera med personer som känner till byggnadens historia fått fram att runt år 1905 fanns det två ingångar från den södra sidan. Det har varit svårt att få fram när ingången från hörnet kom till, men genom att titta på gamla bilder kom den troligtvis till någon gång runt 1918. I bild 2, som troligtvis är tagen någon gång före 1918, ser man de båda ingångarna som fanns mot den södra sidan. Den högra ingången flyttades senare till hörnet där den fortfarande finns kvar idag. Man kan alltså konstatera att inga stora ingrepp har blivit gjorda i byggnaden under dess livstid, endast planlösningen har varierat lite under åren. Vid renoveringar av byggnaden är det endast invändiga åtgärder som har blivit utförda på byggnaden och dessa åtgärder har inte haft någon egentlig byggteknisk inverkan på fastigheten.



*Bild. 2 Byggnadens södra långsida runt år 1918. Byggnaden har här två ingångar från gatan.*

Miljön kring byggnaden är i princip den samma som den alltid har varit. Inga byggnader har kommit till kring byggnaden. Det enda som har ändrats i byggnadens närmiljö är vattennivån i älven. Vattennivån i älven höjdes första gången år 1962. Höjningen var då från 14,25 meter till 15,3 meter. Följande höjning skedde år 1983, höjningen var då 15,3 meter till 19,5 meter. (Nykarleby kraftverk, 24.3.2011)

## **7.2 Markundersökningen**

Eftersom byggnaden är relativt gammal kan man utgå ifrån att det inte blev gjort någon markundersökning när den byggdes. Jag skrev i kapitel 4.2 (s. 9) att en markundersökning kan ge en bra bild av varför byggnaden har betett sig som den har gjort. Därför beslöt jag att göra en sådan. Markundersökningen utfördes med viktsonderingsmetoden som jag beskrev i kapitel 4.2 (s. 9). Metoden gick ut på att man skulle driva ned en spets och mäta antalet halvvarv som krävdes för att spetsen skulle drivas ner, eller vilken tyngd som behövdes för att den skulle drivas ner. Markundersökningen utfördes den 20 september 2010 när marken ännu var mjuk, och utrustningen var lånad från byggnadslaboratoriet i Yrkeshögskolan Novia. Utrustningen bestod i huvudsak av en motorsond med tryckmätare, provspets, skarvstänger och uppdragningschuck samt en transportlåda innehållande olika verktyg för rengöring och underhåll av maskinen.

Tomten som byggnaden är belägen på har inga stora variationer med tanke på lutning och dylika saker utan den är ganska flack och endast en liten lutning finns mot ån som går längsmed tomtens ena sida. Jag fokuserade mest på att undersöka den del av tomtens

var närmast ån eftersom att det är på den sida som man misstänker att sättning, på grund av dåliga markförhållanden, kan förekomma. Dessutom beslöts att det inte fanns skäl att utföra provtagningar runt hela tomten, på grund av tomtens relativt flacka utformning, utan antalet provtagningar blev fyra stycken hål. Tre stycken av provtagningarna befann sig på den gavel som är vänd mot ån och det sista hålet en bit upp på tomten (se fig. 1). Som jag skrev i kapitel 4.2 (s. 9) bestämmer tomtens utformning ganska mycket antalet provtagningar.

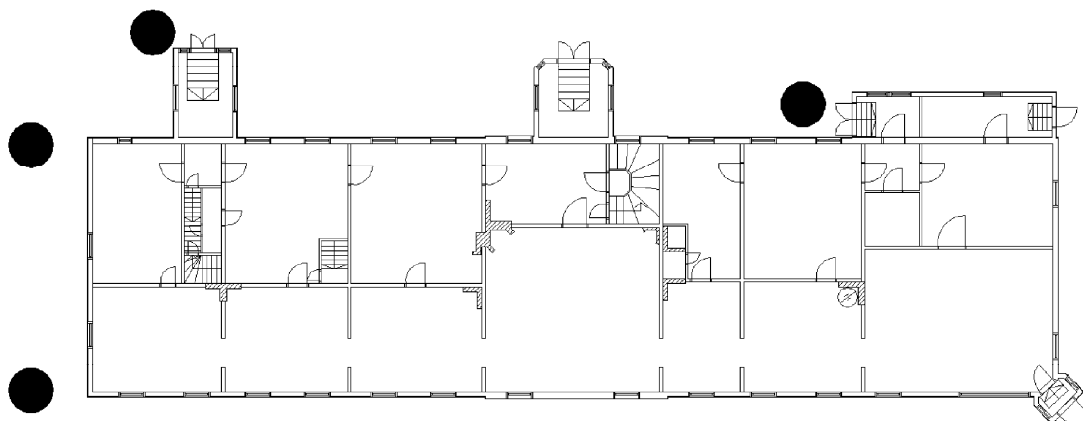


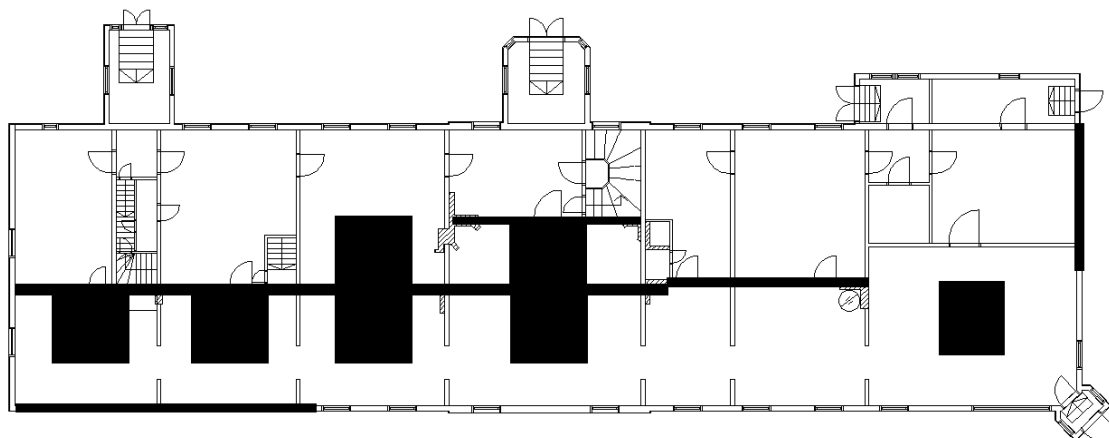
Fig. 1. Planritning med provtagningspunkter.

Resultaten från markundersökningen redovisas i en bifogad planritning där mätpunkterna finns utmärkta samt också sonderingsdiagrammen (se bilaga 1). Man kan utgående från sonderingsdiagrammen utläsa att i den del av tomten som är belägen närmare ån, är avståndet ner till fast mark någonstans mellan 1,6 och 2 meter. Det som kom fram i markundersökningen här, är att i hålen 1-3 kom man ner cirka en meter varefter man stötte på ett mycket mjukt lerlager på cirka 40 cm och efter det kom man ner till fast mark. Markundersökningen har alltså visat att det finns ett lerlager under byggnaden som kan orsaka problem.

### 7.3 Höjdavvägningen

En avvägning av byggnadens golv invändigt gjordes samt en avvägning utifrån av byggnadens sockel. Utrustningen som användes var en höjdavvägningskikare lånad från Yrkehögskolan Novia. Som jag skrev i kapitel 4.3 (s. 11) är en höjdavvägning ett bra sätt att få fram var problemen finns, därför avvägdes golvet rum för rum. I varje rum utfördes fem olika mätningar, i alla hörn och ännu en mätning i mitten av rummet för att försöka få en bra bild av läget. Mätningarna försvårades och blev en aning missvisande eftersom golvet har blivit påbyggt i flera omgångar i flera av rummen. Troligtvis har nedböjningarna i bjälklaget varit så stora att man har åtgärdat dem genom att bygga på och räta upp golven.

Avvägningen utifrån sockeln gjordes för att jag vill få reda på om det är själva grundmuren som sjunker eller om det är bjälklagen som invändigt ger efter. Avvägningen utifrån gjordes på panelvarvets nedersta kant eftersom att den ansågs mest lämplig. Avvägningen utfördes runt hela byggnaden och nollpunkten sattes där hörningången finns. Ställen där mest nedböjning skett syns förenklat i figur 2.



*Fig. 2. Svärtade ställen där mest nedböjning skett.*

I resultaten från höjdvägningen av golvet invändigt kan man konstatera att där siffrorna är som störst är där de stora och tunga skorstensfundamenten finns. Hela byggnaden lutar inåt. Om man endast följer ytterväggens värden kan man se att det inte är stora siffror som det handlar om på själva ytterväggarna, utan de ställen som det har skett mest nedböjningar på är mittlinjen som går genom hela huset. I resultatet vid avvägningen från utsidan kan man också konstatera det samma, att det är relativt små värden som det handlar om i fråga om hur byggnaden har sjunkit. Den största sättningen av grundmuren hittas i det sydvästra hörnet och en bit in på dess långsida. Att värdena varierar ibland från rum till rum beror på att golvet har blivit ombyggt i flera omgångar därför är vissa värden missvisande i den resultatredovisning som finns bifogad (se bilaga 2).

## **7.4 Visuella observationer**

Vid kartläggningar av äldre byggnader är det oftast det visuella som ger svar på varför byggnaden har tagit skada som jag skrev om i kapitel 4.4 (s. 11). Jag har under ett flertal tillfällen under hösten besökt byggnaden och dokumenterat med kamera de observationer jag har gjort. Genom att jag under hösten har läst in mig i hur denna typ av byggnader är konstruerade och genom litteratur fått aningar och tips om var typiska ställen för skador på

byggnader kan finnas, har jag fått en ganska bra bild av hur byggnaden är konstruerad och var problem kan finnas.



*Bild 3. Byggnadens norra sida.*

Genom att dokumentera de observationer jag har gjort på byggnaden, har jag i ett senare tillfälle kunnat jämföra de bilder jag har med de mätresultat som jag har bland annat från höjdavvägningen. Ojämnheter som man har känt av bara genom att gå över golvet har man kunnat jämföra med höjdavvägningen och se hur stora deformationerna egentligen är. Man har också utgående från höjdavvägningen kunnat avgöra var det är lönt att riva för att kontrollera närmare hur skadorna ser ut, men också för att få en klarare bild av hur byggnaden är konstruerad. Saker som jag praktiskt har utfört i fastigheten är bland annat att jag gjorde en utgrävning bredvid grundmuren för att kontrollera vad som fanns under kilstenarna, samt att kontrollera materialen i golvbjälklaget genom att riva upp delar av det för att se hur det är konstruerat. Saker som jag också har hållit utkik efter vid den visuella granskningen är just sättningar av olika slag och om det har funnits synliga spår av fukt eller mögel någonstans i byggnaden. Andra saker som togs med i den visuella kontrollen är utvändiga konstruktioner såsom vattenavledning och tomtens utformning.

I den visuella observationen kan man konstatera att vattenavledningen på taket är dålig. Takrännor hänger och är delvis borta. Tomtens utformning är rätt bra med avseende på att vatten inte kommer åt att rinna mot byggnaden. Vegetationen på tomtens södra sida är ganska vildvuxen, men det som jag mest lade märke till är de träd som finns på byggnadens södra sida ganska nära grundmuren (se bild 4). Grunden ser utifrån ganska bra ut men när man går in i kryprummet möts man av en massa skräp som inte hör hemma i en krypgrund. I kryprummet kan man konstatera att den primärbalk som vilar på skorstensfundamenten



och håller upp golvbjälklaget troligtvis är underdimensionerad, eftersom den fått stora synliga deformationer. När man ser på gaveln som är mot ån (se bild 4) kan man se att väggens nedersta panelvarv är gråare än vad den övriga är, och man kan därför misstänka att det nedersta stockvarvet har blivit bytt någon gång. Man kan också se inifrån krypgrunden att det nedersta stockvarvet troligtvis har blivit förnyat i något skede eftersom en bitumen remsa ligger under det nedersta stockvarvet på den gavel som är mot ån. Mer kan nämnas att vindsutrymmena ser bra ut och inga stora mängder vatten har kommit in den senaste tiden.

## 8. Resultat och åtgärdsförslag

Jag kommer i detta kapitel att gå igenom de resultat jag har fått från undersökningen och presentera de åtgärdsförslag som jag har kommit fram till med hjälp av att använda mig av den teori som jag har tagit upp. Som presentationsmaterial kommer jag att använda mig av bilder från byggnaden samt bifogade ritningar över åtgärdsförslagen.



*Bild 4. Byggnadens västra gavel där träden som kan vara orsaken till sättning syns.*

### 8.1 Grunden

Grunden på byggnaden är en kilstensgrund försedd med kryprum. Jag har i den visuella granskningen konstaterat att kilstenarna vilar på en rustbädd av småsten. Kilstenarnas mått varierar men stenarnas längd rör sig mellan 1–1,3 meter och höjden mellan 40–60 centimeter. Den sida som är svängd mot gatan har en mera slät yta på stenarna, medan de

stenar som är mot innergården är mera råa och grovhuggna. Den här typen av grundläggningssätt är ganska vanlig för den typen av hus som blev byggda på denna tid, vilket jag skrev om i kapitel 6.2 (s. 17)

Grundens skick ser bra ut utvändigt. Inga stora sprickor kan med ögat ses, utan på det stora hela så kan man konstatera att grunden visuellt ser bra ut (se bild 4). Det enda som man kan se med ögat är att den södra långsidan har en svacka och det kommer också tydligt fram i resultaten från höjdavvägningen från utsidan av sockeln som finns bifogad (se bilaga 1). Man kan se på resultaten att cirka fyra meter från det sydvästra hörnet är svackan som värst. Enligt markundersökningen har det kommit fram att det finns ett lerlager under hela byggnaden som kan ha orsakat sättningar i grunden, men man tycker att det borde ha uppstått större sättningar på andra ställen ifall det skulle endast bero på detta lerlager. Med tanke på byggnadens ålder kan man nästan anta att sättningen, som det relativt tunna lerlagret har kunnat ge upphov till, har upphört och fortsatt sättning kan försummas.

En annan möjlig orsak till sättningen är de stora träden som finns bredvid, cirka två meter ut från grunden. Som jag skrev i kapitel 5.1 (s. 12) kan stora träd orsaka att marken undertill torkar ut och krymper ihop. Grundläggningsdjup kan också vara en bidragande orsak till sättning. Som jag skrev i kapitel 5.1 (s. 12) kan ett lågt grundläggningsdjup göra att tjäle kommer in under grunden och kan orsaka skada. Islinser kan bildas i en tjälfarlig jordart och orsaka ojämn sättning. Jag gjorde en utgrävning bredvid grunden vid det ställe där marknivån var som lägst och konstaterade att kilstenarna sträckte sig cirka 50 cm under marknivån, därefter kom en bädd av småsten. Alltså kan också det låga grundläggningsdjupet vara en bidragande orsak till att sättning har skett.

Enligt kapitel 5.1 (s. 12) spelar också grundvattennivåns roll in och eftersom byggnaden ligger bredvid ån kan man tänka sig att vattennivån i älven har varierat med åren och det är också fallet. I teorin sägs det att när grundvattennivån sänks torkar marken ut och drar ihop sig och det orsakar sättningar, men i Nykarleby har endast vattennivån i älven ökat i flera omgångar. Ifall orsaken skulle vara ändringar av vattennivån i älven anser jag att det borde ha uppstått större sättningar på hela den gavel som är mot älven.

Eftersom jag i höjdavvägningen konstaterade att en svacka finns på den södra långsidan har jag försökt få fram när den egentligen har uppstått och varför. Jag har genom att ta kontakt med en som tidigare bott i huset fått tag i en bild tagen från husets södra sida år 1965 (se bild 5). Fastän bilden är tagen långt ifrån kan man ändå se att husets fönster går i en rak och fin linje. Man kan då anta att ingen svacka ännu fanns vid detta tillfälle. Man

kan också utgående från bild 5 konstatera att inga träd fanns i närheten av huset vid detta tillfälle. Denna bild styrker påståendet som jag tidigare konstaterade att orsaken till svackan på södra långsidan troligtvis beror på de träd som finns där idag och vilka bör tas bort.



*Bild 5. Byggnadens södra långsida år 1965. Vid denna tidpunkt var huset ännu i bra skick.*

Kryprummet under byggnaden är lättillgängligt vilket gjorde att undersökningen av den gick rätt bra. Första anblicken av kryprummet är att det är väldigt mycket extra skräp som ligger där (se bild 6). Krypgrunden bör hållas ren och fri från allt extra skräp för att ventilationen kan fungera som den ska. Som jag skrev i kapitel 6.2 (s. 17) är ventilationen viktig för ett kryprum och man kan känna igen mögelskador på dålig lukt. I den här krypgrunden fanns det ännu inga tecken på att ventilationen skulle ha varit otillräckligt. Med tanke på att byggnaden börjar ha en ålder på närmare 150 år såg kryprummet ut att vara i bra skick. Inga spår av mögel syntes på bjälklag eller annat, allting verkade torrt. Ventilationsluckorna har i något skede blivit igenmurade och i stället för en glugg har det satts dit ett runt galler. Kryprummet var ändå i bra skick med tanke på att ventilationsluckorna högst antagligen är för små i förhållande till kryprummets storlek. Orsaken till att kryprummet har fungerat bra är att bjälklaget har släppt igenom tillräckligt mycket värme för att kryprummet ska hållas varm under vinterhalvåret, vilket har gjort att det inte har bildats stora mängder fukt i kryprummet.



*Bild 6. Kryprummet under byggnaden var fullt av skräp.*

Eftersom resultatet från höjdvägningen visade på relativt små sättningar blir frågan om en grundförstärkning en ekonomisk fråga. Men med tanke på att målet är att förlänga byggnadens livslängd kommer jag att presentera två olika förslag till att förstärka en kilstensgrund. Jag kommer att utgå ifrån de exempel på förstärkningar som jag presenterade i kapitel 6.4 (s. 18). I det första alternativet (se bilaga 4 och fig. 3) är tanken den att genom att gjuta en armerad betongbalk, från insidan av grundmuren, få en mycket styv och stabil grund. Betongbalken fästs med hjälp av förankrande tappar, som genom ankarlim fästs i kilstenen. Denna lösning kan tänkas vara lönsam längre in i framtiden. Om man nu i detta skede bestämmer att inte beakta det lerlager som finns under byggnaden, utan att man antar att sättningen har upphört, har man genom att ha denna betongbalk fastförankrad i kilstenarna från insidan möjligheten att påå från utsidan ifall mot förmodan byggnaden skulle fortsätta sjunka. Utförandemässigt förutsätter en sådan här lösning mycket arbete från insidan. Ifall denna lösning ska vara möjlig bör golvbjälklaget brytas upp. Denna lösning kan också skapa problem i formningsarbetet av balken eftersom kilstenarna är såpass grovhuggna på insidan att de kan orsaka att balken blir bredare på ställen där stenens kanter sticker långt ut.

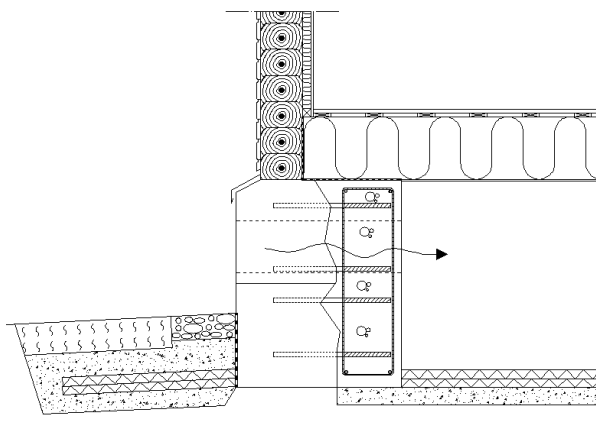


Fig. 3. Balk från insidan

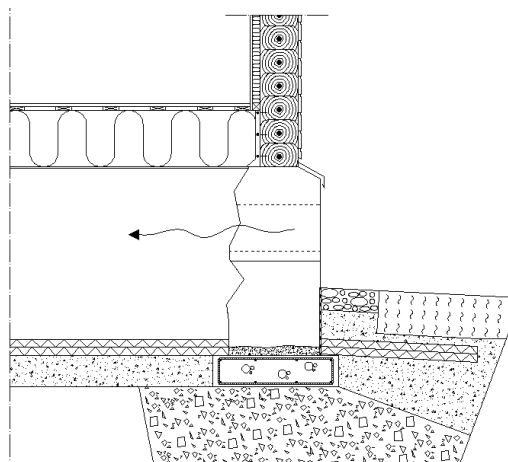


Fig. 4. Ny grundsula

Det andra alternativet (se bilaga 5 och fig. 4) lämpar sig kanske bäst för den del av byggnaden som har sjunkit mest. Idén är att gjuta en ny armerad betongsula under den befintliga kilstensmuren för att få en hållbar och stabil grund för framtiden. Denna lösning kan tänkas vara praktiskt sett svårare att genomföra än det första alternativet, men man har med denna lösning möjligheten att lyfta och rätta upp huset till dess rätta nivå samt att också gräva bort lerlagret och utföra massabyte under kilstensmuren. En sådan här lösning bör genomföras etappvis. Att man plockar bort stenarna cirka tre meter åt gången och gräver bort och fyller i nytt krossgrus och gjuter sulan och plockar tillbaka kilstenarna innan man går vidare. Eftersom stenarna varierar i höjd och form läggs ett avjämnande gruslager ovanpå sulan för att underlätta i arbetet med att plocka tillbaka stenarna. Tillfälliga stödkonstruktioner kan byggas under väggarna för att underlätta arbetet. Ifall man inte tillämpar den här lösningen runt hela byggnaden utan bara på en viss del bör man tänka på att det kan orsaka problem att gå och röra i den jordart som länge har legat orörd. Det är svårt att avgöra vad som händer om man går och rör i den. Ifall man inte vill utföra massabyte för att komma ner till fast mark är det lämpligt att utföra pålning i samband med denna lösning, men med tanke på att avståndet ner till fast mark inte är långt blir det mer ekonomiskt att utföra massabyte om det är möjligt.

I samråd med handledare har jag kommit fram till att det återstår också en tredje lösning på dessa sättningsskador som har uppstått på grunden, nämligen att anta att sättningen har fortgått under så lång tid att den har upphört. Eftersom sättningarna inte är enormt stora skulle det vara möjligt att gömma bort de synliga sättningsskadorna med en bred sockellist, som framgår ur bilaga 4, och på det sättet inte egentligen utföra stora åtgärder på grunden. Eftersom byggnaden ändå har stått en lång tid där den står idag, kan förändringar i dess grund också orsaka skador. Denna lösning blir billigast men man kan ändå tänka sig att

kombinera en bred sockellist med alternativet att gjuta en balk på insidan för att riktigt binda ihop kilstensmuren som den är i dagens läge och säkerställa sig om att den förblir så.

Tjälisolering bör monteras kring hela byggnaden som framkommer ur bilaga 4. Med tanke på grundläggningsdjupet är det viktigt att ha en fungerande tjälisolering för att undvika bildning av islinser under grundmuren. I kapitel 5.1 (s. 12) berättas det om hur viktig en markundersökning är vid val om man kan montera dränering eller inte. Eftersom dräneringssystem orsakar att marken torkar ut under grundmuren och kan ge upphov till att marken drar ihop sig ännu mera, bör man överväga noga innan man monterar dränering. I detta fall tror jag att det är viktigare att få en fungerande regnvattenavledning i stället för att montera ett dräneringssystem runt hela huset. Eftersom inga större skador har uppkommit på grunden, med tanke på dess höga ålder, tror jag att man orsakar mindre skada med att inte montera dränering runt huset, utan att i stället se till att regnvattenavledningen fungerar bra. En noggrannare markundersökning i form av att gräva en provgrop bör utföras innan val av åtgärder till grunden görs. En uppföljning av om grunden fortfarande sjunker bör också utföras. Som jag skrev i kapitel 4.3 (s.11) kan redan ett års uppföljning ge svar på om grunden fortfarande sjunker genom att slå in spikar i en rak rad längs med fasaden och avväga dem efter ett års tid.



*Bild 7. Insidan vid undersökning av golvbjälklag.*

## 8.2 Golvbjälklag och mellanbjälklag

Golvbjälklaget består av balkar med fyllning emellan. Som jag skrev i kapitel 6.2 (s. 17) består fyllningen oftast av jord eller sågspån och det är också fallet här. Jag konstaterade vid rivning av delar av golvbjälklaget att fyllningen består i huvudsak av jord och en del mossa (se bild 7). Jag kunde också konstatera vid rivningen att bjälklaget är intappat i stockväggarna som också är mycket vanligt för den här typen av timmerhus (se kapitel 3.2 (s. 3)). Vid rivningen kunde man konstatera att bjälklaget var torrt och fint. Inga tecken på mögel eller fukt kunde hittas på de ställen som undersöktes, inte heller inuti krypgrunden kunde man se tecken på att det skulle ha börjat mögla någonstans.

Vid höjdavvägningen av golvet inifrån (se bilaga 2) kan man konstatera att de största siffrorna där nedböjningarna är som störst hittas i mitten på rummen samt att hela golvbjälklaget lutar inåt. Som jag skrev i kapitel 5.3 (s. 15) kan golvbjälklagets tunga egenvikt orsaka att nedböjning sker och det har också troligtvis varit orsaken här. I mitten av byggnaden bärs bjälklaget upp av en balk som troligtvis är underdimensionerad eftersom man med blotta ögat kan se att den böjer ner (se bild 8), där man också kan se försök till att stämpa upp primärbalken på ställen där mest nedböjning skett. Den största orsaken till att golvbjälklaget har fått rätt stora deformationer är troligtvis att det är underdimensionerat. På grund av att fyllningen väger mycket har det belastat bjälklaget hårt under en lång period vilket har gett upphov till deformationer. Speciellt primärbalken som går genom hela byggnaden, och vilar på skorstensfundamenten, har varit utsatt för stora spännvidder med mycket tyngd på, som i sin tur har gjort att den har böjt ner rätt kraftigt på ställen.

På grund av att byggnaden ska göras om till bostadslägenheter innebär det att mycket ny teknik ska in i huset, därför kommer mitt förslag att bli att förnya bjälklaget helt och hållet till att det uppfyller dagens normer så gott det går. Detta för att bjälklagets deformationer ändå är relativt stora och en upprätning av bjälklaget är arbetsdrygt och svårt att genomföra. För att få ett bra resultat blir förslaget att förnya bjälklaget och ifall grundförstärkning blir aktuell passar en förnyelse av bjälklaget bra in i bilden. I bilaga 6 framkommer dimensionerna på balkarna som krävs för att bjälklaget ska klara av att bära upp de laster som det utsätts för i en typisk bostadslägenhet. I bilaga 8 finns konstruktionsritningen för hur bjälklaget kan utformas. Någon typ av förnyelse av den primärbalk som går genom byggnaden blir aktuell och jag har två förslag. Antingen byte av den balk som är där idag, men om det inte är möjligt sätter man in två nya balkar

bredvid den befintliga primärbalken (se bilaga 6). I det skede när man börjar riva bjälklaget helt och hållet måste man besluta vilket alternativ som lämpar sig bäst.



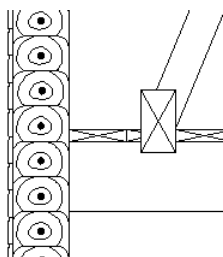
*Bild 8. Primärbalkens deformation och försöken till att stämpa upp balken.*

Vid förnyande av bjälklaget blir det aktuellt med nya värmeisoleringskrav. Som jag skrev i kapitel 3.4 (s. 6) är värmeisoleringskravet för ett bjälklag som angränsar mot ett kryprum  $0.17 \text{ W/m}^2$ , för att uppfylla dagens standard. I bilaga 6 framkommer vilka material och tjocklekar som krävs för att uppfylla värmeisoleringskravet. Vid förnyande av bjälklag tillkommer det problemet att eftersom bjälklaget blir betydligt energieffektivare stoppas värmeflödet ner till krypgrunden, vilket gör att krypgrunden blir kall under vinterhalvåret. Därför är det viktigt att kontrollera att krypgrunden är tillräckligt ventilerad för att klara av att ventileras bort fuktig luft. Det är svårt att avgöra hur en gammal krypgrund börjar bete sig när värmeflödet till den stoppas, därför bör man följa upp krypgrunden den närmaste tiden för att se till att farliga mängder fukt inte börjar bildas. I bilaga 4 syns hur konstruktionen för det nya kryprummet kan börja se ut. Tjälisolering monteras i kryprummets botten för att förhindra att det fryser och bildas tjälskador i grunden. Beräkningarna för dimensioneringen av bjälklaget och primärbalken framkommer i bilaga 7. Vid dimensioneringen av primärbalken använde jag mig av spännvidden sex meter, vilket betyder att balken bör vila på två stöd med en max spännvidd på sex meter. Ifall spännvidden överskrids bör extra stöd sättas in och balken bör kontrolleras ytterligare.

Mellanbjälklaget har också jord som fyllnadsmaterial och mellanbjälklaget är intappat i stockväggen. Vindsutrymmet har hittills använts mestadels till förvaringsutrymmen och tanken nu är att kunna göra om vindsutrymmet till bostadsyta. Ingen höjdvävning har blivit gjord på mellanbjälklaget, vilket gör att ett permanent beslut om hur man ska åtgärda



mellanbjälklaget måste tas i ett senare skede när man har börjat riva bort tillräckligt mycket för att se vad som egentligen finns där. Jag kommer ändå att komma med förslaget att bjälklaget ska förnyas för att få bästa resultatet. Det kan också bli aktuellt att inte riva bort det gamla bjälklaget på grund av att takkonstruktionerna sitter ihop med bjälklaget, se bilaga 3. I bild 9 och fig. 5 kan man se att takkonstruktionen inte är intappade i väggarna utan man har löst det på det sättet att man har tappat ihop en balk med mellanbjälklaget och stött takkonstruktionen mot den. Jag kommer därför med förslaget att man bygger ett nytt bjälklag bredvid det befintliga och på det sättet bygger in det gamla bjälklaget, se bilaga 6.



*Fig. 5. Takkonstruktionen sitter ihop med mellanbjälklaget.*



*Bild 9. Från vinden där det kommer fram hur takkonstruktionen sitter ihop med mellanbjälklaget.*

### 8.3 Väggar

Väggarna har endast granskats visuellt både utifrån och inifrån. Man kan konstatera att i alla fall visuellt ser stockväggarna bra ut. Inga större vridningar eller andra typer av deformationer har påträffats. Som jag skrev i kapitel 5.2 (s. 14) är det vanligaste problemet i en stockbyggnad att det nedersta stockvarvet har börjat ruttna. Eftersom byggnaden är

skyddad kunde jag endast kontrollera det nedersta stockvarvet inifrån krypgrunden och därifrån såg den bra ut, men för att verkligen få kartlagt dess skick borde man gå utifrån och riva bort panelen. I samband med en grundlig renovering borde man riva bort allt inifrån på väggarna för att se till att det inte gömmer sig någonting därunder.

Som jag skrev i kapitel 3.3 (s. 5) är det viktigt att få väggen tät för att inte få draghål som kan börja kännas av inuti byggnaden. Därför kommer åtgärdsförslaget för väggarna att bli att man river bort allting inifrån ända till stockväggen och därifrån börjar bygga upp den nya väggen. I bilaga 6 visas den nya väggkonstruktionen, tanken är att sätta regler 50x50 mm på stående som man därefter sprutar cellulosaisolering i, därefter sätts tjärpapper för att få byggnaden lufttät och förhindra kalldrag. Som jag skrev i kapitel 3.4 (s. 6) lämpar sig träbaserade material bäst i samband med renovering av timmerbyggnader. Teorin rekommenderar också max en 50 millimeters tilläggsisolering för att inte göra att stocken hamnar i en alltför kall miljö för lång tid under vinterhalvåret, eftersom det kan orsaka skada för stocken. Tilläggsisolering läggs till för att få en mera energieffektiv byggnad, men också för att få någonting att dra ny teknik i, samt för att få bortgömt eventuella ojämnheter och snedheter i väggarna.



*Bild 10. Från vinden där det visas att mellanväggarna sträcker sig lika högt som ytterväggarna och förstyrkar byggnaden på det sättet.*

I kapitel 5.2 (s. 14) skrev jag att förruttnelseprocessen för det nedersta stockvarvet kan gå långsamt till en början, men att den ökar i takt med att byggnaden blir äldre på grund av att sprickor öppnas i träet och vatten slipper längre in. Därför kommer jag att lägga som förslag att åtminstone det nedersta stockvarvet bör bytas på grund av byggnadens höga

ålder, och med tanke på att stockvarvet troligtvis redan har blivit bytt på ena gaveln, kan det vara lönt att byta runt hela byggnaden. Byggnaden saknar också en sockellist som bör finnas där för att leda bort vattnet när det rinner längsmed väggen. Sockellisten som framgår i bilaga 4 kan monteras i samband med att man byter det nedersta stockvarvet. Mellanväggarna som finns i byggnaden är intappade i den yttre timmerväggen och i samband med en renovering av den här byggnaden bör mellanväggarna bevaras som de är eftersom att de förstyrkar byggnaden, som jag skrev i kapitel 3.2 (s. 3). I bild 10 som är tagen på vinden som den ser ut idag, kan man konstatera att mellanväggarna sträcker sig ända upp till den kant där ytterväggen slutar och takkonstruktionen tar vid, man kan alltså konstatera att mellanväggarna har en förstyvande inverkan på de relativt höga timmerväggarna.

## 8.4 Övre bjälklag

Övre bjälklagets nuvarande konstruktion framkommer ur bilaga 3. Byggnaden är i dagsläget försedd med ett falsat plåttak som i alla fall visuellt ser bra ut och något nuvarande läckage på insidan har inte kunnat upptäckas. Vindsbjälklaget har rätt hög takhöjd vilket gör det fullt möjligt att göra om vinden till bostäder. Eftersom vindsutrymmet till största delen har varit kalla utrymmen finns ingen isolering alls i det övre bjälklaget. Som jag skrev i kapitel 3.4 (s. 6) bör U-värdet för övre bjälklag vara  $0.09 \text{ W/m}^2$  för att uppfylla dagens energikrav. Jag kommer med två förslag hur man kan konstruera det övre bjälklaget för att det skall uppfylla normerna. Men med tanke på att detta är ett saneringsprojekt blir det svårt att på alla ställen uppfylla de energikrav som ställs idag. Därför blir det reducerad värmeisolering på den sneda delen av takkonstruktionerna på grund av att taket kommer för lågt ner annars. I alternativ 1 i bilaga 6 är tanken att man bygger in takkonstruktionerna helt och hållet. Den lösningen är bra med tanke på om man vill att inga konstruktionsdelar lämnas synliga. Om det är möjligt byggs den sneda delen på det sätt att det är möjligt att spruta cellulosaisolering dit, men om det inte är möjligt sätts isoleringsskivor i stället, materialen framkommer i skärningen (bilaga 6). I det andra alternativet i bilaga 6 är tanken den att man fortsätter med isoleringen längs med takstolarnas övre bom ända ut tills väggkonstruktionen tar vid. Med denna lösning lämnas konstruktionsdelarna synliga. Eftersom det finns en del fönster på övre våningen kan man tänka sig att kombinera dessa två alternativ. Att man använder sig huvudsakligen av alternativ 1, men att man tillämpar alternativ 2 på de ställen där det finns fönster. Materialen som används i konstruktionslösningarna är enbart träbaserade material.

En teoretisk kontroll av bärförmågan för övre bjälklaget gjordes, som jag skrev om i kapitel 5.4 (s. 16), och det visade sig att ingen förstärkning av takstolarna krävs. Beräkningarna finns bifogade (se bilaga 7), i beräkningarna använde jag mig av virkesklass C24, men i verkligheten tror jag att virkeskvaliteten är högre. Jag gjorde en ramanalys i Robot där jag fick fram de största krafterna som påverkade ramen och dimensionerade enligt de värdena. I övrigt kan om takkonstruktionen nämnas att nya hängrännor bör monteras kring hela byggnaden.

## 9. Kritisk granskning och diskussion

Målet med mitt examensarbete var att undersöka vad som konstruktionsmässigt krävdes för att göra om fastigheten på Bankgatan 2 till bostäder. Problemet med hur och om man behöver åtgärda grunden var kanske det som främst var aktuellt i början. Men desto längre jag tyckte att jag själv gjorde framsteg med grunden ansåg jag det nödvändigt att ta med de övriga stomdelarna också för att försöka få en bra helhet på examensarbetet. Syftet var att komma med förslag på lösningar, för de olika stomdelarna, hur man kan gå till väga för att byggnaden ska kunna användas som bostäder med relativt hög boendekvalitet.

I teoridelen ville jag få fram sådana saker som är viktiga att tänka på i samband med saneringar av äldre träbyggnationer. Jag ville få fram att byggnader med hög ålder har väldigt mycket historia med sig i bagaget, dels byggtekniskt och utseendemässigt, som är värd att ha åtanke i samband med ombyggnationer. Att alltid försöka bevara byggnadens ursprungliga utseende så långt som det är möjligt. I samband med detta tog jag också upp vikten av att använda sig av lämpliga material som passar ihop med trä och byggnaden i övrigt. Med hjälp av teorin har jag också försökt hitta en metod för att kartlägga skicket för den här typen av byggnader. Bland annat har jag försökt kartlägga typiska skador och orsaker som kan uppstå på byggnader. Eftersom att jag går djupare in i grundproblemen, har jag försökt genom museiverkets anvisningar få fram typiska skador och orsaker på just grunder samt också hur man kan åtgärda dem.

I tillämpningen av den teori som jag hade tagit fram berättade jag om vilka metoder som blev använda samt resultatet från dem. Jag försökte få fram ganska mycket om just byggnadens historia, för jag anser det vara viktigt att ha i åtanke i samband med en ombyggnad. I resultatdelen tar jag upp hur konstruktionen ser ut idag samt kommenterar resultaten från undersökningen och presenterar lösningsförslagen. Jag hade egentligen tänkt mig från första början att jag skulle komma med fler lösningsförslag än vad det sist

och slutligen blev. Jag ansåg en bit in i arbetet att med många förslag blir det endast kombinationer av flera förslag som ger samma slutresultat. Därför blev det, exempelvis för grunden, två olika förslag som jag anser vara mest realistiskt tillämpbara för den här byggnaden, och som har olika egenskaper funktionsmässigt och utförandemässigt. Jag har endast utformat detaljer för hur man ska lösa grunden, och infästningen mellan grund och yttervägg. Medan man kanske skulle ha kunnat tänka sig att jag skulle ha tagit med mera detaljutformningar för mellanbjälklag och övre bjälklag och hur infästningarna för de kan börja se ut. Största orsaken till att jag inte gjorde det var att jag anser att speciellt mellanbjälklagets konstruktion borde ha utretts ännu mera än vad jag har gjort. Jag skrev att ett nytt mellanbjälklag skulle anpassas till det befintliga men för att i detalj kunna utreda den saken borde jag ha rivit upp det befintliga golvbjälklaget och sett hur det är konstruerat. Eftersom jag konstaterade att takkonstruktionerna troligtvis sitter ihop med det befintliga mellanbjälklaget anser jag att slutresultatet blir bättre om man anpassar en lösning efter att man har rivit upp mellanbjälklaget som finns där idag.

Jag gjorde en markundersökning på platsen och konstaterade att avståndet ner till fast mark låg kring cirka två meter. Men för att verkligen säkerställa sig om vad som egentligen finns två meter ner anser jag att det är skäl att ytterligare göra en noggrannare markundersökning, helst då med hjälp av att gräva en provgrop för att säkerställa att det verkligen är fast mark som kommer emot. Jag gjorde också ett misstag när jag utförde markundersökningen och det är att jag inte jämförde höjden mellan provtagningarna med varandra. Eftersom provtagningarna utfördes på olika ställen på tomten skulle det ha varit skäl att avväga höjden mellan provtagningarna, för att få de rätta avstånden ner till fast mark. Jag skulle ytterligare också vilja kontrollera det nedersta stockvarvet noggrannare, men eftersom att man inte får riva byggnaden utifrån kunde jag inte kontrollera det annat än från insidan. Eftersom att jag hittade stöd i teorin att stockvarvet bör bytas på grund av byggnadens höga ålder anser jag det vara ett tillräckligt bra skäl för att kunna rekommendera ett byte av det nedersta stockvarvet.

Nyttan som beställaren kan ha av detta examensarbete är att beställaren har en grundidé som de kan presentera vid försök att hitta investerare till projektet. Beställaren har fått en övergripande bild av skicket för byggnaden i dagsläget och fått vetskap i vad som behöver åtgärdas, och hur man kan gå tillväga för att lyckas åtgärda de problem som finns i byggnaden. Beställaren har enligt mig fått vetskap om vad som behöver göras för att det skall kunna vara möjligt att göra om fastigheten till bostäder som skall kunna vara möjliga att sälja vidare. Detta gör det lättare för exempelvis investerarna att redan från början se att

vad behöver åtgärdas i byggnaden och redan utgående från det få aningar om hur mycket pengar som det behövs investeras i projektet.

I examensarbetet anser jag att jag har fått använda mig av en hel del av vad jag har lärt mig i skolan. Byggtekniskt har jag fått behandla olika fuktproblem som finns i byggnader, samt också en del konstruktionsberäkningar inom trämaterial. Energitänkande har jag försökt ta med genom att använda mig av den nuvarande norm som gäller inom energiprestanda och tillämpa den på de delar där det är möjligt. Inom grundbyggande har jag fått tillämpa det som jag har lärt mig om markundersökningar och också praktiskt fått utföra en trycksondering. Vid val av lösningar har jag till stor del använt mig av museiverkets anvisningar, men jag har också försökt tänka själv och diskutera med handledare om alternativa lösningar som kan vara tillämpbara. Jag har också fått fram typiska problem som kan uppstå i byggnader samt orsakerna till dessa och detta kan vara till nytta längre fram i arbetslivet när man har att göra med olika saneringsprojekt.

Genom detta examensarbete har jag fått en inblick i hur det är att utföra planering för ett projekt. Att försöka göra om någonting gammalt befintligt till något som kan användas i dagens moderna samhälle. Jag har fått vetskap om hur viktigt det är att utreda och ta reda på information om projektet i fråga, för att kunna utföra bra planering. Hur viktigt det är att göra all bakgrundsforskning och ta reda på hur byggnaden är konstruerad för att kunna utveckla hållbara och fungerande lösningar. Jag har också faktiskt lärt mig att uppskatta gamla byggnader på ett sätt som jag inte hade förrän jag påbörjade detta projekt. Jag har fått den insikten att vill man bevara en byggnad bör man sätta den i användning annars förfaller den.

## Källförteckning

Bjerking S-E. (1989). *Grunder, skador på hus – vad gör man?*. Stockholm: Norstedts tryckeri.

Fakta om fukt (u.å)

<http://www-v2.sp.se/energy/ffi/fukt.asp> (Hämtat 17.2.2011)

Finlands byggbestämmelse samling (2008) *C3 byggnaders värmeisolering*.

<http://www.miljo.fi/default.asp?contentid=322120&lan=sv#a2> (Hämtat: 15.1.2011)

Hekkanen M. (1998) *Pientalon kuntoarvio*. Tampere: Ympäristöministeriö.

Hero P. (toim.) (1988) *RIL 174-4, korjausrakentaminen 4, runkorakenteet*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

Lehtonen J. (toim.) (2006). *Perustusten vahvistaminen, näkymätöntä korjaustyötä*. Turun ammattikorkeakoulu.

Marksondering (u.å)

<http://www.hamrinbyggteknik.nu/utdraga2.htm> (hämtat: 10.1.2011)

Museoviraston korjauskortti. (2000) *Lämmön eristyksen parantaminen*. (korjauskortti nro. 2) Helsinki: Museovirasto.

Museoviraston korjauskortti. (2000) *Hirsitalon rungon korjaus*. (korjauskortti nro. 16) Helsinki: Museovirasto.

Museoviraston korjauskortti. (2003) *Pientalon perustusten korjaus*. (korjauskortti nro. 24) Helsinki: Museovirasto.

Mäkelä H. (toim.) (1991) *RIL 174-5 korjausrakentaminen 5, perustukset – pohjarakenteet*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

Mäkipuro R. (toim.) (1987) *RIL 162-1, puurakenteet 1*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

Niskala E. (1993) *Puutalon korjaus* Helsinki: Rakennustieto Oy.

Nykarleby kraftverk (u.å)

<http://www.nykarlebyvyer.nu/sidor/texter/prosa/birck/iii/elvnyled.htm> (Hämtat 24.3.2011)

Olenius, Koskenvesa & Penttilä. (2006) *Puutalon remontti* Helsinki: Rakennustieto Oy.

Riksantikvarieämbetet. (1992) *Liggatimmerhus – tillsyn och reparation*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Viktsonderings utrustning bruksanvisning. (u.å) *Motorsond power unit* (läst: 23.10.2010)

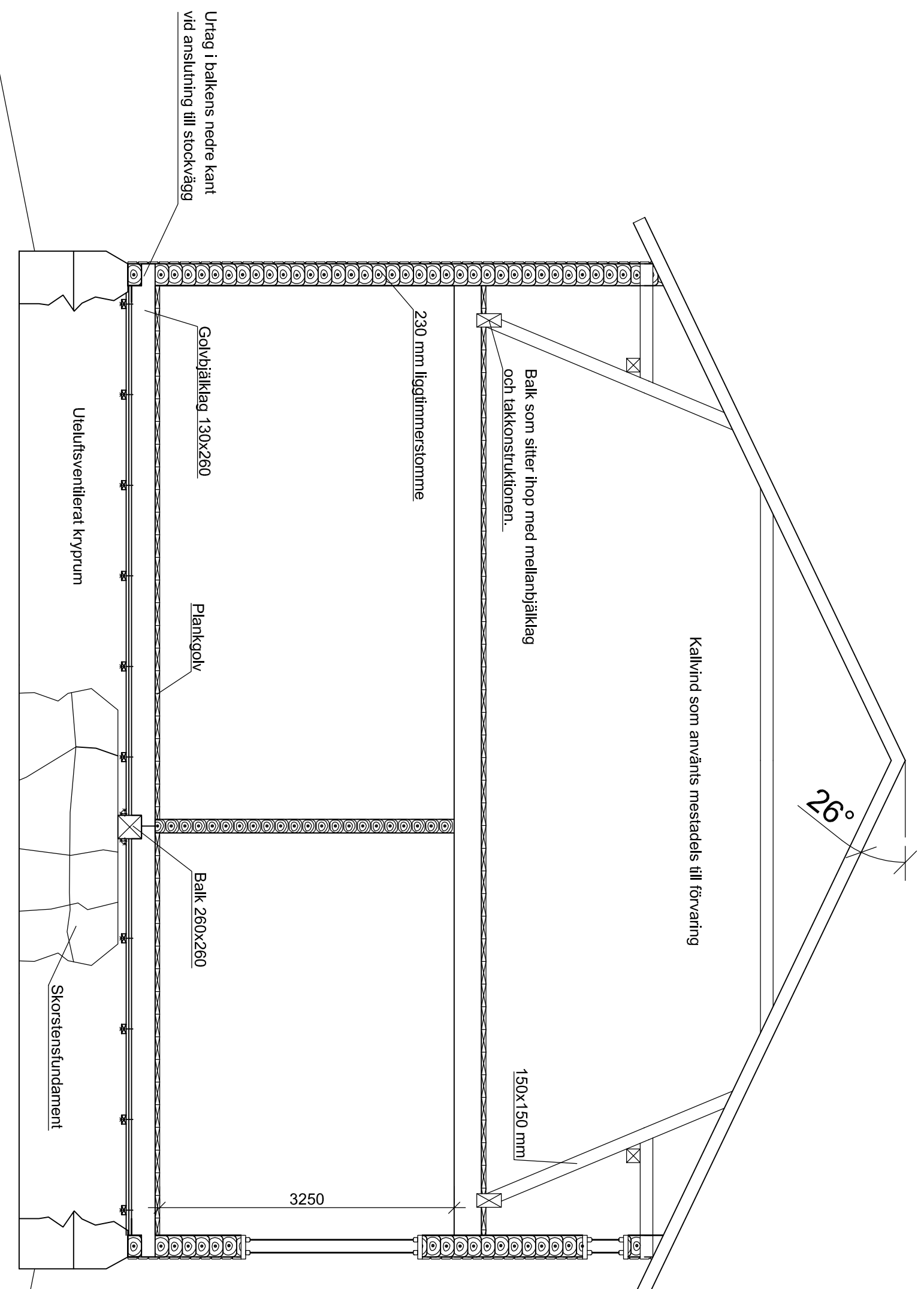
Vuolle-Apiala R. (1996) *Hirsitalo* Helsinki: Rakennusalan Kustantajat.





# Bilaga 3.

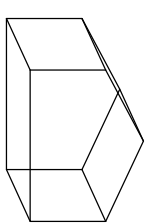
Befintlig konstruktion



Stadsdel <b>Nykarleby</b>	Kvarter <b>16</b>	Tomtn. <b>43</b>	Myndighets ant.
------------------------------	----------------------	---------------------	-----------------

Atgård <b>Ombyggnad</b>	Ritningsstyp <b>Huvudritning</b>	Skala
----------------------------	-------------------------------------	-------

Byggnadsobjekt <b>Bankgatan 2</b>	Ritningens innehåll <b>Bilaga 3 Skärning A-A</b>	1:50
--------------------------------------	---	------

	Yrkeshögskolan Novia Byggnadsteknik Tobias Widdas E-mail: tobias.widdas@novia.fi	Planer.omr.	Arbetsnr.	Ritningsnr.
	Datum <b>5.4.2011</b>			Kontaktperson <b>Tobias Widdas</b>

# Bilaga 4

Projekt

Bankgatan 2

Datering

5.4.2011

Innehåll

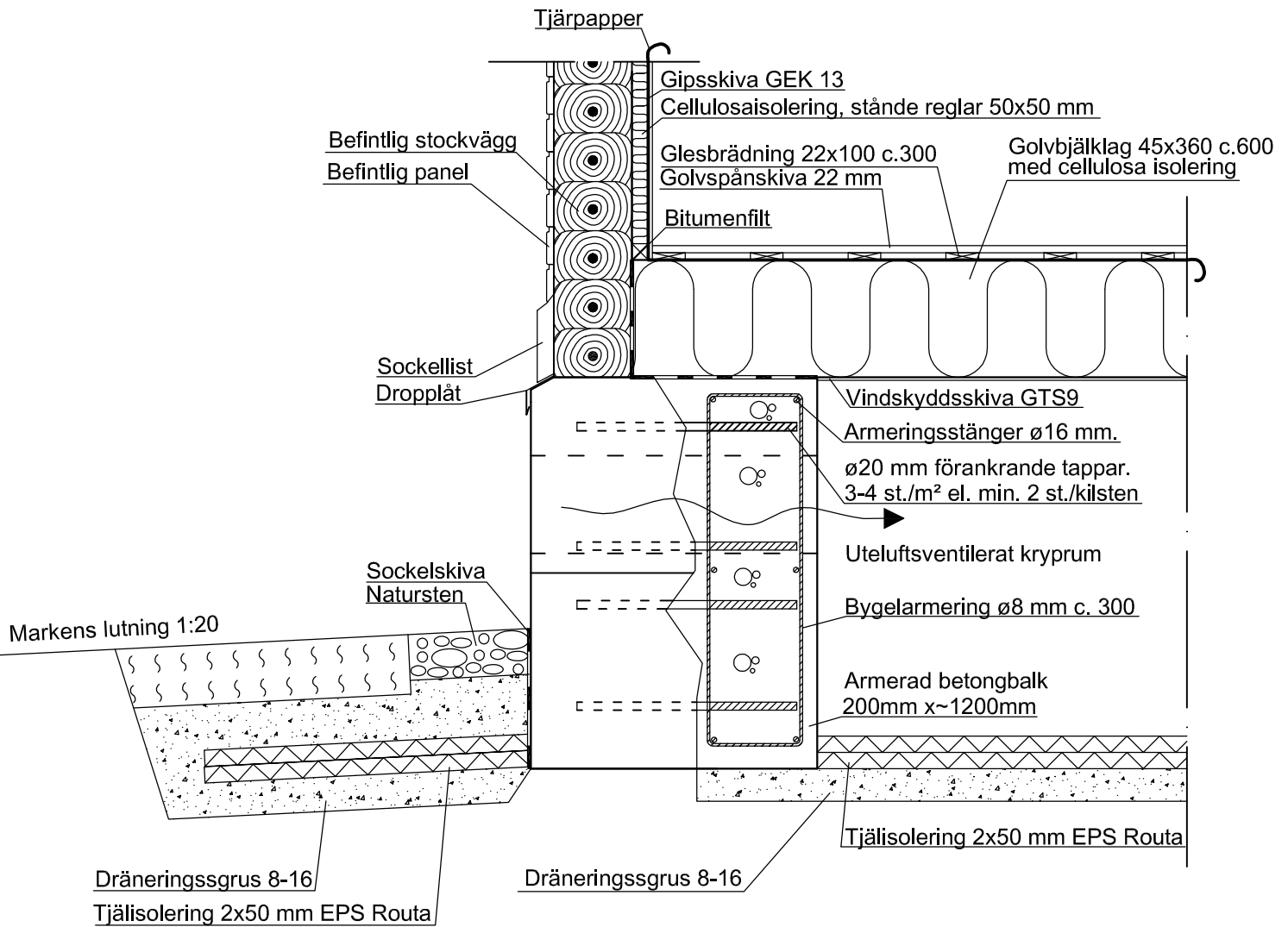
Detalj 1

Ritare

Tobias Widdas

Skala

1:20



# Bilaga 5

Projekt

Bankgatan 2

Datering

5.4.2011

Innehåll

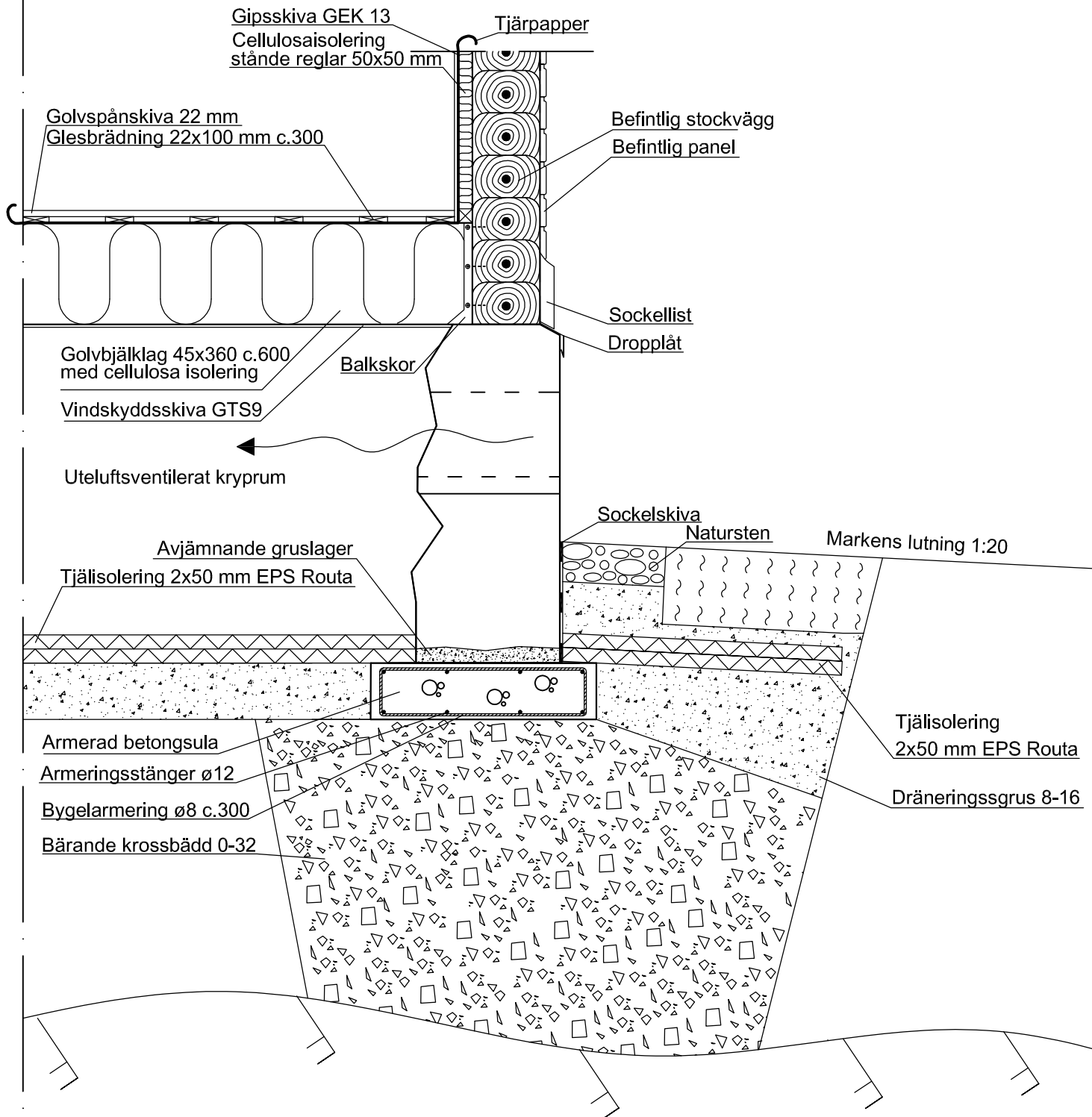
Detalj 2

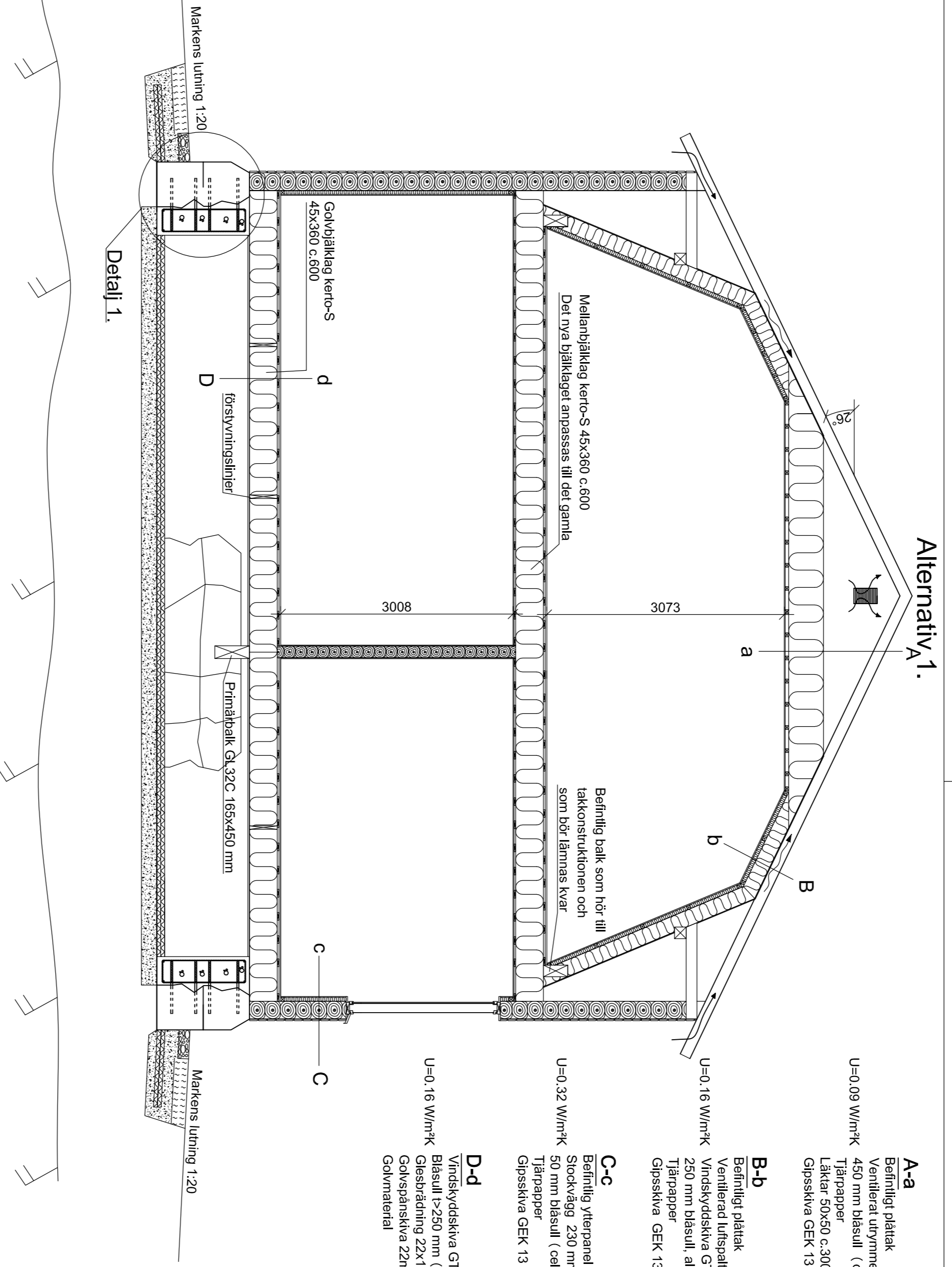
Kontaktperson

Tobias Widdas

Skala

1:20





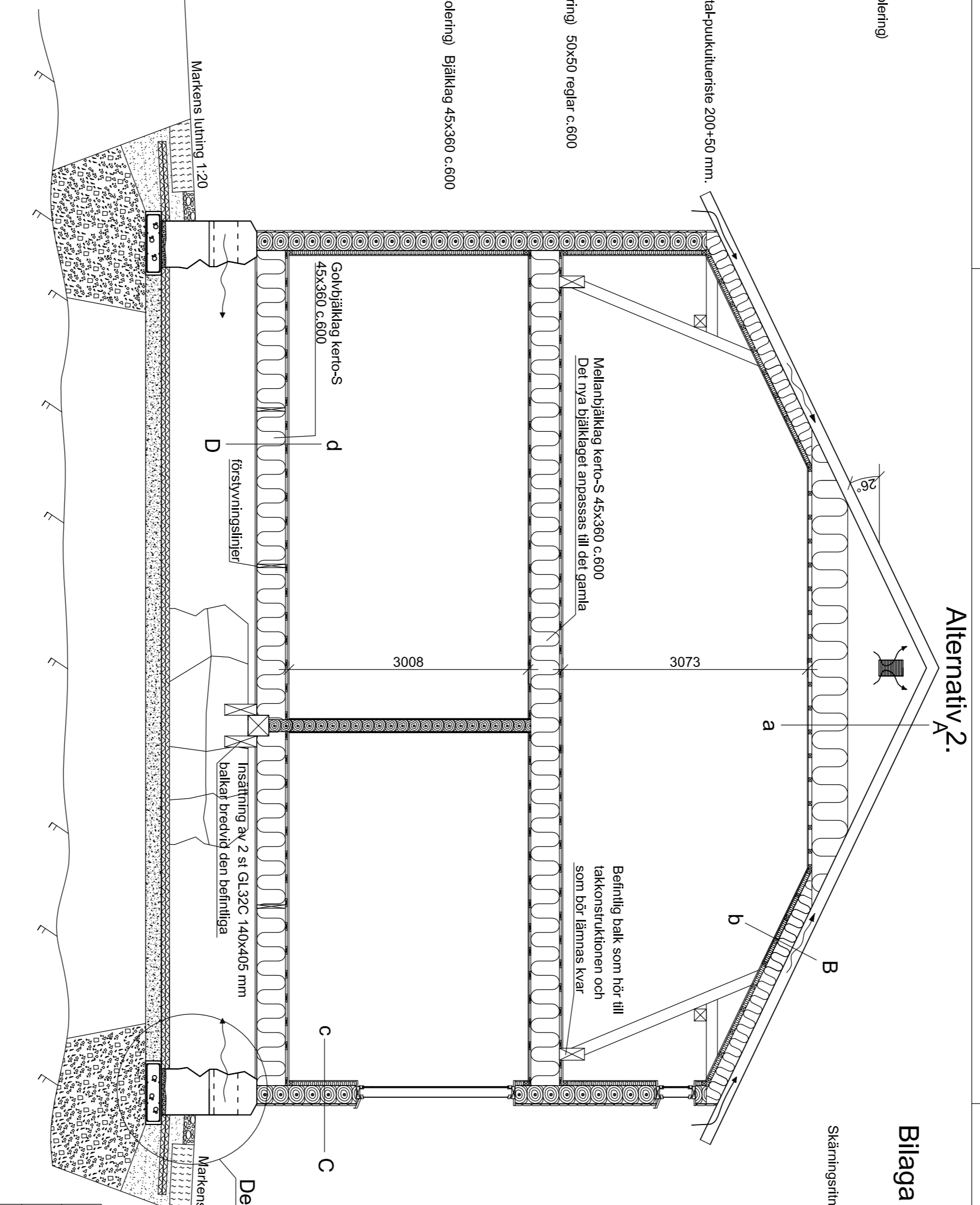
Alternativ 1.1

**A-a**  
Befinnlig plåttak  
Ventilerat utrymme  
450 mm blåsull (cellulosaledning)  
Tjättrappor  
Låskan 300 c.300  
Gipskiva GEK 13

**B-b**  
Befinnlig plåttak  
Ventilerat utrymme  
Vindskyddskiva GTS 9  
250 mm blåsull, alternativt Vilt-pukkulterfäste 200x50 mm.  
Tjättrappor  
Gipskiva GEK 13

**C-c**  
Befinnlig ytterpanel  
Stockvägg 230 mm  
50 mm blåsull (cellulosaledning) 50x50 reglar c.600  
Tjättrappor  
Gipskiva GEK 13

**D-d**  
Vindskyddskiva GTS 9  
Blåsull 1x250 mm (cellulosaledning) Bjälklag 45x360 c.600  
Golvspånskiva 22mm  
Golvmaterial



Alternativ 2.2

Bilaga 6.

Skärningsritning över befinningsfördagen

Stadsdel	Kvarter	Tomt	Myndighets anm.
Nykarleby	16	43	
Ägare	Ombyggnad		
Ejendomsobjekt	Huvudritning		
Bankgatan 2	Bilaga 6		
	Alt.1. Skärning A-A		
	Alt.2. Skärning A-A		
	Planer omr.	Arkitekt	Rättigheter
	Yrkestitulskolan Novia Byggnads teknik Tobias Widdas E-mail: tobias.widdas@novia.fi		Kontaktperson Tobias Widdas
	Datum	Skala	
	3.4.2011	1:50	

## Bilaga 7. Beräkningar

### Kontroll av takstolar

[EN 1995-1-1]

tvärsnitt som kontrolleras:

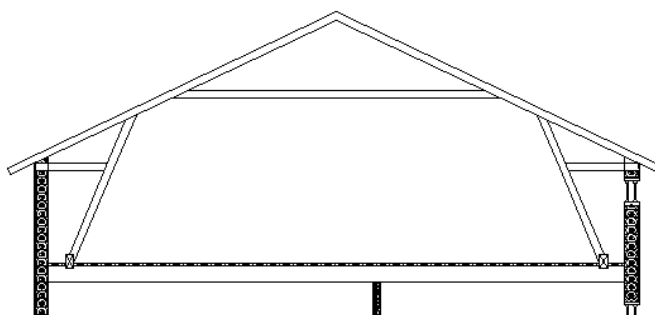
bxh=150x150

virke: C24 (antar virkeskvalitet)

$$b_0 := 150 \cdot \text{mm}$$

$$h_0 := 150 \cdot \text{mm}$$

$$A_0 := b_0 \cdot h_0 = 2.25 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$



### Hållfastheter:

Klimatklass 1 och medellång varaktighet: [2.3.1.2] & [2.3.1.3]

$$k_{\text{mod}} := 0.8 \quad [\text{tab.3.1}] \quad \gamma_M := 1.4 \quad [\text{tab 2.3}]$$

$$f_{\text{md}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{24 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 13.714 \cdot \text{MPa} \quad (2.14)$$

$$f_{\text{c.90.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{2.5 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 1.429 \cdot \text{MPa} \quad \text{Hållfasthetsvärden enligt: [EN 14081-1]}$$

$$f_{\text{c.0.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{21 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 12 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{\text{t.0.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{14 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 8 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{\text{v.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{2.5 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 1.429 \cdot \text{MPa}$$

$$I_0 := \frac{b_0 \cdot h_0^3}{12} = 4.219 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{trä}} := 11000 \cdot \text{MPa} \quad (\text{elasticitetsmodulen för massivt trä})$$

### Kontroll av momentkapacitet för tvärsnittet: [6.1.6]

$$M_{\text{max}} := 5.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad (\text{max moment plockas ur ROBOT})$$

$$\sigma_{\text{md}} := \frac{M_{\text{max}}}{\left( \frac{b_0 \cdot h_0^2}{6} \right)} = 9.067 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{mk}} := \frac{\sigma_{\text{md}}}{f_{\text{md}}} = 0.661$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{mk}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"

"Fel" otherwise

**Kontroll av skjuvkapacitet för tvärsnittet [6.1.7]**

$$V_{Ed} := 15.5 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_d := \frac{1.5 \cdot V_{Ed}}{b_0 \cdot h_0} = 1.033 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{SK} := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.723$$

"OK balken håller" if  $\eta_{SK} \leq 1.0$  = "OK balken håller"

"Fel" otherwise

**Kontroll av tryckt stav med största normalkraft (övre stängen) [6.3.2]**

$$N_{Ed,c} := 28 \cdot \text{kN} \quad (\text{ur ROBOT modell})$$

$$\sigma_{cd} := \frac{N_{Ed,c}}{b_0 \cdot h_0} = 1.244 \cdot \text{MPa}$$

$$L_0 := 3300 \cdot \text{mm}$$

$$L_{cr} := 1.0 \cdot L_0 = 3.3 \text{ m}$$

$$i := \frac{h_0}{\sqrt{12}} = 0.043 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{i} = 76.21$$

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = 1.342 \quad (6.21)$$

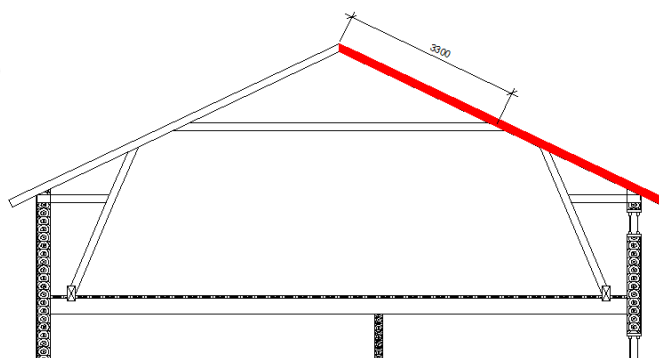
$$\beta_c := 0.2 \quad (6.29)$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[ 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 1.505 \quad (6.27)$$

$$k_c := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.457 \quad (6.25)$$

**Krav:** "OK! tvärsnittet håller" if  $\sigma_{cd} \leq k_c \cdot f_{c,0,d}$  = "OK! tvärsnittet håller"  
"Fel" otherwise

$$\eta_{Nc} := \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = 0.227$$



$$f_{c,0,k} := 32 \cdot \text{MPa}$$

$$E_{0.05} := E_{\text{trä}} \cdot 0.95 = 1.045 \times 10^4 \cdot \text{MPa}$$

### Kontroll av tryckt stav med största knäcklängd

$$N_{Ed,c.2} := 11 \cdot \text{kN} \quad (\text{ur ROBOT modell})$$

$$\sigma_{cd,2} := \frac{N_{Ed,c.2}}{b_0 \cdot h_0} = 0.489 \cdot \text{MPa}$$

$$L_2 := 6000 \cdot \text{mm}$$

$$L_{cr2} := 1.0 \cdot L_2 = 6 \text{ m}$$

$$i_2 := \frac{h_0}{\sqrt{12}} = 0.043 \text{ m}$$

$$\lambda_2 := \frac{L_{cr2}}{i} = 138.564$$

$$\lambda_{rel2} := \frac{\lambda_2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = 2.441 \quad (6.21)$$

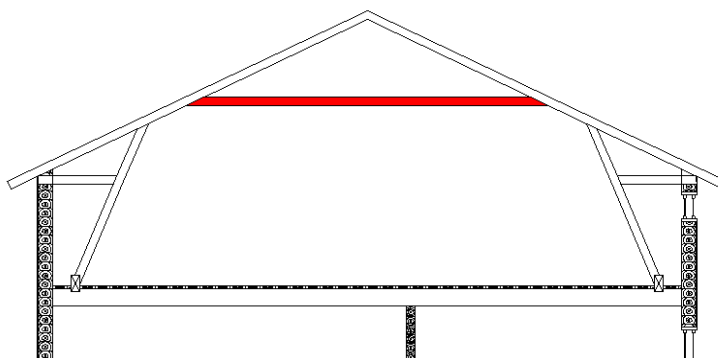
$$\beta_c = 0.2 \quad (6.29)$$

$$k_{y2} := 0.5 \cdot \left[ 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel2} - 0.3) + \lambda_{rel2}^2 \right] = 3.693 \quad (6.27)$$

$$k_{c,2} := \frac{1}{k_{y2} + \sqrt{k_{y2}^2 - \lambda_{rel2}^2}} = 0.155 \quad (6.25)$$

$$\text{Krav:} \quad \begin{cases} \text{"OK! tvärsnittet håller"} & \text{if } \sigma_{cd,2} \leq k_{c,2} \cdot f_{c,0,d} \\ \text{"Fel"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"OK! tvärsnittet håller"}$$

$$\eta_{Nc2} := \frac{\sigma_{cd,2}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = 0.263$$



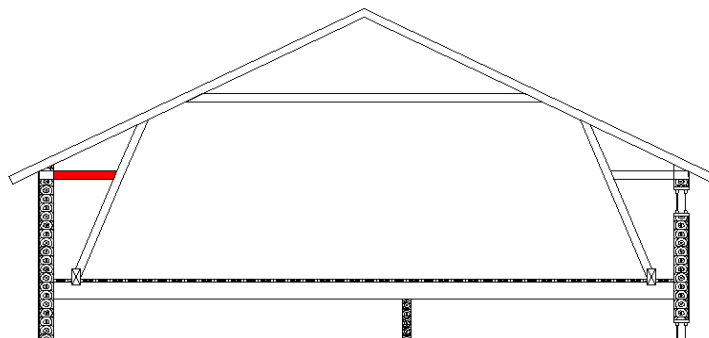
### Kontroll av dragkapacitet för tvärsnittet: [6.1.2]

$$N_{Ed,t} := 4 \cdot \text{kN} \quad (\text{ur ROBOT modell})$$

$$\sigma_{td} := \frac{N_{Ed,t}}{A_0} = 0.178 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Krav:} \quad \begin{cases} \text{"OK! tvärsnittet håller"} & \text{if } \sigma_{td} \leq f_{t,0,d} \\ \text{"Fel"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\eta_{Nt} := \frac{\sigma_{td}}{f_{t,0,d}} = 0.022$$



### Kapacitetskontroll vid samverkande Moment och normalkraft för stav med största tryckkraft: [6.3.2] & [6.3.3]

För att tvärsnittet ska klara påfrestningarna bör det uppfylla kravet i formel (6.35) & (6.23)

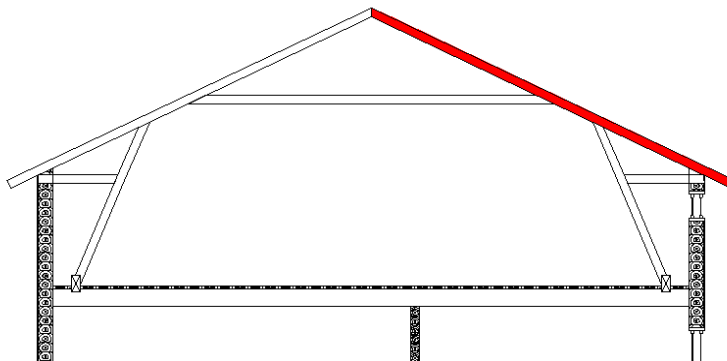
Vipplingsfaktorn  $k_{crit}$  bestäms:

Enligt **fig. 5.5** enligt A.A:s sammanställda EC5 fås:

$a := 0.5 \cdot m$  (avstånd mellan vipplingsförhindrande stag vid tryck kant)

$$l_{ef} := a + 2 \cdot h_0 = 0.8 \text{ m}$$

$$\frac{l_{ef}}{b_0} = 5.333 \quad k_{crit} := 1.0$$



$$\eta_{M\_C.1} := \frac{\sigma_{md}}{k_{crit} \cdot f_{md}} + \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{c.0.d}} = 0.888 \quad (6.35)$$

**Krav:**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{"OK! tvärsnittet håller"} \quad \text{if } \eta_{M\_C.1} \leq 1.0 \quad = \text{"OK! tvärsnittet håller"} \\ \text{"Fel"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right.$

$$\eta_{M\_C.2} := \frac{\sigma_{md}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{c.0.d}} = 0.888 \quad (6.23)$$

**Krav:**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{"OK! tvärsnittet håller"} \quad \text{if } \eta_{M\_C.2} \leq 1.0 \quad = \text{"OK! tvärsnittet håller"} \\ \text{"Fel"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right.$

**Resultat:**

$$\eta_{tv} := \max(\eta_{mk}, \eta_{Nc}, \eta_{Nt}, \eta_{M\_C.1}, \eta_{M\_C.2}, \eta_{SK}) = 0.888$$

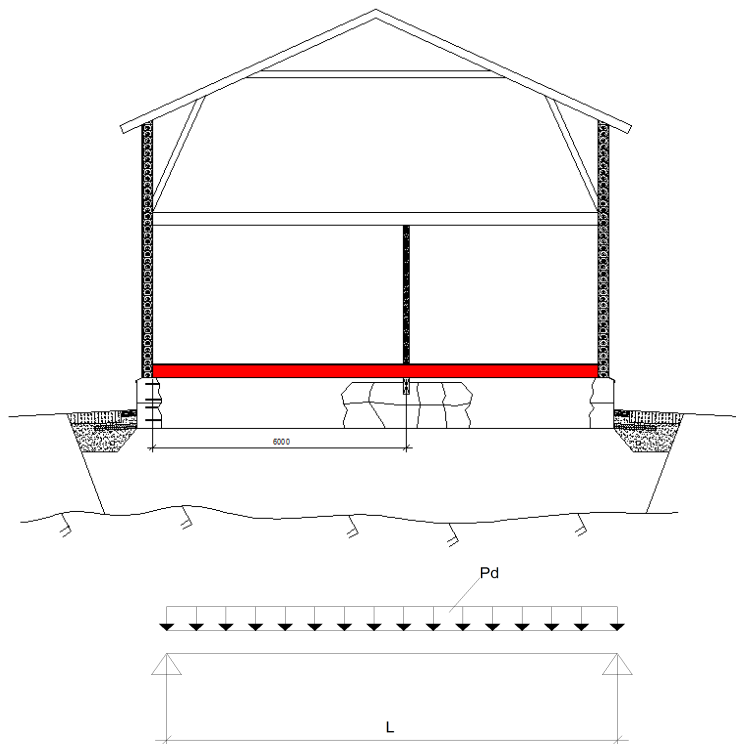
Efter att ha ökat på lasterna som belastar takstolarna blev utnyttjandegraden för tvärsnittet **88%**

Jag har i beräkningarna använt mig av virkeskvalitet C24 men i verkligheten tror jag att virkeskvaliteten är bättre.



## Dimensionering av golvbjälklag

[EN 1995-1-1]



### Laster:

$$G_{\text{trä}} := 4.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_1 := 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad [\text{enligt EN 1991-1-1 tab.6.2}]$$

$$G_{\text{övr.}} := 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L_1 := 6000 \cdot \text{mm}$$

$$C_1 := 600 \cdot \text{mm} \quad (\text{centrum avstånd på balkarna})$$

### Balk

Kerto-S:

$$b_1 := 45 \cdot \text{mm}$$

$$h_1 := 360 \cdot \text{mm}$$

### Hållfastheter:

Klimatklass 1 och medellång varaktighet: [2.3.1.2] & [2.3.1.3]

$$k_{\text{mod}} := 0.8 \quad [\text{tab.3.1}] \quad \gamma_M := 1.2 \quad [\text{tab 2.3}]$$

$$f_{\text{md}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{44 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 29.333 \cdot \text{MPa} \quad (2.14) \quad \text{Hållfasthetsvärden enligt: [EN 14374]}$$

$$f_{\text{c.90.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{6 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 4 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{4.1 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 2.733 \cdot \text{MPa}$$

$$E_M := 13800 \cdot \text{MPa}$$

$$I_b := \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} = 1.75 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

### **Kontroll av momentkapacitet [6.1.6]**

$$G_{\text{Balk}} := G_{\text{trä}} \cdot (b_1 \cdot h_1) = 0.078 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_d := 1.15 \cdot [G_{\text{Balk}} + (G_{\text{övr.}} \cdot C_1)] + 1.5 \cdot (Q_1 \cdot C_1) = 2.441 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{max}} := \frac{P_d \cdot L_1^2}{8} = 10.986 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{\text{MD}} := \frac{M_{\text{max}}}{\left( \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} \right)} = 11.303 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{MK}} := \frac{\sigma_{\text{MD}}}{f_{\text{md}}} = 0.385$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{MK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av skjuvkapacitet [6.1.7]**

$$R_A := P_d \cdot \frac{L_1}{2} = 7.324 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{Ed}} := R_A$$

$$\tau_d := \frac{1.5 \cdot V_{\text{Ed}}}{b_1 \cdot h_1} = 0.678 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{SK}} := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.248$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{SK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av upplagstryck [6.1.5]**

faktorn  $k_{c90}$  söks: använder A.A:s sammanställda EC5

$$H_1 := \min(h_1, 2.5 \cdot b_1) = 0.113 \text{ m}$$

Läser ur **fig. 5.3**:

$$k_{c,90} := 3.2 \quad L_{\text{yta}} := 50 \cdot \text{mm}$$

Krav:

"OK tillräcklig upplagsyta" if  $\frac{R_A}{b_1 \cdot L_{yta}} \leq k_c \cdot 90 \cdot f_{c,90,d} = \text{"OK tillräcklig upplagsyta"}$

"Fel" otherwise

$$\frac{R_A}{b_1 \cdot L_{yta}} = 3.255 \cdot \text{MPa} \quad k_c \cdot 90 \cdot f_{c,90,d} = 12.8 \cdot \text{MPa}$$

Upplagsytans längd 50 mm räcker säkert till

### **Kontroll av nedböjning [2.2.3] och byggnadskalendern**

$$Q_g := G_{\text{Balk}} + (G_{\text{övr.}} \cdot C_1) = 0.558 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{karakteristiska laster används})$$

$$W_{g,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_g \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 3.898 \cdot \text{mm}$$

$$Q_q := Q_1 \cdot C_1 = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$W_{q,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_q \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 8.387 \cdot \text{mm}$$

Slutlig nedböjning fås:

$$k_{\text{Def}} := 0.6$$

$$W_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{Def}}) \cdot W_{g,\text{inst}} + (1 + 0.3 \cdot k_{\text{Def}}) \cdot W_{q,\text{inst}} = 0.016 \text{ m}$$

"OK balken klarar kraven" if  $W_{\text{fin}} \leq \frac{L_1}{300} = \text{"OK balken klarar kraven"}$

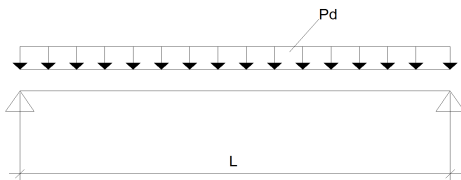
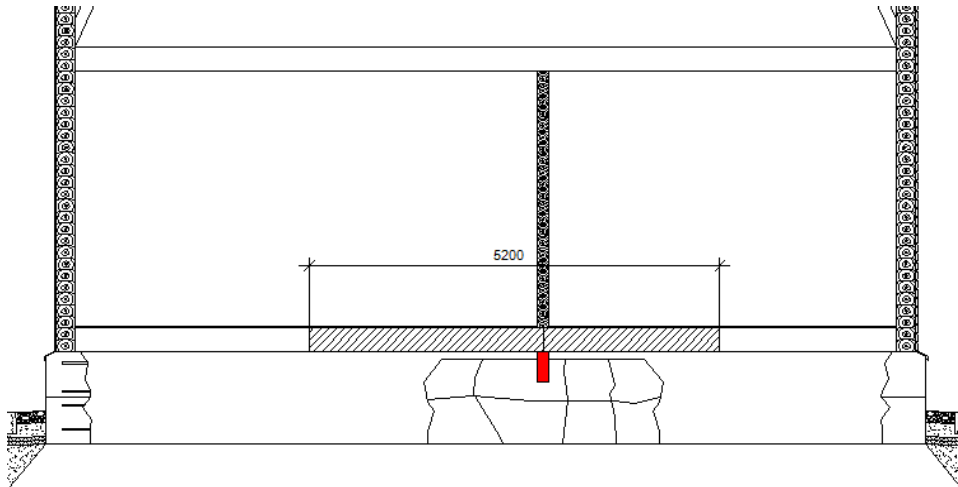
"Fel" otherwise

$$\frac{L_1}{300} = 0.02 \text{ m}$$

Resultat: Med Kerto-S balkar 45x360 c.600 klarar mellanbjälklaget av nedböjningskraven. En vibrationskontroll gjordes med Puuinfos Excelprogram och resultatet var att för att uppfylla vibrationskraven krävs centrumavståndet 400 mm med kerto balkarna 45x360. I vibrationskontrollen användes 2 förstärkningslinjer på bjälklaget.

## Dimensionering av primärbalk i golvbjälklag

[EN 1995-1-1]



### Laster:

$$G_{\text{trä}} := 4.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_1 := 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad [\text{enligt EN 1991-1-1 tab.6.2}]$$

$$G_{\text{övr.}} := 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad B_{\text{yta}} := 5.2 \cdot \text{m} \quad (\text{bredd som balken tar upp ytlast från})$$

$$L_1 := 6000 \cdot \text{mm}$$

### Balk

Limträ GL32C:

$$b_1 := 165 \cdot \text{mm}$$

$$h_1 := 450 \cdot \text{mm}$$

### Hållfastheter:

Klimatklass 1 och medellång varaktighet: [2.3.1.2] & [2.3.1.3]

$$k_{\text{mod}} := 0.8 \quad [\text{tab.3.1}] \quad \gamma_M := 1.2 \quad [\text{tab 2.3}]$$

$$f_{\text{md}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{32 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 21.333 \cdot \text{MPa} \quad (2.14) \quad \text{Hållfasthetsvärden enligt: [EN 14374]}$$

$$f_{\text{c.90.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{3 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 2 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{\text{v.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{3.2 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 2.133 \cdot \text{MPa}$$

$$E_M := 13700 \cdot \text{MPa}$$

$$I_b := \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} = 1.253 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$$

### **Kontroll av momentkapacitet [6.1.6]**

$$G_{\text{Balk.övr.}} := G_{\text{trä}} \cdot (b_1 \cdot h_1) + (G_{\text{övr.}} \cdot B_{\text{yta}}) = 4.516 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{ytlast}} := B_{\text{yta}} \cdot Q_1 = 10.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_d := 1.15 \cdot (G_{\text{Balk.övr.}}) + 1.5 \cdot Q_{\text{ytlast}} = 20.794 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{max}} := \frac{P_d \cdot L_1^2}{8} = 93.572 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{\text{MD}} := \frac{M_{\text{max}}}{\left( \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} \right)} = 16.803 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{MK}} := \frac{\sigma_{\text{MD}}}{f_{\text{md}}} = 0.788$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{MK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av skjuvkapacitet [6.1.7]**

$$R_A := P_d \cdot \frac{L_1}{2} = 62.382 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{Ed}} := R_A$$

$$\tau_d := \frac{1.5 \cdot V_{\text{Ed}}}{b_1 \cdot h_1} = 1.26 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{SK}} := \frac{\tau_d}{f_{\text{v.d}}} = 0.591$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{SK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av upplagstryck [6.1.5]**

faktorn  $k_{\text{c90}}$  söks: använder A.A:s sammanställda EC5

$$H_1 := \min(h_1, 2.5 \cdot b_1) = 0.413 \text{ m}$$

Läser ur **fig. 5.3:**

$$k_{\text{c.90}} := 2.7 \quad L_{\text{yta}} := 100 \cdot \text{mm}$$

Krav:

$$\left| \begin{array}{l} \text{"OK tillräcklig upplagsyta"} \quad \text{if } \frac{R_A}{b_1 \cdot L_{\text{yta}}} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = \text{"OK tillräcklig upplagsyta"} \\ \text{"Fel"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right.$$

$$\frac{R_A}{b_1 \cdot L_{\text{yta}}} = 3.781 \cdot \text{MPa} \quad k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 5.4 \cdot \text{MPa}$$

Upplagsytans längd som balken vilar på bör vara minst 100 mm

### **Kontroll av nedböjning [2.2.3] och byggnadskalendern**

$$Q_g := G_{\text{trä}} \cdot (b_1 \cdot h_1) + (G_{\text{övr.}} \cdot B_{\text{yta}}) = 4.516 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{karakteristiska laster används})$$

$$W_{g,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_g \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 4.44 \cdot \text{mm}$$

$$Q_q := B_{\text{yta}} \cdot Q_1 = 10.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$W_{q,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_q \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 10.224 \cdot \text{mm}$$

Slutlig nedböjning fås:

$$k_{\text{Def}} := 0.6$$

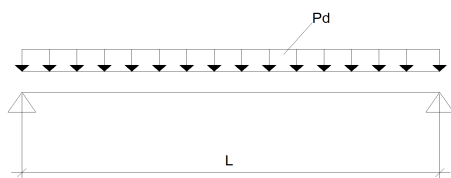
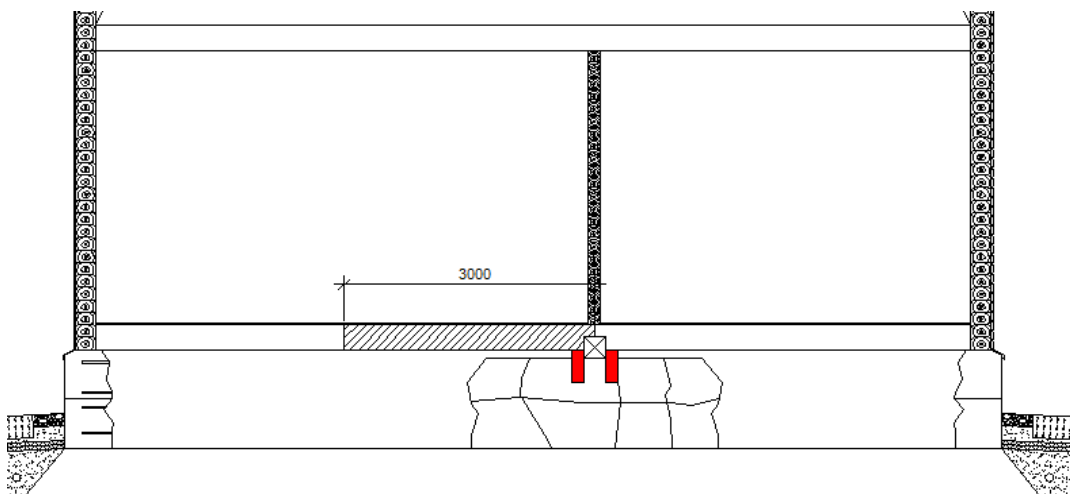
$$W_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{Def}}) \cdot W_{g,\text{inst}} + (1 + 0.3 \cdot k_{\text{Def}}) \cdot W_{q,\text{inst}} = 0.019 \text{ m}$$

$$\left| \begin{array}{l} \text{"OK balken klarar kraven"} \quad \text{if } W_{\text{fin}} \leq \frac{L_1}{300} = \text{"OK balken klarar kraven"} \\ \text{"Fel"} \quad \text{otherwise} \end{array} \right.$$

$$\frac{L_1}{300} = 0.02 \text{ m}$$

## Dimensionering av primärbalk som sätts på vardera sidan av den befintliga i golvbjälklaget

[EN 1995-1-1]



### Laster:

$$G_{\text{trä}} := 4.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_1 := 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad [\text{enligt EN 1991-1-1 tab.6.2}]$$

$$G_{\text{övr.}} := 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad B_{\text{yta}} := 3 \cdot \text{m} \quad (\text{bredd som balken tar upp ytlast från})$$

$$L_1 := 6000 \cdot \text{mm}$$

### Balk

Limträ GL32C:

$$b_1 := 140 \cdot \text{mm}$$

$$h_1 := 405 \cdot \text{mm}$$

### Hållfastheter:

Klimatklass 1 och medellång varaktighet: [2.3.1.2] & [2.3.1.3]

$$k_{\text{mod}} := 0.8 \quad [\text{tab.3.1}] \quad \gamma_M := 1.2 \quad [\text{tab 2.3}]$$

$$f_{\text{md}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{32 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 21.333 \cdot \text{MPa} \quad (2.14) \quad \text{Hållfasthetsvärden enligt: [EN 14374]}$$

$$f_{\text{c.90.d}} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{3 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 2 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{3.2 \cdot \text{MPa}}{\gamma_M} = 2.133 \cdot \text{MPa}$$

$$E_M := 13700 \cdot \text{MPa}$$

$$I_b := \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} = 7.75 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

### **Kontroll av momentkapacitet [6.1.6]**

$$G_{\text{Balk.övr.}} := G_{\text{trä}} \cdot (b_1 \cdot h_1) + (G_{\text{övr.}} \cdot B_{\text{yta}}) = 2.672 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{ytlast}} := B_{\text{yta}} \cdot Q_1 = 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_d := 1.15 \cdot (G_{\text{Balk.övr.}}) + 1.5 \cdot Q_{\text{ytlast}} = 12.073 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{max}} := \frac{P_d \cdot L_1^2}{8} = 54.328 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{\text{MD}} := \frac{M_{\text{max}}}{\left( \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} \right)} = 14.195 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{MK}} := \frac{\sigma_{\text{MD}}}{f_{\text{md}}} = 0.665$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{MK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av skjuvkapacitet [6.1.7]**

$$R_A := P_d \cdot \frac{L_1}{2} = 36.219 \cdot \text{kN}$$

$$V_{\text{Ed}} := R_A$$

$$\tau_d := \frac{1.5 \cdot V_{\text{Ed}}}{b_1 \cdot h_1} = 0.958 \cdot \text{MPa}$$

$$\eta_{\text{SK}} := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.449$$

"OK balken håller" if  $\eta_{\text{SK}} \leq 1.0$  = "OK balken håller"  
 "Fel" otherwise

### **Kontroll av upplagstryck [6.1.5]**

faktorn  $k_{c90}$  söks: använder A.A:s sammanställda EC5

$$H_1 := \min(h_1, 2.5 \cdot b_1) = 0.35 \text{ m}$$



Läser ur **fig. 5.3:**

$$k_{c,90} := 2.57 \quad L_{yta} := 100 \cdot \text{mm}$$

Krav:

$$\left| \begin{array}{l} \text{"OK tillräcklig upplagsyta" if } \frac{R_A}{b_1 \cdot L_{yta}} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = \text{"OK tillräcklig upplagsyta"} \\ \text{"Fel" otherwise} \end{array} \right.$$

$$\frac{R_A}{b_1 \cdot L_{yta}} = 2.587 \cdot \text{MPa} \quad k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 5.14 \cdot \text{MPa}$$

Upplagsytans längd som balken vilar på bör vara minst 100 mm

### Kontroll av nedböjning [2.2.3] och byggnadskalendern

$$Q_g := G_{\text{trä}} \cdot (b_1 \cdot h_1) + (G_{\text{övr.}} \cdot B_{\text{yta}}) = 2.672 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{karakteristiska laster används})$$

$$W_{g,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_g \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 4.247 \cdot \text{mm}$$

$$Q_q := B_{\text{yta}} \cdot Q_1 = 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$W_{q,\text{inst}} := \frac{5}{384} \cdot \left[ \frac{Q_q \cdot (L_1^4)}{E_M \cdot I_b} \right] = 9.536 \cdot \text{mm}$$

Slutlig nedböjning fås:

$$k_{\text{Def}} := 0.6$$

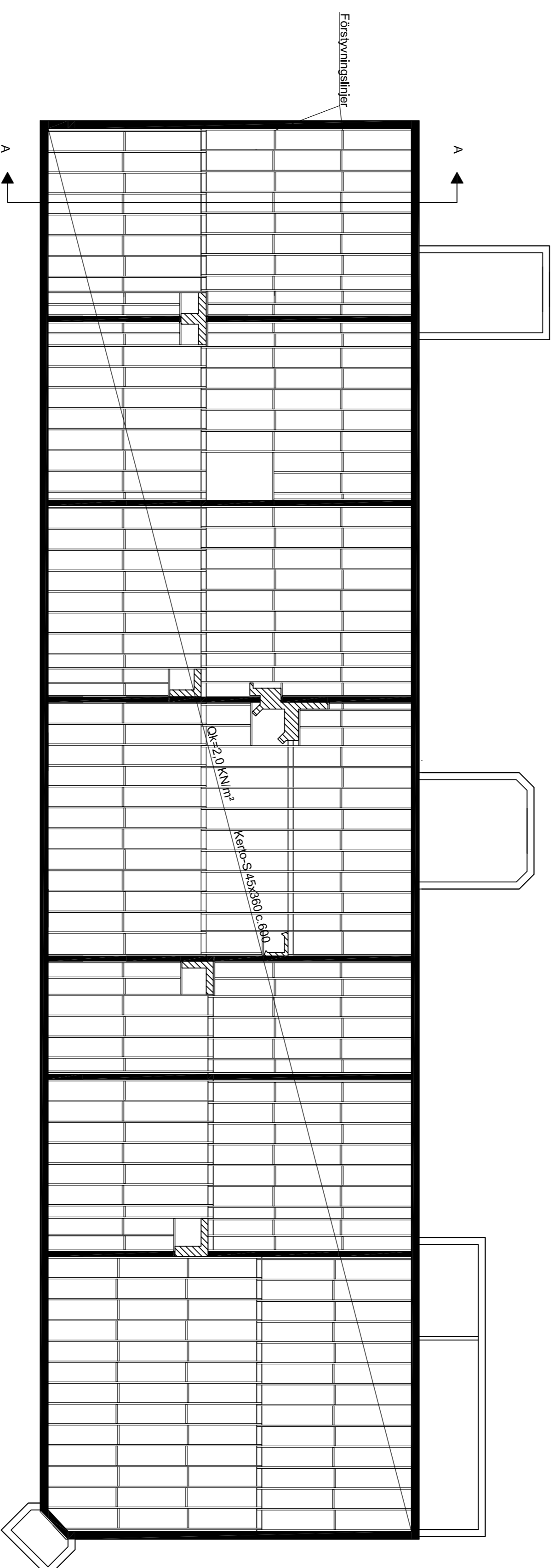
$$W_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{Def}}) \cdot W_{g,\text{inst}} + (1 + 0.3 \cdot k_{\text{Def}}) \cdot W_{q,\text{inst}} = 0.018 \text{ m}$$

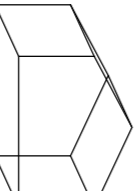
$$\left| \begin{array}{l} \text{"OK balken klarar kraven" if } W_{\text{fin}} \leq \frac{L_1}{300} = \text{"OK balken klarar kraven"} \\ \text{"Fel" otherwise} \end{array} \right.$$

$$\frac{L_1}{300} = 0.02 \text{ m}$$

# Bilaga 8.

Konstruktionsritning för golvbjälklag



Standard	Kvadrat	Torn:	Myndighets anr.
Nykarleby	16	43	
Åsjaed			
<b>Ombyggnad</b>			Rättighets
<b>Konstruktionsritning</b>			<b>Konstruktionsritning</b>
Ejgarens objekt			Rättighets innehåll
<b>Bankgatan 2</b>			<b>Bilaga 8</b>
			<b>Golvbjälklag</b>
			1:100
	<b>Ykehtöskolan Novia</b>	<b>Arbetsr.</b>	<b>Rättighets</b>
	<b>Byggnadsteknik</b>		
	<b>Tobias Widdas</b>		
	<b>Email: tobias.widdas@novia.fi</b>		
	<b>Datum</b>	<b>Kontrollövers</b>	
	<b>3.4.2011</b>	<b>Tobias Widdas</b>	