

Växthusvisionen

- Vägen till ett öppnare och grönare Sofielund



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Arkitektur och byggd miljö/Boende och bostadsutveckling

Examensarbete:
Jennie Hansson
Emil Ly

© Copyright Jennie Hansson, Emil Ly

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2013

Sammanfattning

- Titel:** Växthusvisionen – Vägen till ett öppnare och grönare Sofielund
- Författare:** Jennie Hansson, Emil Ly
- Handledare:** Erik Johansson, avdelning för Boende och bostadsutveckling, Lunds tekniska högskola.
- Examinator:** Laura Liuke, avdelning för Boende och bostadsutveckling, Lunds tekniska högskola.
- Frågeställning:** Majoriteten av den odlingsbara mark som finns idag är redan förbrukad samtidigt som befolkningmängden runtom i världen ständigt ökar. Nya odlingsbara ytor måste därför utforskas och utvecklas. Är uppförandet av växthus på befintliga tak i stadsmiljö möjligt och hur kan detta gynna en stad som Malmö?
- Syfte:** Syftet med detta projekt är att visa hur ett växthus kan uppföras på ett befintligt tak i Malmö och vilka förutsättningar som måste beaktas. Genom att genomföra energisimuleringar vill vi konstatera vilken inverkan olika materialval kan ha på växthusets energibesparingar. Samtidigt vill vi påvisa vilka positiva följder som byggnationen kan generera för närområdet och Malmö stad.
- Metod:** De två huvudsakliga delarna i arbetet består av att undersöka hur växthuset kan tänkas uppföras på taket samt hur den utformas så energieffektiv som möjligt utifrån de önskemål som fastighetsägen har framfört. För att se vilka förutsättningar som finns för nybyggnationen har litteraturstudier följt av beräkningar utförts. Energisimuleringarna som genomförts har gjorts i ett simuleringsprogram vid namn Derob LTH, där energianvändning beräknats baserat på vilken inomhustemperatur som önskats för växthuset.

Resultat:

Genom att 2-glas används i växthuset, samt att skuggväv brukas kan energibesparingarna uppgå till 41 procent i jämförelse med om enkelglas med skuggväv hade brukats.

För att växthuset skall kunna byggas kommer en stålkonstruktion med ett nytt bjälklag behöva uppföras utanför den befintliga byggnaden.

Uppförandet av växthuset kommer leda till att Malmös image som grön stad främjas.

Nyckelord:

Växthus på tak, Energieffektivisering, Nybyggnad, Konstruktion, Växthusteknik.

Abstract

- Title:** The greenhouse vision - The road to a more open and greener Sofielund
- Authors:** Jennie Hansson, Emil Ly
- Tutor:** Erik Johansson, Housing Development & Management, Faculty of Engineering, Lund University.
- Examiner:** Laura Liuke, Housing Development & Management, Faculty of Engineering, Lund University.
- Issue:** The majority of arable land that exists today is already occupied while the population around the world is constantly increasing. New cultivable areas must be explored and developed. Is the construction of greenhouses on existing rooftops in urban environments possible, and how can this benefit a city like Malmö?
- Purpose:** The purpose of this project is to display how a greenhouse may be constructed on an existing rooftop in Malmö and the conditions that must be considered. By implementing energy simulations, we observe what impact different materials can have on the greenhouse's energy savings. We also want to demonstrate the beneficial effects that the building can generate for the local area and the city of Malmö.
- Method:** The two main components of this project consist of investigating how the greenhouse could be constructed on the rooftop and how it would be as energy efficient as possible based on the wishes of the property owner. To see which conditions exist for the new construction, we have performed literature studies followed by calculations. Energy simulations were carried out in a simulation program called Derob LTH, where energy calculations are based on the indoor temperature desired for the greenhouse.

Results:

By using double-glazing in connection with shading fabrics in the greenhouse up to 41 percent more energy savings can be achieved in comparison to a construction with single-glazing with shading fabrics were used.

For the greenhouse to be built, a steel construction with a new floor structure needs to be constructed on the outside of the existing building.

The outcome of the greenhouse being built will result in that Malmö's image as a green city is being promoted.

Key words:

Rooftop greenhouse, Energy upgrade, New construction, Construction, Greenhouse technology.

Förord

Som en avslutning på utbildningen Byggteknik med arkitektur vid Lunds tekniska högskola, Campus Helsingborg, sätter vi nu den sista byggstenen på plats med detta examensarbete. Arbetet omfattar 22,5 högskolepoäng och har utförts på Institutionen för Arkitektur och byggd miljö, avdelningen för Boende och bostadsutveckling.

Med hjälp av ett härligt gäng på Staffan Holfelt Arkitekter, StudioSueca och fastighetsägare Kwame Moore, alla verksamma på den förträffliga Norra Grängesbergsgatan i Malmö, har vi genomfört detta arbete.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare, Erik Johansson, avdelningen för Boende och bostadsutveckling på Lunds tekniska högskola, som har hjälpt och stöttat oss under arbetes gång, detta med både engagemang och tålamod.

Kwame Moore, ägare till fastigheten Spelet 12 skall också ha tack för nerlagd tid och för alla inspirerande och givande samtal angående de framtidplaner som finns för Norra Grängesbergsgatan och Sofielunds industriområde.

Alla fantastiska människor på kontoret skall tackas för all den givande input och det engagemang som ni delat med er av.

Ett sista tack vill vi även rikta till vår examinator Laura Liuke, avdelningen för Boende och bostadsutveckling på Lunds tekniska högskola för den tid hon har lagt ner för att agera som examinator till vårt examensarbete.

Vi hoppas att detta arbete skall kunna leda till vidare undersökningar gällande påbyggnaden på fastigheten *Spelet 12* och att det en dag blir verklighet. Det har varit en inspirerande tid med många givande möten och diskussioner. Enligt vår mening är det visioner som dessa som kommer leda till att Malmö blir en allt grönare och öppnare stad.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Metod	3
1.5.1 Litteraturstudier	3
1.5.2 Energiberäkningar	3
1.5.3 Arkitektur	3
1.5.4 Konstruktion	4
1.5.5 Intervjuer och studiebesök	4
1.5.6 Bilder	4
2 Underlag och bakgrundsfakta	5
2.1 Malmös översiktsplan och gröna vision	6
2.2 Sofielunds industriområde	7
2.2.1 Bebyggelsekaraktär	7
2.2.2 Norra Grängesbergsgatan	8
3 Beskrivning av Spelet 12	10
3.1 Arkitektur	10
3.2 Detaljplan	11
3.3 Konstruktion	13
3.3.1 Material	13
3.4 Uppvärmning	14
3.4.1 Ventilation	14
3.5 Energianvändning	16
3.6 Befintlig verksamhet	17
4 Stadsodlingar på tak	18
4.1 Odlingar i städer	18
4.1.1 Kanada, Montreal	18
4.1.2 USA, New York & Washington D.C	19
4.1.3 Kina, Hong Kong	21
4.1.4 Nederländerna, Rotterdam	21
4.2 Hydroponiska odlingar	22
5 Växthusteknik	24
5.1 Placering	24
5.2 Kallväxthus och varmväxthus	24
5.3 Ventilation	25
5.4 Klimat	25
5.5 Fukt	26
5.6 Täckmaterial	26

5.6.1 Glas	26
5.6.2 Polykarbonat	26
5.6.3 Akryl.....	27
5.6.4 Plastfolie	27
6 Åtgärder för Spelet 12.....	29
6.1 Konstruktionsberäkningar på befintligt tak.....	29
6.1.1 Antaganden och avgränsningar	29
6.1.2 Tak i Siporex	29
6.1.3 Takbalkar RB/F 20/50	34
6.2 Konstruktionslösning på befintligt tak	36
6.2.1 Grund.....	36
6.2.2 Bjälklag	36
6.3 Växthusets uppbyggnad	37
6.3.1 Stomme	37
6.3.2 Infästning av stommens delar	37
6.3.3 Spröjs.....	38
6.4 Ventilationslösning.....	38
6.5 Energianvändning	38
6.5.1 Uppvärmning.....	38
6.6 Simulering av energianvändning och temperaturer	39
6.6.1 Beskrivning av simuleringarna	39
6.6.2 Simuleringar på en normaldag i juli	40
6.6.3 Helårssimulering	44
6.6.4 Uppvärmningskostnad	46
6.7 Gestaltungsförslag	48
6.7.1 Gestaltungsförslag 1	49
6.7.2 Gestaltungsförslag 2	50
6.7.3 Gestaltungsförslag 3	51
7 Sammanfattning av resultat	52
7.1 Konstruktion	52
7.2 Växthusets uppbyggnad.....	52
7.3 Ventilation	52
7.4 Värme	52
7.5 Energi	53
7.6 Uppvärmningskostnad.....	53
7.7 Arkitektonisk gestaltning.....	54
7.8 Växthusets bidrag till ett grönare Malmö.....	55
8 Diskussion.....	56
8.1 Konstruktion och konstruktionsberäkningar	56
8.2 Växthusets uppbyggnad	56
8.3 Ventilation	57
8.4 Värme	57

8.5 Energianvändning.....	57
8.6 Uppvärmningskostnad	58
8.7 Arkitektonisk gestaltning	58
8.8 Växthusets bidrag till ett grönare Malmö	59
9 Slutsats	61
10 Referenser	62
10.1 Litteratur	62
10.2 Elektroniska publikationer	62
10.3 Elektroniska källor	63
10.4 Elektroniska artiklar.....	65
10.5 Bilder	65
10.6 Muntliga källor.....	67
11 Bilagor.....	68
11.1 Bilaga 1 – Konstruktionsritning 1	68
11.2 Bilaga 2 – Konstruktionsritning 2	69
11.3 Bilaga 3 – Konstruktionsritning 3	70
11.4 Bilaga 4 – RB/F 20/50 MIN ARMERING	71
11.5 Bilaga 5 – RB/F 20/50 MAX ARMERING	72

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Enligt siffror från FN:s befolkningsprognos från 2009 kommer världens befolkning att uppgå till 9,1 miljarder år 2050. I samband med att befolkningen ökar, växer även städerna runt om i världen. Eftersom att det förutsätts att cirka 70 procent av befolkningen kommer att bo inne i städerna, krävs det nya hållbara lösningar för att förse städerna med livsmedel. Idag används redan cirka 80 procent av jordens odlingsbara yta vilket leder det till att nya innovativa lösningar behöver appliceras. Ytor som tidigare inte varit tänkta som odlingsbara och därför förbisetts måste nu måste sättas i nytt ljus så att deras potential tas tillvara. Således anser allt fler att stadsodlingar är ett steg rätt riktning. Då många av städerna redan är tätt bebyggda är en lösning att se till de befintliga taken och möjligheterna som finns där. (Hedlund, 2012)

Malmö är en av de städer som insett vikten av att bygga hållbart och göra staden till ett resurseffektivt samhälle. I Malmö stads Översiktsplan, *ÖP2012*, som nu ligger i slutet av sin framställning, framgår det tydliga riktlinjer som trycker på vikten av att förtäta staden istället för att låta den växa utåt. Genom att bygga inåt kommer vidare miljöbelastning, klimatpåverkan och resursanvändning i hög grad att kunna styras och när det talas om förtätning är det inte bara bebyggelse av nya bostäder och kontor de handlar om utan även parker och grönområden är inkluderade här. Grönskande miljöer skall utvecklas och bidra till en god vistelsemiljö, som samtidigt innebär en klimatanpassning parallellt med att det gynnar välbefinnandet och folkhälsan i staden. Fokus på produktion i närområdet skall råda och de framgångsrika pilotprojekt som redan är igång runt om i staden, exempelvis Ekostaden Augustenborg som arbetar mycket med gröna tak skall omsättas i större skala och fler ytor måste därför utforskas. (Malmö stad 7)

Visionären Kwame Moore som är ägare av ett antal fastigheter runt om i Malmö vill nu ta med Norra Grängesbergsgatan som är belägen i Sofielunds Industriområde i denna process genom att uppföra ett växthus på en av fastigheternas tak. Genom detta hoppas han på att kunna inbringa grönska, nya mötesplatser och rörelse i ett område som idag hamnat i skymundan. Han vet att området har god potential och vill uppmärksamma Malmö om detta, vilket i sin tur kommer leda till att en utslocknad stadsdel åter väcks till liv.

1.2 Syfte

Huvudsyftet med detta arbete är att genom olika former av studier och beräkningar klargöra vilka förutsättningar som finns för att uppföra ett växthus

på fastigheten Spelet 12:s tak och vilka åtgärder som kommer krävas för att möjliggöra detta. Samtidigt vill vi redogöra för vilket material som kommer att vara mest energieffektivt att uppföra växthusets väggar och tak i.

Som ett sekundärt mål har vi tänkt se till den inverkan som växthuset kan komma att ha på Sofielunds industriområde samt Malmö som stad. Vi vill även genom olika gestaltungsförslag visualisera hur byggnationen kan komma att se ut om den realiserar.

1.3 Frågeställning

Examenarbetet har för oss grundat sig i följande frågeställningar:

- Vad finns det för förutsättningar för att bygga ett växthus på det befintliga taket på Spelet 12? Och vilka krav ställs på den befintliga byggnaden och taket?
- Vilket material är bäst att uppföra växthuset i ur energisynpunkt?
- Hur kan byggnadens nya arkitektoniska utformning komma att se ut efter en eventuell påbyggnad?
- Vilka tekniska lösningar krävs för att uppföra ett växthus på taket?
- Finns det liknande projekt runt om i världen och vilka odlingstekniker använder de sig av för att effektivisera sina odlingar?
- Hur kan ett växthus på Norra Grängesbergsgatan påverka Sofielunds industriområde och Malmö stad?

1.4 Avgränsningar

Vi har anpassat alla våra lösningar efter de önskemål som fastighetsägaren framfört och försökt att tillgodose dessa genom hela arbetet vilket vidare kan leda till att vissa bitar förbises. Fastighetsägaren hade bland annat ett önskemål om att växthuset skulle uppföras i glas. Detta har bidragit till att vi avgränsat våra energisimuleringar till enkelglas och 2-glas då dessa alternativ är de som är ekonomiskt försvarbara i avseende på ändamålet. Vi har alltså inte gjort några simuleringar på material som annars kan tänkas användas utöver glas.

Vårt fokus i arbetet har varit att ta fram grundförutsättningar för uppförandet av ett växthus på en befintlig byggnad i Sofielund, Malmö. Rapporten har därför behandlat flera områden, vilket gjort arbetet väldigt brett. I rapporten har vi gjort vissa avsteg från *Plan- och bygglagen* samt *Boverkets byggregler* gällande tekniska krav och lösningar. Då konstruktionsritningarna varit bristfälliga har avgränsningar gjorts gällande beräkningarna och viktigt att nämna är att de är grundade på flera antagande. Därför kommer åtskilliga utredningar och kontroller behöva göras vid en eventuell byggnation.

Vi berör heller inte insidan av växthuset då tanken egentligen är att den skall vara uppdelad i flera växtzoner med olika klimat och typer av växter. Vi har alltså inte sett till vilka växter som kommer finnas i växthuset utan endast till systemet som kommer brukas där inne.

Beaktande kommer inte tas till Malmös översiktsplan, *ÖP2000*, då en ny översiktsplan är under framställning och fastighetsägarens vision bygger på det utställningsförslag för Malmös översiktsplan, *ÖP2012*, som ligger ute på Malmö stads hemsida.

1.5 Metod

1.5.1 Litteraturstudier

För att fördjupa oss i ämnet har vi gjort omfattande litteratur- och internetsökningar som vi sedan utgått från då vi framställt våra olika avsnitt. Dessa studier har legat till grund för våra avgränsningar och riktlinjer och varit ytterst formgivande för arbetet.

1.5.2 Energiberäkningar

När vi utfört våra energiberäkningar har vi använt oss av ett energiberäkningsprogram vid namn Derob LTH. Vi har utfört våra analyser på ett antal fall och dessa analyser har påvisat hur mycket energi som kommer erfordras för att bevara den önskade inomhustemperaturen samt vilken inomhustemperatur det kommer att bli inuti växthuset.

Vi har i programmet uppfört en tredimensionell modell av vår tänkta byggnad, med de parametrar som väggar, tak, bjälklag och öppningar med dess givna värden som är relevanta för analysen. För var byggnadsdel läggs materialskikt och materialdata in. Då vi jämfört olika material har vi använt oss av samma modell i alla fallen, det som förändrats har varit:

- Byggnadsmaterial (enkelglas och 2-glas)
- Ventilation
- Användande av skuggväv eller ej
- Klimatdata

1.5.3 Arkitektur

Vid visualisering och framtagande av olika gestaltungs-förslag har vi använt *Autodesk Revit Architecture*, då det ger oss en möjlighet att på ett realistiskt sätt framställa våra modeller i 3D. För att bygga upp våra modeller har vi

utgått från de ritningarna som vi blivit tilldelade, samt manuella mätningar som utförts på plats med avståndsmätare. *Photoshop* har använts för att sedan ge våra renderingar en ytterligare verklighetstrogen prägel.

1.5.4 Konstruktion

Konstruktionsberäkningarna grundar sig på konstruktionsritningar för fastigheten Spelet 12. Beräkningar är utförda efter den europeiska normen Eurokod som används vid utformning och dimensionering av byggnader.

1.5.5 Intervjuer och studiebesök

Vi har intervjuat fastighetsägare, växthusexpert, konstruktörer, byggtekniker och arkitekter för att få inspiration och en realistisk bild av vad arbetet skall komma att innefatta. Dessa möten har hjälpt oss med avgränsningar och har även varit vägledande genom hela arbetet.

1.5.6 Bilder

Där inget annat anges är det våra egna bilder som är i bruk. För övrigt finns källhänvisningar till bilder i avsnitt 11.5.

2 Underlag och bakgrundsfakta

Området kring Norra Grängesbergsgatan har under många år varit väldigt eftersatt och haft en mycket dålig prägel. Kriminaliteten har varit hög, svartklubbarna många och flera av de verksamheter som funnits här har varit ifrågasatta. Detta har i sin tur bidragit till att området blivit bortglömt i periferin av Malmös nybyggda stadsdelar trots att det ligger centralt placerat mitt i emellan Möllevången och Rosengård.

Idag har Sofielund och Norra Grängesbergsgatan fortfarande en tveksam karaktär och de förutfattade meningarna kring stråket lever kvar hos den som inte är insatt i kvarterets ständiga förnyelsearbete. Bakom de många förfallna fasaderna som präglas av den industri som hade sin framfart här under 1930-talet finner du ett levande inre i ständig förnyelse. Gatan är under en, som fastighetsägare Kwame Moore uttrycker det, ”förvandlingsprocess” denna förvandling sker inifrån och ut och det är delvis därför skenet bedrar när du ser till alla de byggnader som finns längs gatan idag.

Då det fortfarande finns en del industriell verksamhet i närområdet har möjligheterna till att bebygga i Sofielunds industriområde begränsats av skyddsavståndet till dessa. En aktion genomfördes dock av nätverket *En giftfri stad* gentemot en av de större industrierna för ett antal år sedan, med syfte att minska skyddsavståndet till denna.aktionen gick vägen vilket genererade i att fastighetsägare aktiva i området så småningom kunde börja ansöka om bygglov för de intilliggande fastigheterna. Verksamheterna har nu delvis bytts ut från industrier till förskolor, kontorslokaler, studios, ateljéer och arkitektbolag.

Moore's vision för området är att det skall fylla sin funktion organiskt, den skall således växa i den takt som staden vill och tillåter genom att området tillgodoser de behov som finns bland malmöborna. Han anser sin funktion som fastighetsägare vara att lägga grunden för en positiv utveckling i området genom att lyssna till vad som efterfrågas runt om i Malmö och skapa förutsättningar därefter. För att människor över huvud taget skall ta sig in i området krävs det att det finns en dragningskraft och det är här som växthuset kommer in i bilden. Genom att bygga upp ett växthus på ett utav de befintliga taken i området följs inte bara stadens förtätningpolicy i Malmös översiktsplan, *ÖP2012*, som beskriver hur staden skall växa inåt, utan vi öppnar även upp taket för allmänheten och skapar möjligheter för nya mötesplatser i Malmö placerat i en inspirerande och grönskande miljö.

Växthusets primära syfte är att skapa en attraktionskraft i området samtidigt som diverse odlingar skall uppföras med innovativa odlingsmetoder i form av

hydroponiska system. Tanken är att växthuset skall knytas samman med gatan och vara lättillgängligt vilket på sikt kan leda till att Norra Grängesbergsgatan blir en central och grön mötesplats för Malmös invånare. (Moore, 2013)

2.1 Malmös översiktsplan och gröna vision

Den gällande översiktsplanen för Malmö består av två huvuddokument, ÖP2000 samt Aktualiseringen i Malmö2005. (Malmö Stad 1)

Översiktsplanen är Malmös mest långsiktiga och viktigaste instrument i mån om hur mark- och vattenområden skall användas samt hur den befintliga byggda miljön skall utvecklas och stå sig. Översiktsplanen formulerar både visioner och fungerar som vägledning för beslut i frågor angående plan och bygglov. (Malmö stad 2). Arbetet med översiktsplanerna är kontinuerligt pågående och ett förslag till en ny översiktsplan är under arbete, ÖP2012. Kommunstyrelsen godkände i januari 2013 ett utställningsförslag till denna översiktsplan och till denna hör även en miljökonsekvensbeskrivning och samrådsredogörelse. (Malmö stad 3). Den nya översiktsplanen skall sträcka sig två decennier framåt och de framstående målen i denna översiktsplan är att Malmö skall vara en attraktiv samt hållbar stad vad gäller sociala, ekologiska och ekonomiska aspekter. Tanken är att staden under denna tid skall kunna växa med cirka 100 000 invånare, och för att hantera detta kommer fler bostäder, arbetsplatser och mer service behövas. Malmös attraktivitetsutveckling skall fortgå samtidigt som en över långtid hållbar stadsstruktur för en växande befolkning skapas. (Malmö stad 5)

Malmö stad har strategier för att göra staden grönare. Den skall få en stark image som en grön stad samtidigt som den skall fortsätta att växa inåt. Genom ett grönare stadsrum och parker i Malmö skapas förutsättningar för god folkhälsa och välfärd då möjligheter till avkoppling och aktivitet främjas för unga som gamla. Idag sker exempelvis stadsodlingar sedan lång tid tillbaka i de koloniområden som finns runtomkring i Malmö, dessa områden skall fortsättningsvis främjas och värnas om. Malmö stad ser även att andra möjligheter till lokala ekologiska odlingar kan gynna social utveckling samt medverka till en bättre hälsa. Det kan leda till att invånarna i sin tur upplever en större delaktighet och gemenskap med sin stad och sitt närområde och ger en bra utgångspunkt för integration av olika samhällsgrupper och åldersgrupper. Lokala initiativ skall av kommunen bemötas med en positiv och tillåtande attityd för att behovet som finns att ta tillvara på omgivningen genom stadsodling skall tillgodoseas. (Malmö stad 4)



◆ Malmö Centralstation

◆ Sofielunds industriområde

Figur.2.1 Översiktsbild på Malmö

2.2 Sofielunds industriområde

Sofielunds industriområde begränsas idag i väster av Lantmannagatan och i öster av järnvägen till Trelleborg. I norr avgränsas området av Enskiftehagen som är ett grönområde och i söder av Lönngatan. Marken som området är beläget på idag har tidigare tillhört egendomarna Annelund och Sofielund i Västra Skrävlinge by, men under 1800-talet började man avstycka markyta från Sofielundsgården för industri- och bostadsändamål. År 1911 skedde en totalinkorporering med Malmö stad efter att endast delar av Sofielund, då kallat Sofielundshusen, varit ett municipalsamhälle tidigare. De östra delarna av Sofielundshusen blev senare Sofielunds industriområde och det började formas för industriändamål under början av 1900-talet. Med tiden bredde området ut sig för att runt mitten på 1900-talet nå sin nuvarande utbredning. Stadsplanerna är daterade från år 1937 där verksamheter i form av industri, småindustri och hantverk anges. Området är dock idag under verksamhetsavveckling men det finns fortfarande en del större industrier kvar i form av Stadex AB samt Pågen AB. I området finns det en hel del mindre företag lokaliserade men många av lokalerna används idag av föreningsverksamhet. (Lund & Melchert, 2012)

2.2.1 Bebyggelsekaraktär

Utbyggnaden av området har fortlöpt under hela 1900-talet och majoriteten av byggnaderna har byggts under 1930- och 1940-talet och karaktäriseras av en-, två- eller treplansbyggnader i antingen rött eller gult tegel. Bebyggelsen är

enkel men väl genomarbetad sett från ett arkitektoniskt perspektiv framför allt om man ser till de byggnader som ligger längs Norra Grängesbergsgatan där Kampen 24 och Masugnen 26 står som representanter för denna typ av bebyggelse. Industriområdet kännetecknas i sin helhet av den malmöitiska tegelfunktionalismen men det finns en del byggnader som sticker ut och är uppförda i den arkitekturstil som karaktäriserar 1910-talets industribyggnader i allmänhet. De har enkla tegelfasader med inslag av murband i kalksten som ger fasaderna liv och byggnationerna är ofta symmetriskt uppbyggda. Under 60-talet började Pågens bageris första etapp byggas upp efter arkitekten Ralph Erskines ritningar och byggnaderna präglas av en expressiv arkitektur och under 1970-talet skedde en hel del tillbyggnader som formades efter ritningar av Svenivar Ekstrand. (Lund & Melchert, 2012)



Figur.2.2 Översiktspå Sofielunds industriområde

2.2.2 Norra Grängesbergsgatan

Norra Grängesbergsgatan går som ett huvudstråk genom Sofielunds industriområde. Gatan är en zon där det nya och gamla Malmö möts och knyts samman. Den ligger centralt belägen och skär rakt igenom de sydöstra delarna av Malmö. På ena sidan ligger Rosengård och på andra hållet finner vi Möllevången, ändå försvinner gatan i periferin då den inte har någon direkt vistelseplats. Här finns allt från möbelbutiker till bilhandlare och falafelvagnar, men eftersom verksamheten är så spridd finns det inte något som gör gatan till något annat än plats som ni stannar på mer än för att uträtta ett ärende eller så används gatan som en passage för cykel- och biltrafik. (Malmö stad 6)

Norra Grängesbergsgatan hålls på polisens begäran avstängd för biltrafik mellan klockan 21.00 och 05.00. Detta är en aktion som har genomförts för att minska trafiken till många av de svartklubbar som varit belägna runtom på gatan, och i samband med detta är förhoppningarna att även övrig kriminalitet runtom i området skall minska. (Mikkelsen, 2011)

Gatan har länge förknippats med utanförskap och kriminalitet men under ytan ligger en entreprenörsanda och pyr och gatan står nu mitt uppe i en förvandlingsprocess. (Malmö stad 6, Ponnert, 2009)



Figur.2.3 Norragrängesbergsgatan

3 Beskrivning av Spelet 12

Spelet 12 är fastigheten som vi kommer att utföra våra analyser och uppföra växthuset på. Fastigheten är belägen på Norra Grängesbergsgatan 19 i Sofielunds industriområde.

3.1 Arkitektur

Fastigheten Spelet 12 består av en industribyggnad utformad i modernistisk stil och belägen i Sofielunds industriområde i Malmö. Fasaden är utformad i rött tegel med vita inslag av murband som är typisk för denna tids arkitektoniska stil. Byggnaden är utformad i olika etapper, från väster sett finns den högst belägna delen som består av två plan över mark, samt ett källarplan. Denna del sträcker sig cirka en tredjedel utöver byggnaden, resterande två tredjedelar består av en lägre etapp som endast har ett våningsplan över mark, och här finns även ett källarplan som i den övriga byggnaden. Byggnaden uppfördes år 1961 och ritades av arkitekten Svenivar Ekstrand.



Figur 3.1 *Spelet 12 sett från nordöst*



Figur 3.2 *Spelet 12 sett från väster*



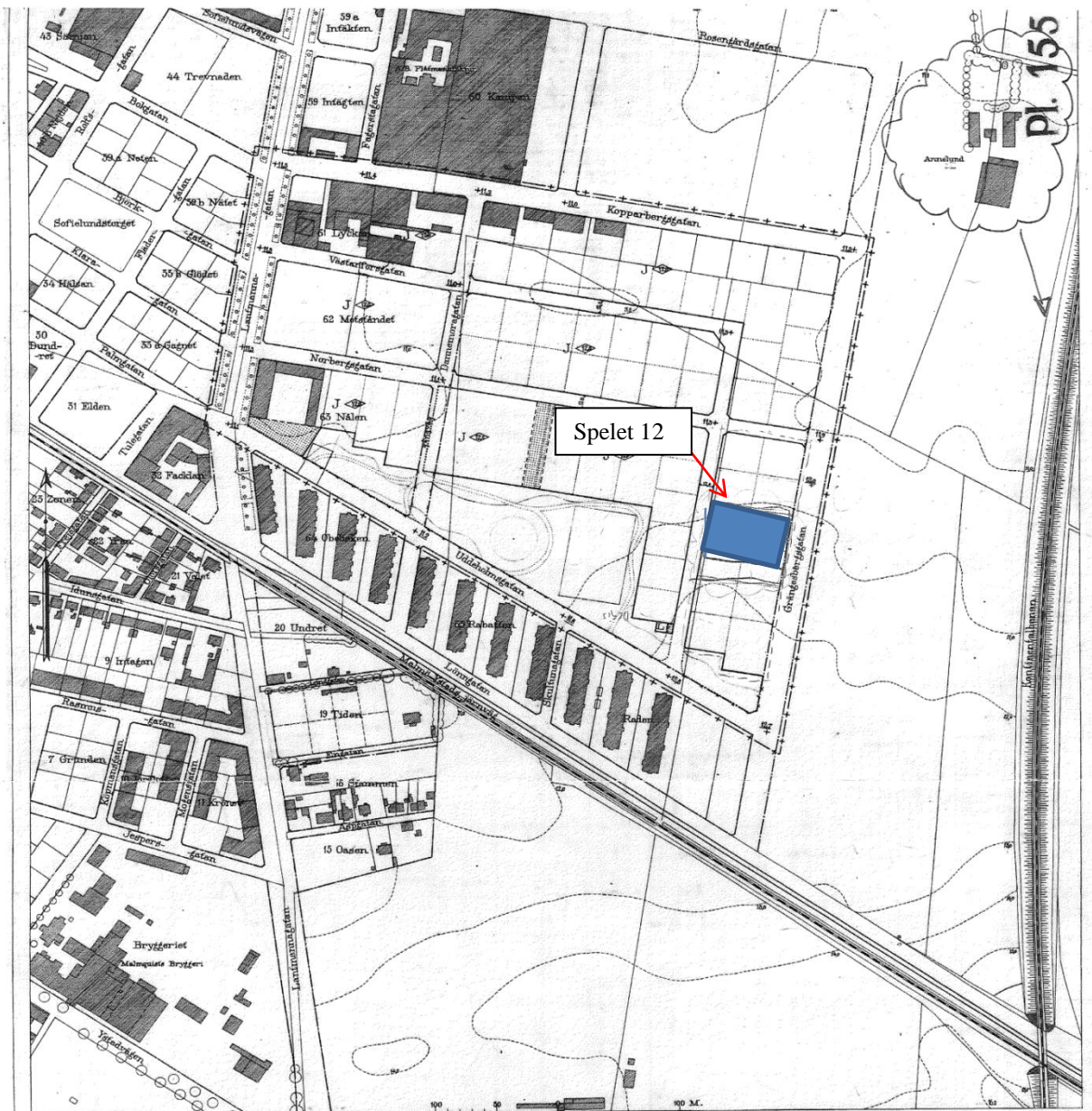
Figur.3.3
*Spelet 12
sett från
sydöst*

3.2 Detaljplan

Detaljplanen som tidigare har benämnts stadsplanen, se figur 1.7, är en plan som beskriver hur mark och vatten skall användas inom ett specifikt planområde. Kommunen framställer detaljplanerna och dessa verkar sedan som bindande uppgörelse mellan markägare och kommun.

Detaljplanen som är gällande för Sofielund är framtagen år 1939 och om vi ser till Sofielunds industriområde så är detta område betecknat med bokstaven J. Detta upplyser oss om att området endast får bebyggas för industriändamål. Med industriändamål kan exempelvis tillverkning eller materialhantering av varor tänkas. Den maximala byggnadshöjden angivs även på denna detaljplan och för fastighet Spelet 12 är denna fastlagen till 12 meter. (Boverket 1) (Figur 3.4)

I dagsläget håller en ny detaljplan för Sofielunds industriområde på att arbetas fram, detta då avveckling av industriverksamhet i området är pågående och nya möjligheter för andra typer av verksamheter låses på grund av den befintliga detaljplanen som endast tillåter bebyggelse för industriändamål. (Moore, 2013)



FÖRSLAG TILL ÄNDRING AV STADSPLANEN FÖR DELAR AV SOFIELUND OCH ROSENGÅRD (SÜDER OM KOPPARBERGSGATAN) I MALMÖ.

UPPRÄTTAT DEN 15 JUNI 1936.

Erik Paulsen
FÖRSTE STADSINGENJÖR.

STADSPLANEBESTÄMMLER:

- + - Gräns belägen 5 meter utaför det område för vilket fastställelse & ändring av stadsplanen sökes.
- - - Fastställd kvartersgräns, avsedd att bibehållas.
- - - Fastställd kvartersgräns, avsedd att utgå.
- - - Föreslagen ny kvartersgräns och gräns mellan kvartersområden, avsedda för olika ändamål.
- - - Gräns mellan områden med olika stadsplanebestämmelser.
- - - Kvartersområde för industriändamål.
- - - Område, som icke får byggas.
- - - Ledningsområde.

- - - Område, varå byggnad får uppföras till viss höjd över gatans plan.
- +12 Fastställd gatuhöjd.
- +12.3 Föreslagen gatuhöjd.

BETECKNINGAR:

- - - Allmän plattform (gata, plantering etc).
- - - Ägosträns.
- - - Byggnad.
- - - Nivåkurva.

Fastställt av KM den 13/9 1939.

Pl. 155

ARKIVEXEMPLAR

Figur.3.4 Gällande detaljplan för Sofielunds industriområde.

3.3 Konstruktion

Byggnadens stomme består av betong och är armerad med stål med en kvalitet KS60 eller KS40.(Bilaga 1)

3.3.1 Material

Detta avsnitt kommer förtydliga vilka material som den befintliga byggnaden är uppbyggda av.

3.3.1.1 Yttervägg

Ytterväggen är konstruerad i form av en kanalmur, som har två separata ½-stens tegelskikt med brukpåslag och en mellanliggande 50 mm tjock isolering av mineralull. Tegelmuren kramlas med fyra stycken förzinkade, Z-formade trådar med diametern 4 mm. Det yttre tegelskiktet agerar som klimatskydd medan det mellersta och den inre tegelväggen verkar med värmeisolerande effekt. (Bilaga 3) (Sandin, 2010)

3.3.1.2 Innervägg

Majoriteten av alla innerväggar är uppbyggda i tegel med tjocklek på 120 mm med KC-bruk 21:4. Detta med undantag för det skyddsrum som finns på plan 1 som har väggar utformade i 350 mm betong med betongkvalité K300 som är motsvarigheten till dagens hållfasthetsklass C25/30. Betongväggarna är bärande medan tegelväggarna inte har någon bärande funktion. (Bilaga 2)

3.3.1.3 Mellanbjälklag

Mellanbjälklaget är i platsgjuten betong och har varierande tjocklek beroende på var i byggnaden som vi befinner oss. Plattjockleken är något massivare över skyddsrummet, där den är 200 mm men större delen av mellanbjälklaget har en plattjocklek på 160 mm. Betongkvalitén för hela mellanbjälklaget är K300 i klass I. (Bilaga 1 & 2)

3.3.1.4 Tak

Taket består av element av 150 mm tjocka lättbetongplattor, Siporex, vilket är ett vanligt förekommande material i takkonstruktioner över industribyggnader. Lättbetongen har flera positiva beskafterheter i form av goda brand-, vikt- och bärighetsegenskaper. Det utvändiga tätskiktet är utformat i tvålagspapptäckning. (Bilaga 3) (Yxhult AB, 1993)

Taket är ett varmt tak och skiljer alltså inneklimatet från uteklimatet, vilket innebär att värmeflödet går direkt genom taket från byggnadens insida. (Sandin, 2010)

3.3.1.5 Pelare och balkar

Både pelare och balkar är utformade i betong med betongkvalité K300, klass I. De har alla olika dimensioner och är en del av primärkonstruktionen i byggnaden. Takbalkarna är prefabricerade medan pelarna är platsgjutna. (Bilaga 1 & 2)

3.3.1.6 Grundplatta

Grundplattan är platsgjuten och har betongkvalité K300 (klass och tjocklek på betongen framgår ej på ritning). (Bilaga 1)

3.4 Uppvärmning

Byggnaden får sin värmeförsörjning genom ett fjärrvärmesystem och detta är gällande för alla de byggnader som fastighetsägaren innehar.

Ventilationssystemen i byggnaden är varierande men gemensamt för alla är att de är uppkopplade på interna system. Detta är delvis för att fastighetsägaren lättare kan kontrollera hur energianvändningen ser ut för respektive hyresgäst samt att brandspjäll även kan undvikas till viss mån. (Moore, 2013)

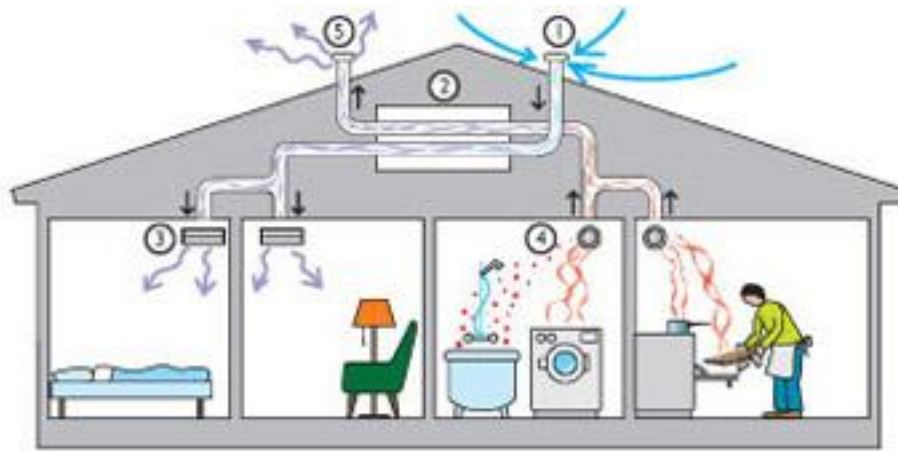
3.4.1 Ventilation

Byggnaden har idag flera olika typer ventilationssystem och var hyresgäst är ansluten till ett internt sådant. Hyresgästen står själv för driften och genom att ha separata system krävs det inte brandspjäll i den mån som behövs om alla hade varit anslutna till ett och samma ventilationssystem. Brandspjäll kan undvikas då det inte finns någon risk för spridning av brandgaser i övriga byggnaden då systemen inte är anslutna till varandra. (Dahlblom & Warfvinge, 2010) I de nyrenoverade delarna av byggnaden har exempelvis nya FTX-system installerats. (Moore, 2013)

3.4.1.1 Från- och tilluftssystem med återvinning, FTX-system

FTX-systemet fungerar på så sätt att uteluft tas med hjälp av en tilluftsfläkt i FTX-aggregatet, in i byggnaden gärna så högt upp som möjligt då luften är som renast där. Luften når sedan FTX-aggregatet där den filtreras och sedan antingen värms med den varma frånluften eller så kyls den av ett kylbatteri. I aggregatet finns förutom filter, fläktar och kylbatteri även värmeåtervinnare och eftervärmningsbatteri. För att systemet skall fungera korrekt krävs det två kanalsystem, ett som behandlar tilluften och ett som tar hand om frånluften. Denna typ av ventilationssystem är passande och även det vanligaste bland lokalbyggnader så som exempelvis skolor, kontor och varuhus då dessa byggnader ofta kräver kraftigare ventilation än bostäder och de ibland även kräver kylning. Genom att värmeåtervinningen av frånluften sker kan

energibesparingarna bli mellan 50-80 procent i jämförelse med att frånluften får gå direkt ut i det fria. (Dahlblom & Warfvinge, 2010) (Energimyndigheten)



Figur 3.6
Hur ett FTX-system fungerar i ett bostadshus.

3.5 Energianvändning

Spelet 12 har under år 2012 haft en värmeenergikostnad på 50,50 kr/kvm/år. Denna siffra är dock något missvisande då ca 700 kvadratmeter av byggnaden stod tom med värmen avstängd under stor del av vintern då en ombyggnation var pågående. Som Fig.10 visar så ser vi att Spelet 12, betecknat S12, har en väsentligt lägre kostnad per kvadratmeter om vi ser till fastigheterna med jämgoda kvadratmeter. Siffrorna som framgår för fastigheten betecknad V7 är troligtvis av högre relevans då denna byggnad varit i bruk under hela perioden. (Moore, 2013)

Fastighet	Kr/kvm
S12/ 855	51
V7/ 973	62
M7/ 975	79
M28/ 976	60
M13/ 977	82

V7 kalkyl	Värme
Kvm totalt	4638,0
KVM värme	4015,0
total kostnad	290913,0
moms	58182,6
moms ej avd 30%	17454,8
Ex moms	232730,4
kostnad	250185,2
Kr/kvm	62,3

M28 kalkyl	Värme
Kvm totalt	4052,0
Kvm värme	2308,0
total kostnad	154406,0
moms	30881,2
moms ej avd 46%	14205,4
ex moms	123524,8
kostnad	137730,2
Kr/kvm	59,7

M7 kalkyl	Värme
Kvm totalt	1814,0
kvm värme	1814,0
total kostnad	170860,0
moms	34172,0
moms ej avd 22%	7517,8
Ex moms	136688,0
kostnad	144205,8
Kr/kvm	79,5

M13 kalkyl	Värme
Kvm totalt	5922,0
kvm värme	4346,0
total kostnad	404874,0
moms	80974,8
ex moms	323899,2
moms ej avd 39%	31580,2
kostnad	355479,4
Kr/kvm	81,8

S12 kalkyl	Värme
Kvm totalt	4576,0
kvm värme	4575,5
total kostnad	276471,0
moms	55294,2
moms ej avd 18%	9953,0
Ex moms	221176,8
kostnad	231129,8
Kr/kvm	50,5

Tabell 3.1 Energikostnad för fastigheten Spelet 12.

3.6 Befintlig verksamhet

Verksamheterna som bedrivs i den befintliga byggnaden idag är relativt spridda. I den lägre delen av byggnaden bedrivs idag en textilhandel samt en möbelaffär. I den högre delen av byggnaden som ligger till väst bakom den lägre delen finns det verksamheter i form av en ateljé samt en kontorslokal. På källarplanet finns idag lagerlokaler av olika varieteter och storlekar. (Moore, 2013)

4 Stadsodlingar på tak

Idag är majoriteten av städernas odlingsytor bebyggda, därför eftersträvas allt fler hållbara system för närproduktion av livsmedel som skall kunna förse stora städer med livsmedel. En lösning på detta är odlingar på byggnaders tak. Studier visar även att stadsodlingar bidrar till minskade luftföroreningar i städerna, där grönväxter, buskar och träd har förmågan att sänka halterna av luftburna partiklar och kvävedioxid som anses vara de värsta luftförorenarna. Med en strategisk odling på tak kan upp till 40 procent av antalet luftburna partiklar och upp till 60 procent av halten kvävedioxid reduceras på gatunivå. (Oker-Blom, 2012)

Samtidigt gynnar de levande taken den befintliga byggnadens energihushållning. På sommaren fungerar växtligheten som avkyllning av värme vilket leder till ett lägre nedkylningsbehov. Under vintertiden å andra sidan fungerar levande tak som energibesparande värmeisolering, den totala energibesparingen beror dock på växternas omfattning på taket och vad som skall odlas. (Veg Tech)

4.1 Odlingar i städer

Runt om i världen finns det en hel del urbana odlingar på tak med olika syften och odlingsmetoder.

4.1.1 Kanada, Montreal

Mohamed Hage är grundaren och verkställande direktör för Lufa Farms som under år 2010 byggde världens första kommersiella växthus på tak, i Montreal. Växthuset levererar dagligen färdiga korgar med färska och lokala råvaror både till handeln samt privatpersoner.

Idag använder Lufa Farms flera olika tekniska lösningar för att effektivisera sina odlingar och samtidigt främja miljön. I anläggningen finns hydroponiska odlingar (se avsnitt 4.2) för minimering av miljöpåverkan och vattenhantering som återcirkulerar 100 procent av bevattningssvattnet i växthuset. Exempelvis finns ett slutet droppbevattningssystem som tillsammans med övriga lösningar skapar ett effektivt växtrikt system med minimal miljöpåverkan. Lufa Farms använder sig inte av bekämpningsmedel i växthuset på grund av hälsorisker som grödorna utsätts för. Istället används biologisk bekämpning i form av insekter såsom nyckelpigor. De släpps in i växthuset för att bekämpa bladlöss som annars skadar växterna. (Kwan, 2012 & Lufa Farms)



Figur 4.1 *Lufa Farms, Montreal.*

4.1.2 USA, New York & Washington D.C

4.1.2.1 *Brooklyn Grange*

Brooklyn Grange är den ledande takodlingsverksamheten i USA.

Verksamheten är kommersiell och försäljning sker lokalt till restauranger och butiker. Idag har Brooklyn Grange två gårdar, en i Queens på en yta på 43 000 kvm och en i Navy Yard på 65 000 kvm. Totalt är verksamhetens odlingsyta 108 000 kvm, med en årlig produktion på cirka 18 ton ekologiskt odlade produkter. Finansiellt har projektet styrts av privat kapital, lån och olika insamlingsevenemang. En finansiär till projektet har exempelvis varit New Yorks institutionen för miljöskydd. Institutionen ansåg bland annat att gården skulle avlasta stora volymer dagvatten, som annars skulle bidra till översvämning i stadens öppna vattendrag. Brooklyn Grange vision utöver kommersiell odling till lokala handlare är att använda de outnyttjade taken och få jordbruket att växa och bli en kraftig industri i stadsmiljö. De vill även påvisa att det urbana jordbruket leder till ökad arbetskraft och en marknadsmässig lön för lantbrukare. Utöver detta har Brooklyn Grange, ekonomiskt sett pekat på att kommersiell odling i stadsmiljö är gynnsamt. Redan under andra året visade verksamheten en tillväxt på hela 40 procent och de planerar att fortsätta exandera kommande år. (Brooklyn Grange)



Figur 4.2 *Brooklyn Grange, Navy Yard.*

4.1.2.2 *Gotham Greens*

Gotham Greens grundades år 2008 av Viraj Puri och Eric Haley. Visionen var att en lokal gård skulle kunna erbjuda restauranger och återförsäljare färska råvaror till konkurrenskraftiga priser året om.

Idag har Gotham Greens en kommersiell växthusanläggning som byggdes år 2011, belägen på en byggnad i Greenpoint, Brooklyn. Anläggningen bedrivs med avancerad teknologi som är framarbetad av växthusföreståndaren Jennifer Nelkin. Maskineriet styrs av ett datorstyrt system som hanterar värme, kyla, bevattning och växtnäring till det hydroponiska systemet.

Gotham Greens använder sig idag utav hydroponisk teknik i deras växthus. Detta bidrar till en hög effektivitet, avkastning och odlingsmetod för livsmedelsproduktion året om. (Gotham Greens)



Figur 4.3 *Gotham Greens, Brooklyn.*

4.1.3 Kina, Hong Kong

Organisationen HK Farm (Hong Kong Farm) grundades i mars år 2012 av en grupp lantbrukare, konstnärer och designers. Initiativtagaren till projektet var Michael Leung som inspirerades av odlingar på tak när han under tre månader arbetade på takodlingen Brooklyn Grange i New York. Efter sin vistelse återvände han till Hong-Kong och har sen dess försökt väcka ett intresse för urban odling. Idag är organisationens vision att förmedla värdet med jordbruk på tak och närproducerad mat. De vill påvisa att odlingar på tak gynnar stadsmiljön, eftersom närproducerade livsmedel minskar koldioxidutsläppen genom kortare transportsträckor. Samtidigt fungerar grönområden på tak som uppsamlare av regnvatten som annars kan leda till översvämningar.

(HK Farm 1 & HK Farm 2)



Figur 4.4 *HK Farm, Hong Kong.*

4.1.4 Nederländerna, Rotterdam

Nederländernas största takodling är Dakakker. Den är belägen på kontorsbyggnaden Schieblock i centrala Rotterdam. Grundidén och designen kom från arkitektbyrån ZUS (Zones Urbaines Sensibles) och utvecklades tillsammans med Environmental Center Rotterdam. Dakakkerplanen fick direkt stöd från ett antal sponsorer som bidrog till att byggnationen kunde genomföras. Tanken är att genom odling i staden ta processen närmre folket och Dakakker drar nytta av detta genom att utbilda barn, ungdomar och vuxna i hur odlingstekniker fungerar så att urbana odlingar skall kunna implementeras som en naturlig del i visionen för framtiden. (Dakakker)



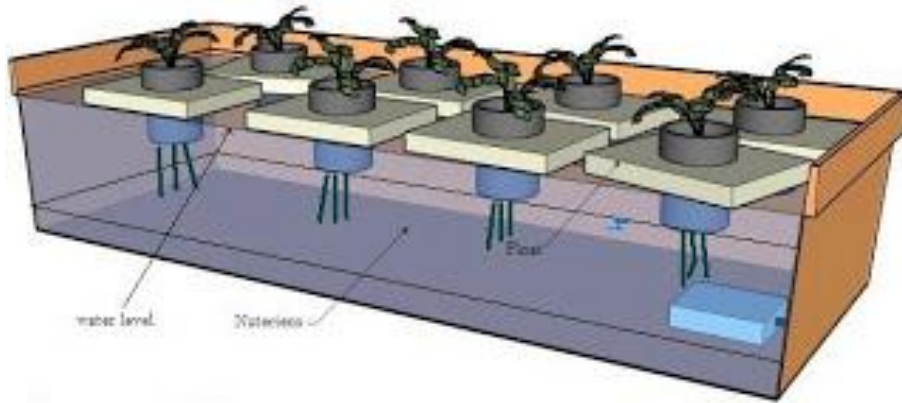
Fig.4.5 *Dakakker, Rotterdam*

4.2 Hydroponiska odlingar

Hydroponisk odling innebär att du helt utan jord odlar dina växter i vatten som är näringsberikat. Det enda mediet som används i denna process är det som fixerar växten i själva systemet. Metoden bygger på att växten tillförs näring via det näringsberikade vatten som den kommer i kontakt med på ett eller annat sätt. Det finns två olika system av hydrosystem, det aktiva och det passiva. Skillnaden i de två systemen ligger i hur näringslösningen kommer i kontakt med växterna. Det *passiva hydrosystemet* bygger på att du själv vattnar eller på något sätt ser till att näringslösningen med hjälp av kapillärkraften når växternas rötter, ofta genom att låta rötterna hänga ner i näringslösningen. Det *aktiva hydrosystemet* bygger på ett system som ofta drivs med pump och innefattar slangar som aktivt driver näringslösningen runt i systemet.



Figur 4.6 *Aktivt hydrosystem i en vertikal odling.*



Figur 4.7 Passivt hydrosystem där rötterna står i direkt kontakt med näringslösningen.

Det finns många fördelar med det hydroponiska systemet bland annat:

- En snabbare tillväxt
- Systemet kräver kortare plantavstånd
- Större skördar på mindre ytor i jämförelse med jordplantering
- Större kontroll över växtens miljö och tillväxtfaktorer
- Systemet är lättskött

Vattnet som rör sig i systemet samt i tanken behöver bytas med jämna mellanrum beroende på vad som odlas, men oftast rör det sig om dryga veckan. Processen i sig är miljövänlig då inga gödningsmedel eller bekämpningsmedel kan ta sig ur det slutna systemet, samtidigt som det används väsentligt mycket mindre vattenmängder än vad som går åt vid odling i jord. Ett hydroponiskt system tar även mindre plats i relation till den sistnämnda metoden då du slipper krukor och de jordmängder som normalt krävs för att odla. Det finns även dokumentation som påvisar att hydroodlade växter innehåller ett högre näringsvärde än vad jordodlade växter innehar. Nackdelarna är beroende på vilken typ av system som används, men ofta är systemen väldigt stora vilket leder till att de blir svåra att flytta på. Det aktiva systemet som bedrivs med pump kan även komma att låta en hel del. (Hydro garden)

5 Växthusteknik

5.1 Placering

Ett växthus placering skall anpassas efter bästa möjliga odlingsförhållande. Det är därför viktigt att huset placeras i förhållande till väderstrecken, för att maximera skörden och uppnå en god ekonomi. Växthusets position behöver även anpassas för att underlätta transporter till och från växthuset. Ett läge nära det befintliga huset, bidrar till lägre kostnader i form av kortare gångsträckor samt el- och vattenledningsdragningar. El i växthuset har stor betydelse om huset skall användas under kalla perioder eller vid belysning av växterna under den tidiga och sena säsongen.

För ett rektangulärt växthus blir det lägre ljusinsläpp om nocken går från norr till söder, än om nockens läge är i öst-västlig riktning. Detta gäller samtliga månader om året. Därför placeras ofta yrkesodlaren det rektangulära växthuset i öst-västlig riktning. Orienteringen spelar däremot mindre roll om huset är kvadratisk eller sammanbyggt av flera sadeltakshus.

En växthusplacering nära skog bör undvikas, eftersom skogen skuggar vid låga solstånd och vid skymning/gryning. Däremot kan ett läge nära en naturlig skugga i form av växtlighet vara gynnsamt. Under våren erhålls dessutom ljus, eftersom att trädet är olövat och mot senvåren får växthuset en hjälpsam skuggning. (Jordbruksverket & Åberg Secher, 2012)

5.2 Kallväxthus och varmväxthus

Kallväxthus är den vanligast förekommande typen av växthus idag. Växthuset håller en temperaturskillnad på cirka 3-4 grader mellan ute- och innetemperatur och värms endast upp med solljuset. Odlingar i kallväxthus sker oftast mellan maj-oktober, beroende på aktuella väderförhållanden. Fördelarna gentemot utomhusodling är att växterna skyddas från vind, regn och snö. Dessutom blir växtligheten ca 3-4 veckor tidigare än om odlingen sker utomhus. Ett kallväxthus kan även kombineras med tillskottsvärme, i form av en termostatstyrd fläkt för att förlänga odlingssäsongen på senhösten och våren. Nackdelen är kostnaden för uppvärmningen, men odlingsperioden börjar ca 3-4 veckor tidigare än i kallväxthuset.

Varmväxthuset har en minimitemperatur på cirka 13 grader. Huset är väl isolerat med isolerad sockel, bubbelfolie eller polykarbonatskiva på väggar och tak samt ett termostatstyrt värmesystem. Utan isoleringen skulle kostnaden för uppvärmningen bli orimligt hög. Fördelarna med varmväxthuset är att växthuset kan nyttjas året om, men samtidigt är kostnaden för

uppvärmning minst tre gånger så hög som för kallväxthuset med tillskottsvärme. (Åberg Secher, 2012)

5.3 Ventilation

Alla växthus kräver ventilation, eftersom att övertemperaturer och fukt behöver ventileras ut. Ventileringen skall ske snabbt och enkelt, så att temperaturen sjunker. Olika växthuskonstruktioner har olika typer av ventilationsluckor och till största del används ventilationsluckor inock. Sidoluckor förekommer även under blåsigare förhållanden på grund av att nockluckorna annars tar stor skada. I yrkesodlarhusen används längsgående ventilationsluckor på båda sidorna om nocken för att anpassa läsidan om det blåser kraftigt från ett håll. Dessutom kan båda sidorna öppnas för att reglera temperaturen snabbt vid varma förhållanden.

Ventilationsluckorna styrs manuellt eller automatiskt. Vid större anläggningar används automatiska luckor, som har många fördelar. Klimatet ändras mycket hastigt under våren och temperaturen stiger fort, med automatiska luckor behövs ingen uppsyn utan allting styrs på automatik. Däremot är det viktigt att även ha en lucka som kan öppnas med ett stag som kan öppnas under sommarmånaderna, för att undvika att kondens uppstår.

Luftläckage är ett stort problem i samband med ventilationsluckor. När luckorna är helt slutna kan läckage förekomma, orsaken är oftast att tätningslisterna är sönder eller har fallit bort. En kontroll av ventilationsluckorna bör därför göras minst en gång per år, för att säkerhetsställa tätheten. Samtidigt skall samtliga kuggstänger smörjas med smörjmedel, som är godkänt för livsmedelsindustri. Anledningen är att den höga temperaturen i växthuset, annars kan medföra att smörjmedel droppar ner på växterna. (Jordbruksverket, Ventilationsinfo & Åberg Secher, 2012)

5.4 Klimat

Ett vanligt problem i växthus är att temperaturen växlar snabbt och temperaturen blir för hög. Ute på en öppen gräsmatta får växthuset sol alla dagens soltimmar, vilket medför en hög temperatur. Ljusinstrålningen är cirka 90 procent i ett enkelglasfönster, vilket är positivt och betydelsefullt stora delar av året. Däremot behöver växthus skuggas under dagens timmar av exempelvis ett träd, husvägg eller filter. Det enklaste sättet att sänka temperaturen och ljusinstrålningen är att använda sig av skugg- och energivävar. Det är tygliknande vävar som hängs upp med krokar och linor på insidan av växthuset. Väven är även tillverkad så att den inte blir skör av solljuset den utsätts av. Skuggvävarna har en livslängd på cirka 10 år och

reflekterar ut värmen bäst om den innehåller ränder av aluminium, som är ett material som inte tar åt sig värme. Väven anpassas efter soljuset och skjuts till sidan med hjälp av vävkrokar och linor.

Varm luft stiger och av den anledningen är det nödvändigt att använda sig utav en fläkt, för att få ett jämnare klimat i växthuset. Cirkulationen och spridningen som fläkten skapar stimulerar även tillväxten hos grödorna. Värmebläkten bör vara termostatstyrd och fungera så att endast fläkten kan vara igång utan att värmen startas. Med en värmebläkt skapas ett klimat i växthuset, som gör att fuktig luft kan transporteras ut och med värmefunktionen kan dessutom odlings säsongen förlängas. (Åberg Secher, 2012)

5.5 Fukt

Luftfuktigheten har en central roll i växthusodling, av den orsaken att den påverkar en rad olika parametrar som exempelvis växtligheten hos växterna. Luftfuktigheten har ett direkt samband med en plantas transpiration och förmågan att ta upp näringsämnen. Växten behöver reglera sin temperatur och en för låg luftfuktighet kan utveckla vattenstress eftersom växten inte kan suga upp lika mycket vatten som den transpirerar. En låg luftfuktighet ökar risken för att klyvöppningarna stängs och planttemperaturen stiger. Stängda klyvöppningar försvårar växtens möjlighet att ta upp koldioxid och den stannar därmed tillväxten. (Jordbruksverket)

5.6 Täckmaterial

5.6.1 Glas

Glas är det elegantaste täckmaterialet för växthus. Det är återvinningsbart och tillverkas av kvartssand samt andra tillsatser och karakteriseras för dess långa livslängd. Idag är glas det dominerande täckmaterialet till växthus. När ett växthusskal byggs upp i glas är det viktigt att inte använda skört material, eftersom att risken för arbetsplatsolyckor ökar om skört glas används vid montering.

Ljusgenomsläppligheten hos glas varierar och är upp till 90 procent hos flytglas, som är glas tillverkade på en bädd av smält tenn, däremot är ljusgenomsläppligheten betydligt lägre om glaset är draget. Därför är det viktigt att få veta hur glaset är tillverkat och dess ljustransmission före köp. (Jordbruksverket & Svensk Trädgård)

5.6.2 Polykarbonat

Polykarbonat är ett material som består av plast med kanaler, kanalplast. Materialet åldras mycket snabbt och får en gul färg av UV-ljuset från solen,

vilket påverkar ljusgenomsläppligheten negativt. Av den anledningen är en av plattornas sida belagd med ett skyddande skikt som oftast är av akryl.

Polykarbonat som täckmaterial finns i tjocklekarna 4-16 millimeter och har en ljusgenomsläpplighet på ca 82 procent vid leverans. Under garantitiden på 10 år, får den sedan minska sitt ljusinsläpp med max 6 procent. Kanalplattorna används i spröjsar istället för glas och ger en betydande energibesparing, då isolerings egenskaperna är bättre än hos glas. För att behålla isoleringsgraden hos kanalplattorna, måste skivorna vara tätt monterade upptill så att kondensvatten kan rinna ut nederintill, annars blir följden att alger bildas, vilket hindrar ljusinsläppet och ger ett smutsigt intryck. Därför bortprioriteras ofta polykarbonat hos yrkesodlaren.

Fördelarna med att använda polykarbonat som täckmaterial är materialets goda slagåtlighet och motståndskraft mot brand. Rekommendationen är att använda polykarbonaten i områden där risken är stor för skadegörelse och stenkastning. Rent brandtekniskt har även materialet goda egenskaper, eftersom det är självslocknande och kan på så sätt fördröja en eventuell brand. (Jordbruksverket) (Åberg Secher, 2012)

5.6.3 Akryl

Akryl är ett täckmaterial i form av kanalplattor i tjocklekarna 16-32 millimeter. Fördelarna med akryl är att det inte förändras när det åldras, det har dessutom en god ljusgenomsläpplighet och isoleringsförmåga.

Ljusinsläppet för akryl ligger emellan ljusgenomsläppligheten för enkelglas och polykarbonat. Ett stort och vanligt förekommande problem förr var att akrylskivorna sprack längs kanalerna eller på tvären efter en tid, problemet har dock försvunnit på skivor som är tillverkade efter år 1980. Nackdelar med akryl är att plattorna är spröda, de kan därför inte användas på platser där det förekommer risk för stenkastning och liknande. Ur brandsynpunkt är materialet dåligt, eftersom akryl brinner mycket lätt och snabbt.

(Jordbruksverket)

5.6.4 Plastfolie

Plastfolie har blivit ett allt vanligare täckmaterial i växthus och används idag i framförallt enklare säsongshus. Materialet förekommer oftast i tjockleken 0,2 mm och tillverkas av mineralolja och är ett material som inte kan återvinnas.

Vid avfallshantering kan det skickas till förbränning för återvinning av energin. Plastfoliens fördelar är att det är ett billigt material med goda egenskaper. Vid användning av två skikt plastfolie med mellanliggande luftspalt, uppnås ett U-värde som kan jämföras med 16 mm akryl eller polykarbonat. Enskikts plastfolie används främst i enklare säsongsväxthus men då säsongsväxthus börjar brukas redan i mars-april, är två skikt att föredra. Merkostnad för dubbelskiktad plastfolie fås igen snabbt genom en låg

energinvändning och ökad kvalitet på produkterna i växthuset. Plastfolier idag består av tre skikt. De två yttersta skikten är uppbyggda av polyeten med ett mellanliggande skikt av etenvinylacetet. En kombination som bidrar till en plastfolie med god UV-beständighet, hållfasthet samt ljusgenomsläpplighet. (Jordbruksverket)

6 Åtgärder för Spelet 12

6.1 Konstruktionsberäkningar på befintligt tak

För att bedöma om vi kan plana ut det befintliga taket på Spelet 12 och använda det som grund i växthuset kontrollerar vi det befintliga takets lastkapacitet.

6.1.1 Antaganden och avgränsningar

Följande beräkningar kommer att utgöra grundläggande konstruktionsberäkningar på befintliga konstruktionsdelar på Spelet 12. Vi kommer exempelvis kontrollera om det existerande Siporex-taket och takbalkarna, (RB/F 20/50) är överdimensionerade och kan klara av en eventuell påbyggnad utan förstärkning.

Eftersom att de erhållna konstruktionsritningarna är från år 1960 används flera äldre benämningar och kvalitéer. De olika säkerhetsklasserna definierades dessutom annorlunda förr, vilket försvårar beräkningarna och flera antaganden kommer därför att krävas. Vid våra beräkningar kommer vi använda den europeiska normen Eurokod och lastkombination STR-B 6.10b. Den lastkombination väljer vi eftersom den används vid dimensionering av konstruktionselement samt när de permanenta lasterna inte är dominerande. Då ett stort problem är att få fram lastkapaciteter på byggnadsdelar som idag inte används i lika stor utsträckning, kommer vi endast kontrollera Siporex och takbalkarna för att sedan dra slutsatser utifrån dessa resultat.

Källorna inom parantes i avsnitt 6.1.2 är hämtade från Isaksson & Mårtensson, 2010 om inget annat anges.

6.1.2 Tak i Siporex

Egentyngden för taket i Siporex beräknas med uppgifter hämtade från tabell 6.1.

Kvalitetsgrupp	400	450	500
Leveransdensitet kg/m ³	530	630	740
Tjocklek mm	Konstruktionstyngd kN/m ²		
200	0,85	1,00	1,20
250	1,05	1,25	
300	1,25	1,50	

Tabell 6.1 *Konstruktionstyngder för Siporex*

Eftersom angivelser på kvalitetsgruppen för Siporex saknas på ritningarna antas lägsta kvalitetsgrupp dvs. 400.

För 150 mm Siporex blir konstruktionstyngden enligt tabell 6.1:

$$\left(\frac{0,85}{200}\right) * 150 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

$S = \text{Snölast}$

$S_k = \text{Snölastens grundvärde, som varierar med snözon}$

$\mu = \text{Dimensionslös formfaktor som beror av takets geometriska utformning}$

$C_e = \text{Exponeringsfaktor för olika topografier}$

$\gamma_d = \text{Partialkoefficient som beaktar osäkerheten vid dimensionering}$

$\Psi = \text{Lastkombinationsfaktor som varierar med olika typer av laster}$

$q_k = \text{Nyttig last}$

$q_d = \text{Dimensionerande last}$

Snölast

Snölast Malmö $\rightarrow S_k = 1 \text{ kN/m}^2$ (Tab 1.9)

Normal topografi $\rightarrow C_e = 1,0$ (Tab 1.8)

Den termiska koefficienten som beror av energiförluster genom taket är normalt $C_t = 1,0$

Taklutning $\sim 3^\circ \rightarrow \mu = 0,8$ På hela taket (Tab 1.10)

$$S = \mu C_e C_t S_k = 0,8 * 1 * 1 * 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Siporex-tak \rightarrow Säkerhetsklass 3

$\gamma_d = 1$ Stor risk för allvarliga personskador (Tab 2.3)

Snölast $\psi = 0,6$ (Tab 1.6)

Nyttig last

Nyttig last = C3: Utrymmen utan hinder för människor i rörelse (t.ex. museer, utställningslokaler, kommunikationsutrymme i offentliga byggnader)
(Tab.1.6)

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad \psi = 0,7 \quad (\text{Tab 1.7})$$

Tak i brottgränstillståndet (STR-B 6.10b) (Tab 1.3)

$$q_d = \gamma_d 1,2 G_k + \gamma_d 1,5 Q_k$$

$$q_d = 1 * 1,2 * 0,64 + 1 * 1,5 * 0,8 = 1,97 \text{ kN/m}^2$$

Detta är den approximerade dimensionerande lasten för Siporex-taket idag.

Om taket används som bjälklag blir de nya lasterna

Snölast som huvudlast

$$q_d = 1 * 1,2 * 0,64 + 1 * 1,5 * 0,8 + 1 * 1,5 * 0,7 * 2,5 = 4,59 \text{ kN/m}^2$$

Nyttig last som huvudlast

$$q_d = 1 * 1,2 * 0,64 + 1 * 1,5 * 2,5 + 1 * 1,5 * 0,6 * 0,8 = 5,24 \text{ kN/m}^2$$

Den nya dimensionerande lasten på det befintliga taket blir således $5,24 \text{ kN/m}^2$ utöver egentyngd från växthusets egentyngd.

Tabell 6.2 är hämtad från lättbetonghandboken och visar dimensionering i brottgränstillståndet för takelement i Siporex med hänsyn på kvalitetsgrupp, bredd, märklast, tjocklek samt längd på elementen.

Tabell 3. Standardlängder för Takelement TE

Kvalitetsgrupp	Bredd (M=100 mm)	Märklast kN/m ²	Tjocklek mm	Längd ¹⁾															
				12M	18M	21M	24M	30M	36M	42M	48M	54M	60M	66M ¹⁾	72M ¹⁾	78M ¹⁾	80M ¹⁾		
400 ¹⁾	6M	1,8	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		1,7	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6M	2,1	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		2,8	250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
450	6M	1,3	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		1,7	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6M	2,1	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		2,8	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
500 ²⁾	6M	1,3	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		1,7	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6M	2,1	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		2,8	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6M	4,0	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	4,0	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

¹⁾ Siporex ²⁾ Ylong för Takelement TEV ³⁾ 60M och 72M är vanligaste och mest ekonomiska längder ⁴⁾ Kan även erhållas för märklast 2,6 kN/m²

Tabell 6.2 *Kvalitetsgrupp, bredd, märklast, tjocklek och längd för takelement i Siporex*

Märklast

"Vid dimensionering i brottgränstillståndet

Elements lastkapacitet i brottgränstillståndet anges av märklasten uttryckt i kN/m^2 . Märklasten anger den jämnt utbredda last utöver egentygnd som elementen med erforderlig säkerhet tillåts bära i brottgränstillståndet."
(Yxhult AB, 1993)

Om Siporex används som bjälklag skall den klara av att bära upp en last på

$$q_d = 1 * 1,5 * 2,5 + 1 * 1,5 * 0,6 * 0,8 = 4,47 \text{ kN/m}^2$$

I ovanstående beräkning har egentygnden för elementen räknats bort, då märklasten endast anger last utöver egentygnd.

Följande förutsättningar antas från tabell 6.2

Kvalitetsgrupp	500
Märklast	$4,0 \text{ kN/m}^2$
Tjocklek	200 mm
Längd	4800 mm

Förutsättningarna som antagits ovan gäller högsta kvalitetsgrupp, högsta märklast, största tjocklek samt största längd för takelement i Siporex. Exemplet tillåter en märklast på $4,0 \text{ kN/m}^2$, vilket inte räcker till då märklasten är $4,47 \text{ kN/m}^2$ enligt tidigare beräkningar. I dessa $4,47 \text{ kN/m}^2$ har samtidigt inga ytterligare laster från växthuset räknats med. Bjälklaget kommer alltså utöver $4,47 \text{ kN/m}^2$ att belastas av egentygnder från växthuset. Dessutom framkommer inte heller någon kvalitetsgrupp på Siporexens på konstruktionsritningarna, och därför kan inte kvalitetsgruppen säkerhetsställas. Även tjockleken är mindre i vårt fall än i exemplet eftersom den är 150 mm. Märklasten bör därmed vara mindre än $4,0 \text{ kN/m}^2$ i vårt fall. Slutsatsen blir således med ovanstående motiveringar att Siporex inte kommer att kunna användas som grund i växthuset.

6.1.3 Takbalkar RB/F 20/50

Egentyngder:

Tak Siporex $0,64 \text{ kN/m}^2$, bortsett från taktäckning såsom papp
Takbalkar $2,4 \text{ kN/m}$ (Se figur 6.1)

```
TVÄRSNITTSDATA:
EGENTYNGD 2.40 kN/m
AREA 0.1033 m2
TP-AVST FR UK 0.247 m
TRÖGHETSMOMENT 0.002201 m4
BETONG K60
ARMERING:
TRÅD SS1757-05
Ae1 = 588 mm2 (σp1= 1450 MPa)
Ae2 = 140 mm2 (σp1= 1450 MPa)
FÖRLUSTDATA FF1 FF2 TOT
KRYMPNING 0.2 0.2 0.4 %
KRYPTAL 1.0 1.5 2.5
RELAXATION 4.0 4.5 8.5 %
```

Figur.6.1 Egentyngd för takbalk RB/F 20/50

$$\text{Snölast} \rightarrow S = \mu C_e C_t S_k = 0,8 * 1 * 1 * 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Takbalkar → Säkerhetsklass 3

$$\gamma_d = 1 \quad \text{Stor risk för allvarliga personskador (Tab 2.3)}$$

Centrumavståndet för balkarna har uppmätts till 4,2 m på konstruktionsritningarna.

Takbalkar i brottgränstillståndet (STR-B 6.10b)

$$q_d = \gamma_d 1,2 G_k + \gamma_d 1,5 Q_k$$

$$q_d = (1 * 1,2 * 0,64 + 1 * 1,5 * 0,8) * 4,2 + 1 * 1,2 * 2,4 = 11,15 \text{ kN/m}$$

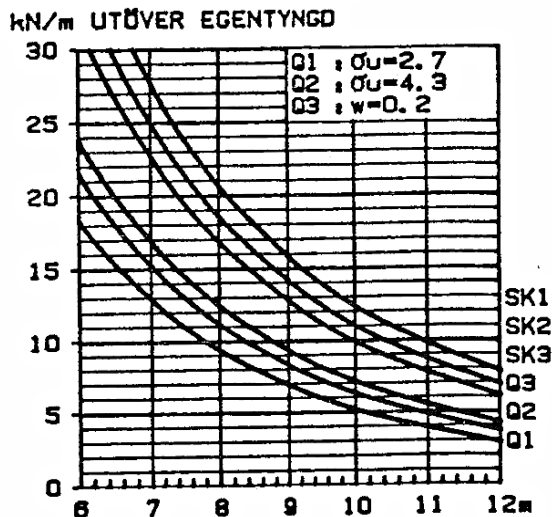
Utan balkens egentyngd är lasten

$$q_d = (1 * 1,2 * 0,64 + 1 * 1,5 * 0,8) * 4,2 = 8,27 \text{ kN/m}$$

De befintliga takbalkarna på Spelet 12 bör ha dimensionerats för en minsta last på ca $8,27 \text{ kN/m}$, utöver egentyngden.

Utifrån dimensioneringsdiagram från Strängbetong på balkar i dimensionen 20/50, bestämmer vi vilken balk som använts. Figurerna 6.2 och 6.3 visar lastkapacitet för en RB/F 20/50 med min armering.

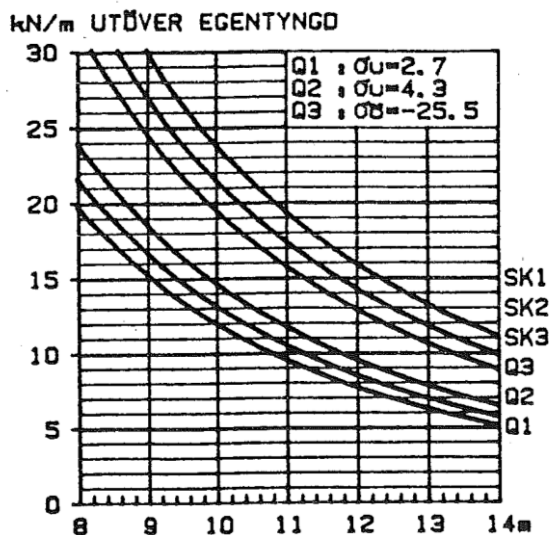
LASTKAPACITET:



Från konstruktionsritningarna har en längd på RB/F 20/50 mätts till ca 11 m. Enligt figur 6.2 ger säkerhetsklass 3 och en längd på 11 m en lastkapacitet på ca 8 kN/m utöver balkens egentyngd. Eftersom att vår last överstiger detta värde och taktäckningen är försummad i tidigare beräkningar utesluter vi en balk med min armering, då lastkapaciteten inte räcker till.

Figur 6.2 Lastkapacitet för takbalk med min armering.

LASTKAPACITET:



Takbalkarna bör därför vara av typen RB/F 20/50 med max armering. Med samma förutsättningar som ovan är den dimensionerade lasten för balken med max armering ca 16 kN/m utöver balkens egentyngd, enligt figur 6.3. De befintliga lasterna på byggnaden uppgår till 8,27 kN/m, utöver balkens egentyngd. Balkarna är således överdimensionerade om de har max armering.

Figur 6.3 Lastkapacitet för takbalk med max armering

Med konstruktionsritningarna och standarder från Strängbetong har vi kunnat konstatera att takbalkarna förmodligen är överdimensionerade. Fallet kan däremot vara att strängbetongbalkarna i byggnaden har en armering mellan min och max armeringen. Samtliga beräkningar bygger på antaganden och vi har antagit att hela primärkonstruktionen är dimensionerad för en lastkapacitet utöver den befintliga. Denna avgränsning har vi gjort för att vi skall kunna gå vidare med arbetet.

6.2 Konstruktionslösning på befintligt tak

Eftersom att fastighetsägaren helst vill undvika ingrepp i den befintliga byggnaden, har detta undvikits. Valet har därför blivit ett nytt bjälklag som vilar på ett helt nytt pelarsystem på byggnadens utsida. Detta eftersom att taket i Siporex inte är dimensionerat för de laster som växthuset hade medfört. För att undvika alltför stora dimensioner på balkarna med hänsyn till spännvidden på 32 meter, kommer stålpelare/stålstolpar föra ner mindre laster på det befintliga husets primärkonstruktion.

6.2.1 Grund

En grunds uppgift är att föra över laster från stommen till marken och består av byggnadens nedersta bärande delar. Vanligt förekommande grunddelar är grundplattor, pålar, grundmurar, grundplintar och grundbalkar. (Sandin, 2007)

I vårt fall kommer växthusets grund att bestå av pelare som för ner laster till marken och befintlig byggnad. De nya pelarna förankras i marken på byggnadens utsida och sträcker sig hela vägen upp till det nya bjälklaget. Eftersom att spännvidden är lång, kommer det krävas att befintlig byggnads primärsystem bär upp nya laster som uppkommer i samband med påbyggnaden. Utifrån konstruktionsberäkningarna har vi förutsatt att primärkonstruktionen i den gamla byggnaden klarar dessa laster.

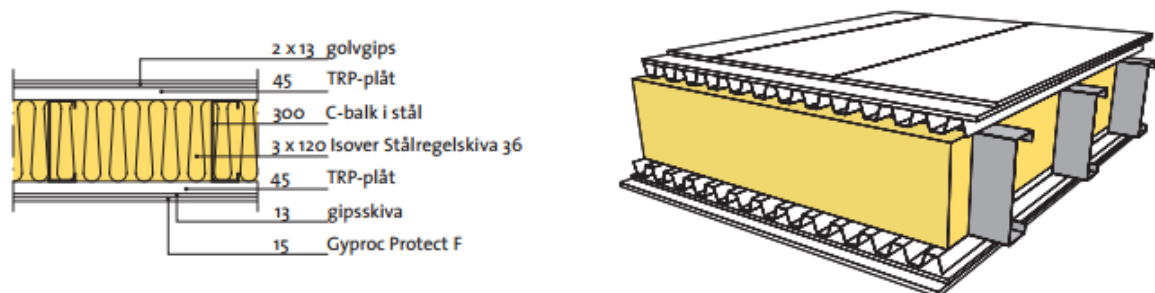
6.2.2 Bjälklag

Ett bjälklag skall ta upp och fördela laster, för att sedan föra ner dessa till grunden. Kraven på ett bjälklag beror på vilken typ av bjälklag det gäller. Mellanbjälklag ställer exempelvis sällan krav på fukt och värmeisolering, vilket ett botten- och vindsbjälklag gör. Av den anledningen måste bjälklaget anpassas efter användningsområde. Ett bottenbjälklag ställer krav på värmeisolering och fuktskydd, där kraven på värmeisoleringen normalt är enkel att uppnå. Fuktskyddet å andra sidan är inte lika enkelt, många fuktskador har uppstått i form av mögelväxt vid användning av träbaserade material på bjälklagets undersida. Därför är det säkrast att använda helt oorganiska material i bottenbjälklag. (Sandin, 2009)

Fallet vid en växthuspåbyggnad över det befintliga taket, medför en kombination av ett mellanbjälklag och bottenbjälklag. Den nya plattan kommer t ex inte vara i direktkontakt med jord. Däremot kommer ett luftrum skapas mellan det befintliga taket och det nya bjälklaget, som kan ses som en form av krypgrund. Fuktförhållandena blir därmed annorlunda och andra krav kommer att ställas på vårt bjälklag.

Vi har valt att utforma ett bjälklag i stål med trapetsplåt. Bjälklaget består således inte av några organiska material, vilket reducerar risken för uppkomst av mögelpåväxt. Samtidigt erhålls ett bjälklag med låg egentyngd, i jämförelse med ett betongbjälklag.

Figur 6.4 visar ett förslag på det nya bjälklaget och hur det kan se ut. Bjälklaget kommer sedan att anpassas efter bland annat lasterna och de byggtkniska kraven som ställs.



Figur 6.4 Förslag på bjälklagskonstruktion

6.3 Växthusets uppbyggnad

6.3.1 Stomme

Stommen, takstolsben, takstol och åsar i det nya växthuset kommer att utföras i stål med spröjs i aluminium, eftersom att stålkonstruktioner skuggar betydligt mindre än träkonstruktioner, exempelvis limträ. Stålet som används skall vara galvaniserat både invändigt och utvändigt. Det är viktigt för att förhindra rostangrepp på stomdelarna, som uppstår i samband med kondens. (Jordbruksverket)

6.3.2 Infästning av stommens delar

Takstolsbenen i växthus kallas även ståndare. De är antingen ingjutna direkt i grunden som utgörs av en grundmur eller plintar. Det förekommer även att benen skruvas fast i fästjärn som i sin tur är ingjutna i grundmuren eller plintar, vilket skapar en rörlig/ledad infästning. Fördelen är således att en

ledad infästning bidrar till större rörelse i växthuset. Traditionellt är att takstolsben av I-järn eller U-järn som är utplacerade med ett avstånd på 2,7–3,6 meter. Uppe på takstolsbenen placeras sedan takstolarna som svetsas fast eller fästs in med bultar. På samtliga åsar ligger sen spröjsen som håller fast täckmaterialet i växthuset. (Jordbruksverket)

6.3.3 Spröjs

Spröjsen i växthuset kommer att vara i aluminium, eftersom att det är ett underhållsfritt material med lång livslängd. Nackdelen med aluminium är dock att materialet leder värme bättre än trä. Trots detta är aluminium det dominerande materialet vid framställning av spröjs sen 70-talet. Glasrutorna i växthuset placeras sedan i aluminiumspröjsen med en aluminiumlist och tätas därefter med en gummilist för att skapa ett tätt klimatskal. (Jordbruksverket)

6.4 Ventilationslösning

Ventilationen i växthuset kommer framför allt ske genom att ventilationsluckor installeras i nocken, dessa luckor regleras per automatik med hjälp av en sensor som känner av inomhusklimatet. Detta är det vanligaste sättet att ventilera växthus på. Utöver det kommer ventilation ske genom externt utplacerade fläktar inuti växthuset som kommer vara aktiva då ytterligare ventilation krävs. På grund av att den redan befintliga ventilationen i byggnaden under är sluten, kan inte denna nyttjas i växthuset. (Jordbruksverket)

6.5 Energianvändning

Enligt Boverkets byggregler skall i allmänhet byggnader utformas så att energianvändningen begränsas. Detta skall uppfyllas genom att värmeförlust och kylbehovet hålls lågt samt att byggnaden skall ha effektiv värme-, kyl- och elanvändning. Dessa krav går dock inte att tillämpa på växthus då byggnaden inte skulle kunna användas för sitt ändamål i sådant fall. Därför har ett undantag gjorts för växthus i BBR. (Boverket 2)

6.5.1 Uppvärmning

Växthuset kommer kräva uppvärmning under vinterhalvåret då temperaturen inte kommer kunna hållas tillräckligt hög inne i växthuset bara med hjälp av solstrålning. Förutom den gratisvärme som kommer in i växthuset via solstrålningen står valet av uppvärmningssystem mellan luftburen- och vattenburen värme. Vikten av projekteringen är stor oavsett vilket som väljs, då ett illa planerat värmesystem kan generera till onödigt stor energianvändning och ojämnt klimat i byggnaden. (Jordbruksverket)

Då byggnaden idag uppvärms med fjärrvärme är den enklaste lösningen att koppla samman detta med växthuset. I växthusanläggningen kommer vi att använda oss av ett vattenburet system som via värmeslingor värmer upp anläggningen till den önskade temperaturen på 15 grader.

Tillskottsvärme kommer även generas från de människor som vistas i lokalen, samt den armatur och de pumpar som driver den hydroponiska odlingen.

6.6 Simulering av energianvändning och temperaturer

För att göra byggnaden så energieffektiv som möjligt har vi utfört energisimuleringar i simuleringsprogrammet Derob LTH. Då växthusets klimatskal är utformat i glas gör vi simuleringar på enkelglas respektive 2-glas med och utan väv.

6.6.1 Beskrivning av simuleringarna

Energisimuleringsprogrammet Derob LTH, vilket är utvecklat på arkitekturskolan vid University of Texas, Austin, USA och sedan vidareutvecklat på LTH, avdelningen för Energi och byggnadsdesign, institutionen för Arkitektur och byggd miljö är det verktyg som vi använt oss av för att göra våra energiberäkningar. En av programmets egenskaper är att hänsyn tas till hur solavskärmningar och solinstrålning påverkar byggnadens energibalans. I Derob LTH för vi in de element och parametrar som byggnaden påverkas och beror av. Efter simulering fås resultat i form av exempelvis energianvändning, samt temperaturskillnader inuti byggnaden. (Derob LTH)

Vi har simulerat dels energianvändningen under ett år, dels temperaturvariationen i växthuset under en sommardag. För helårssimuleringen har fokus legat på att få fram energianvändningen under ett år, för att sedan se om enkelglas eller 2-glas är mest effektivt i detta avseende. Här har vi även sett till vilken effekt en skuggväv integrerad i byggnaden har.

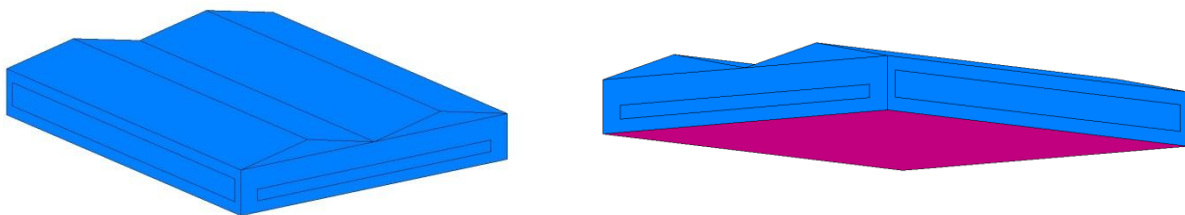
I våra andra simuleringar har vi jämfört vilken inverkan enkelglas, 2-glas samt skuggväv har på temperaturskillnaden inuti byggnaden. Detta har vi gjort under en normaldag i juli då temperaturen är som mest kritisk och då det finns risk för att inomhustemperaturen blir för hög, detta sett till växternas levnadskriterier som tillåter temperaturer mellan 15 och 28 °C.

Ventilationen i byggnaden består utav de ventilationsluckor som är placerade i taknocken samt ett par mindre sådana som är placerade längs husets långsidor. Ventilationsluckorna motsvarar totalt 15 procent av bottenareans storlek och

kommer stå för majoriteten av byggnadens ventilering. Vår placering av ventilationsluckor på långsidorna i figur 6.5 är inte realistiska i praktiken. Den orealistiska placeringen grundar sig i att programmet inte kan beräkna den fulla ventilerings effekten om elementen inte är helt vertikala.

Byggnaden i övrigt är en förenkling, då den i realiteten har en mer avancerad utformning. Den beräknade volymen är dock jämförlig med den som i verkligheten skall komma att bli. Bjälklaget är utformat efter figur 6.4.

Vi har under simuleringarna även antagit ett värde på den tillförda värmen, detta är satt till 1000 W/h. Siffran grundar sig på värmestillskott från de människor som kan tänkas röra sig i byggnaden samt de befintliga armaturerna och annan eventuell elektronisk utrustning. Värdet är uppskattat eftersom det är väldigt svårt att förutse hur många människor som kommer att röra sig i byggnaden samt hur armaturen kommer figurera.



Figur.6.5 Modellen som användes i Derob LTH

6.6.2 Simuleringar på en normaldag i juli

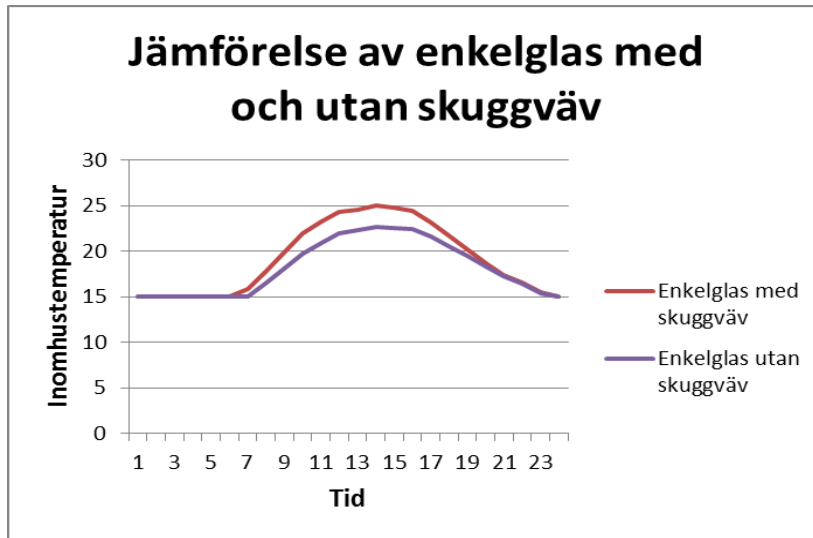
Vi har simulerat följande fall:

- Fall 1: Enkelglas utan skuggväv
- Fall 2: Enkelglas med skuggväv
- Fall 3: 2-glas utan skuggväv
- Fall 4: 2-glas med skuggväv
- Fall 5: 2-glas med skuggväv och kontrollerad ventilation

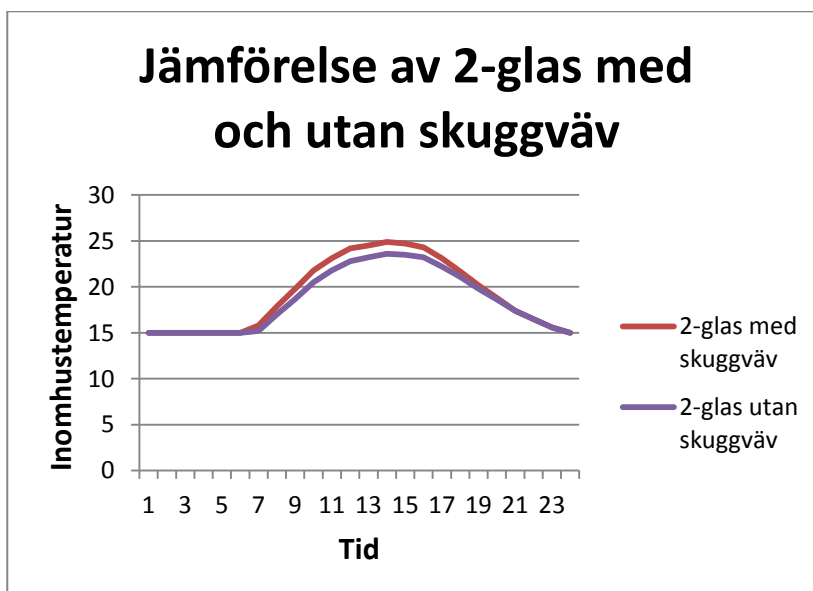
I de fall då skuggväven används så är den aktiv under hela dygnet.

Konstanta förutsättningar för fall 1-4 under dygnets 24 timmar:

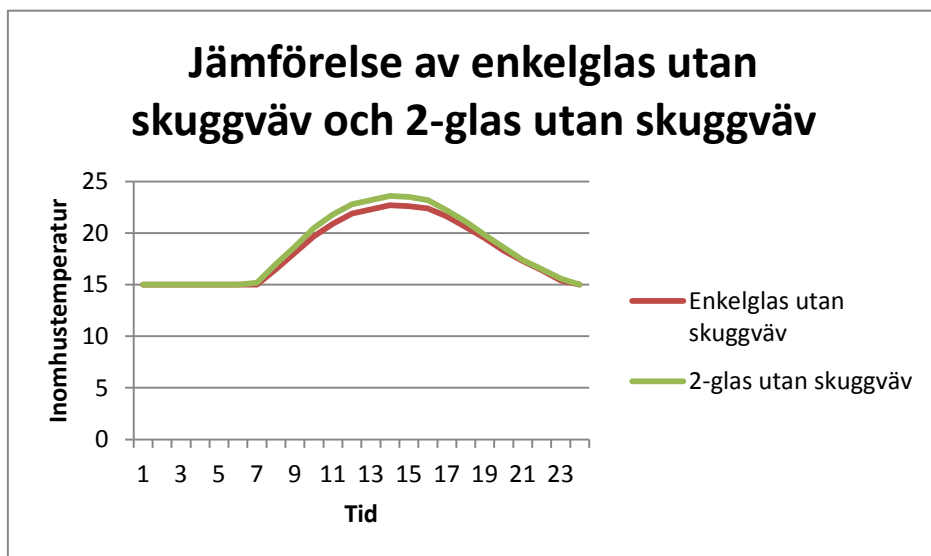
Luftläckage vid $dP = 50$ Pa	1 l/s m ²
Lägsta temperatur i växthuset	15°C
Tillförd värme	1000 W
Ventilation	100 %



Figur 6.6 *Temperaturförändringen över dygnet för enkelglas med och utan skuggväv*



Figur 6.7 *Temperaturförändringen över dygnet för 2-glas med och utan skuggväv*



Figur 6.8 *Temperaturförändringen över dygnet för enkelglas och 2-glas båda utan skuggväv.*

Resultaten från simuleringarna av fall 1-4 visas i figurerna 6.6–6.8 där inverkan av glastyp och skuggväv jämförs. Resultaten visar att val av fönstertyp och användning av skuggväv inte har någon större inverkan på inomhustemperaturen, sett till en normal dag i juli.

För att undersöka om växthusets inomhusklimat håller sig inom spannet på 15-28°C utan ventilation för enkelglas respektive 2-glas jämförs fall 2 och 4.

Konstanta förutsättningar för fall 2 och 4 under dygnets 24 timmar:

Luftläckage vid $dP = 50$ Pa	1 l/s m ²
Lägsta temperatur i växthuset	15°C
Tillförd värme	1000 W
Ventilation	0 %

Enkelglas med skuggväv Ventilation 0%			2-glas med skuggväv Ventilation 0%		
Tid, tim	Utomhustemperatur	Inomhustemperatur	Tid, tim	Utomhustemperatur	Inomhustemperatur
1	13,8	19,3	1	13,8	24,3
2	13,1	17,7	2	13,1	22,1
3	12,5	16,3	3	12,5	20,3
4	11,9	15,1	4	11,9	18,6
5	12,5	16,9	5	12,5	20,1
6	13,2	22,4	6	13,2	25,9
7	14,1	31,8	7	14,1	36,2
8	15,2	43,3	8	15,2	49,1
9	16,3	54,8	9	16,3	61,9
10	17,4	67,3	10	17,4	75,8
11	18,3	75,2	11	18,3	85
12	19,1	81,1	12	19,1	91,9
13	19,6	81,9	13	19,6	93,5
14	20	83,6	14	20	95,7
15	20,1	82,1	15	20,1	94,8
16	20,2	78,2	16	20,2	91,1
17	19,9	68,9	17	19,9	81,4
18	19,4	59	18	19,4	70,7
19	18,7	48,6	19	18,7	59,4
20	17,9	39,3	20	17,9	49,3
21	17,1	31,2	21	17,1	39,8
22	16,3	26,6	22	16,3	34,1
23	15,4	23,6	23	15,4	30,2
24	14,5	21,2	24	14,5	26,9

Tabell 6.5 *Temperaturer under ett dygn för en normaldag i juli för enkelglas med skuggväv respektive 2-glas med skuggväv och utan ventilation för de båda valen.*

Resultaten från simuleringarna av fall 2 och 4 visas i tabell 6.5 och tyder på alldeles för höga inomhustemperaturer. Eftersom att högst temperatur uppnås med 2-glas med skuggväv, har vi i kommande fall anpassat ventilationen som för närvarande maximalt motsvarar 15 procent av bottenarean för att se om önskat klimat kan uppnås.

Konstanta förutsättningar för fall 5 under dygnets 24 timmar:

Luftläckage vid $dP = 50$ Pa	1 l/s m ²
Lägsta temperatur i växthuset	15°C
Tillförd värme	1000 W
Ventilation	Varierande mellan 0-70%

2-glas med skuggväv och kontrollerad ventilation			
Tid, tim	Utomhustemperatur	Inomhustemperatur	Ventilation
1	13,8	16,8	0
2	13,1	16	0
3	12,5	15,2	0
4	11,9	15	0
5	12,5	16,8	0
6	13,2	23,2	0
7	14,1	20,3	25
8	15,2	24	25
9	16,3	23,1	50
10	17,4	25,8	50
11	18,3	25,1	70
12	19,1	26,3	70
13	19,6	26,5	70
14	20	26,9	70
15	20,1	26,5	70
16	20,2	26	70
17	19,9	24,4	70
18	19,4	23,7	50
19	18,7	21,6	50
20	17,9	20,8	25
21	17,1	18,5	25
22	16,3	18,9	0
23	15,4	18,5	0
24	14,5	17,7	0

Tabell 6.6 Här framgår att önskat klimat i växthuset kan åstadkommas med hjälp av den anpassade ventilationen till 0-70 % av maxventilationen.

6.6.3 Helårssimulering

Då energisimuleringen utfördes var det intressanta att se hur energianvändningen per år såg ut beroende på vilken fönstertyp som användes.

Konstanta förutsättningar för fall 1-4 under hela året:

Luftläckage vid $dP = 50$ Pa	1 l/s m ²
Lägsta temperatur i växthuset	15°C
Tillförd värme	1000 W
Ventilation	0 %

- Fall 1: Enkelglas utan skuggväv
- Fall 2: Enkelglas med skuggväv
- Fall 3: 2-glas utan skuggväv
- Fall 4: 2-glas med skuggväv

Resultaten av simuleringarna visas i tabell 6.7

Fall.1		Fall.2	
Enkelglas utan skuggväv Ventilation 0%		Enkelglas med skuggväv Ventilation 0%	
Månad	Uppvärmning, kWh	Månad	Uppvärmning, kWh
1	158327,5	1	61295,8
2	139591,4	2	49657,6
3	115679,1	3	37094,9
4	68413,8	4	18702,3
5	30478,7	5	6132
6	11771	6	1436
7	7449,6	7	914,2
8	8369,9	8	1330,9
9	21430,5	9	5144,5
10	53315,6	10	16772,8
11	100152,9	11	35971,6
12	143678,9	12	56720,3
Total	858658,6	Total	291171,9
	715,5 kWh/m²		242,6 kWh/m²
Fall.3		Fall.4	
2-glas utan skuggväv Ventilation 0%		2-glas med skuggväv (helår) Ventilation 0%	
Månad	Uppvärmning, kWh	Månad	Uppvärmning, kWh
1	71476,8	1	39298,9
2	59653,7	2	30744,2
3	45336,2	3	21274
4	24282,3	4	8997,8
5	8915,7	5	1951,3
6	2605,1	6	209,9
7	1600,9	7	187,9
8	2101,9	8	298,8
9	6937	9	1988,7
10	20310	10	9132,5
11	42002	11	22122,7
12	65267,2	12	36624,8
Total	350488,8	Total	172831,6
	292,0 kWh/m²		144,0 kWh/m²

Tabell 6.7 Sammanställning av helårssimulering

Tabellerna visar att de fall som är mest gynnsamma med avseende på energiförluster är enkelglas och 2-glas där skuggväven är i bruk.

Procentuell skillnad i energianvändning mellan fall 1 & 2:

$$\frac{858658,6 - 291171,9}{858658,6} = 0,6608 \approx 66 \%$$

Procentuell skillnad i energianvändning mellan fall 3 och 4:

$$350488,8 - 172831,6 = 177657,2$$

$$\frac{177657,2}{350488,8} = 0,5068 \approx 51\%$$

Vid enkelglas kan energibesparingar på 66 procent göras om skuggväv används. Vid 2-glas görs en besparing på 51 procent då väven brukas. Eftersom tanken är att se vilken fönstertyp som är mest energieffektiv jämförs enkelglaset och 2-glaset då de är som mest effektiva, alltså fall 2 och 4.

$$291171,9 - 172831,6 = 118340,3$$

$$\frac{118340,3}{291171,9} = 0,4064 \approx 41 \%$$

Resultatet påvisar att energibesparingar på 41 procent kan göras om 2-glas används istället för enkelglas vid användande av skuggväv.

6.6.4 Uppvärmningskostnad

Genom att använda oss utav 2-glasfönster med skuggväv, som vägg- och takelement i växthuskonstruktionen kommer uppvärmningskostnaden att bli:

0,82 kr/kWh (E.ON)

$$172831,6 * 0,82 = 141721,9 \text{ kr/år}$$

Detta leder i sin tur till att energikostnaden per kvadratmeter blir:

Bottenarea: 1200 m²

$$\frac{141721,9}{1200} = 118,10 \text{ kr/m}^2/\text{år}$$

Används däremot enkelglas fönster med skuggväv kommer uppvärmningskostnaden per år uppgå till:

$$291171,9 * 0,82 = 238761,0 \text{ kr/år}$$

Alltså kommer kvadratmeterpriset per år att bli:

$$\frac{238761,0}{1200} = 198,97 \text{ kr}/m^2/\text{år}$$

Om 2-glasfönster används istället för enkelglas blir besparingen på totalt:

$$238761,0 - 141721,9 = 97039,1 \text{ kr}/\text{år}$$

Vilket resulterar i en skillnad per kvadratmeter på:

$$198,97 - 118,10 = 80,87 \text{ kr}/m^2/\text{år}$$

6.7 Gestaltungsförslag

De tre gestaltungsförslagen är alla uppbyggda efter samma modell, där delen mot den befintliga byggnaden är uppförd av ett växthus med två sadeltak. Detta för att kunna maximera byggnadshöjden eftersom många växter kräver höga odlingshöjder och lutningen på taket minst måste vara 15 grader. (Umeå glas) Genom att använda sig av dessa dimensioner kan standardbredder från större växthusleverantörer användas. Det som varierar är växthusets fasad ut mot Norra Grängesbergsgatan. Den arkitektoniska utformningen kommer här vara något mer säregen med starkare karaktär, för att väcka uppmärksamhet från gatan och för att inbringa ett vidare intresse hos de förbipasserade. Därför har heller inte fokus lagts på att maximera bygghöjden på denna yta.

Den befintliga byggnadens arkitektur kommer att påverkas i den mån att nya pelare på utsidan kommer att bära upp ett helt nytt bjälklag, med det ovanliggande växthuset. För övrigt kommer tegelfasaden höjas till bjälklagets nivå för att täcka det luftrum som bildas mellan husets tak och det nya bjälklaget. Utöver detta skall husets arkitektoniska karaktär bevaras för att inte urskilja sig allt för mycket gentemot den industriella bebyggelsekaraktären som Norra Grängesbergsgatan annars kännetecknar. Stor vikt läggs på att inte förändra attributen till den grad att den historia som byggnaden bär på kommer i skymundan. Resultatet av påbyggnaden skall leda till ett fräscht och attraktivt yttre med en känsla av originalitet och innovation. Genom att låta grönskan slingra sig ner via byggnadens väggar, är förhoppningen att växthuset skall knyta samman med gatan och frambringa en positiv atmosfär kring sig. En uteservering placerad på samma plan som växthuset kommer leda till aktivitet och ett naturligt flöde av människor i växthuset. Den nya påbyggnaden skapar en ny mötesplats och en central punkt på Norra Grängesbergsgatan omfamnad av grönska.

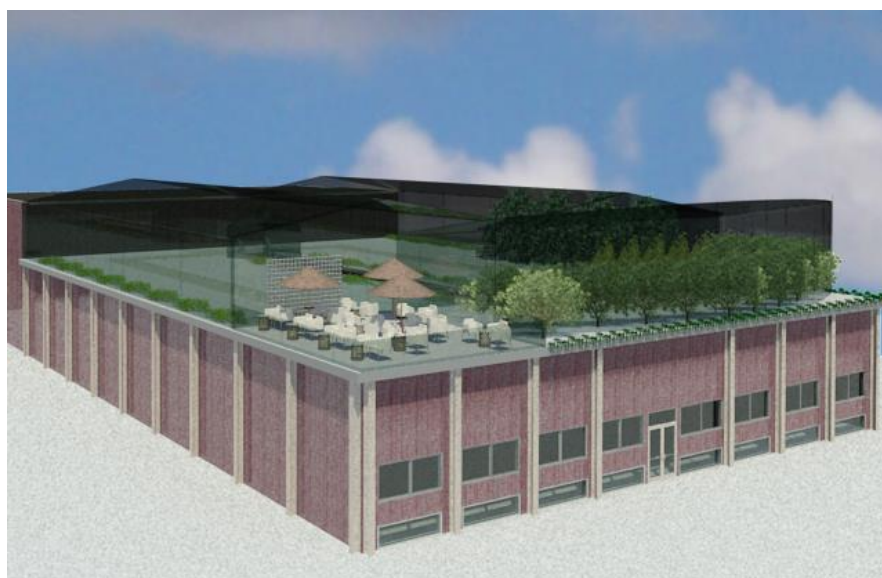


Figur.7.1 Modell som visar uppbyggnaden av sadeltaksväxthuset

6.7.1 Gestaltningförslag 1



Figur 7.2 *Vy från Norra Grängesbergsgatan*



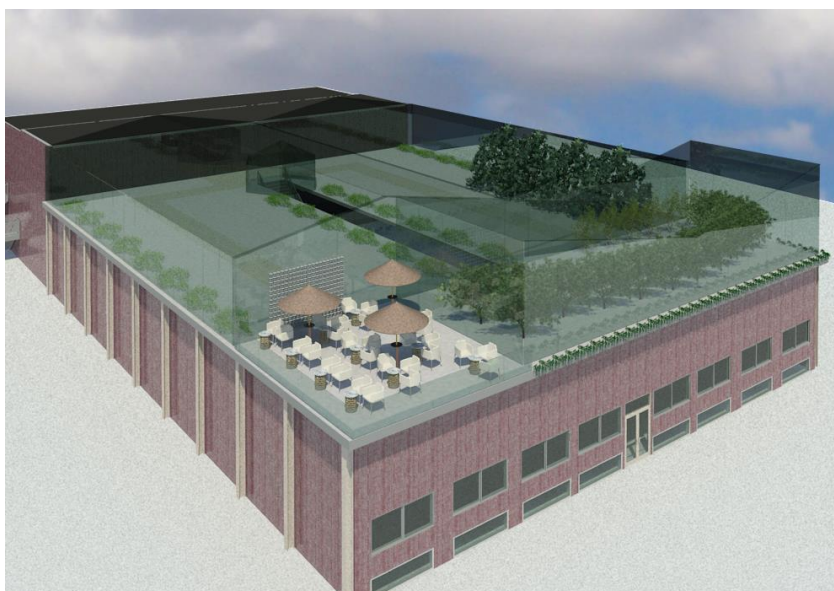
Figur 7.3 *Vy över uteserveringen och växthuset*

Det specifika draget i detta gestaltningförslag är dess halvoval-formade fasad som visar sig ut mot Norra Grängesbergsgatan. Genom denna utformning hoppas vi kunna skapa en känsla av panoramavy inifrån och ut över närområdet. Här ges även utrymme för att placera växter utanför växthuset under sommartid då yta bildas eftersom växthuset inte utnyttjar bjälklagets totala area.

6.7.2 Gestaltungsforlag 2



Figur 7.4 Vy från Norra Grängesbergsgatan.



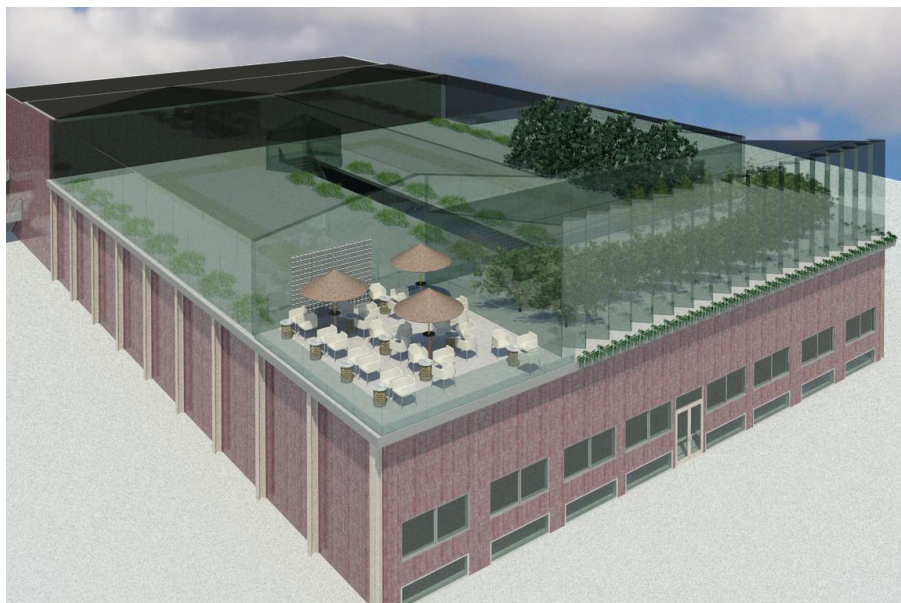
Figur 7.5 Vy över uteserveringen och växthuset.

I detta förslag yttrar sig fasaden genom att med skarpa linjer och en modernistisk känsla ge byggnaden ett kraftfullt men samtidigt öppet ansikte utåt. Genom att stora fönsterpartier är placerade på norr- och södersidan av byggnaden får de förbipasserande en god insikt i vad som försiggår inuti växthuset vilket skall leda till vidare intresse för byggnaden. Byggnadshöjden blir i detta förslag något lägre än i de övriga alternativen, men eftersom fokus i denna del snarare ligger på att ge ett uttryck åt byggnaden anser vi inte byggnadshöjden direkt relevant. Förslaget kan med sin kantiga utformning och sin lutning även anses anknyta till exempelvis de sågtandstak som figurerar i området och på så sätt gynna den industriella känslan.

6.7.3 Gestaltungsforlag 3



Figur.7.6 Vy från Norra Grangesbergsgatan



Figur 7.7 Vy över uteserveringen och växthuset

Detta förslag innefattar en fasad som är sågtandsformad och denna är direkt inspirerad utifrån de kringliggande byggnaderna. Här ligger alltså allt fokus på byggnadens entrefasad vilket eventuellt kan leda till att det inte ger något starkt intryck sett från sidorna. De vinklade glaserna som fasaden består av kommer troligtvis dock att väcka intresse hos betraktaren som står rakt framför fasaden.

7 Sammanfattning av resultat

7.1 Konstruktion

Enligt konstruktionsberäkningarna kommer inte det befintliga taket i Siporex att klara av lasterna från det nya växthuset. Lösningen har således blivit ett helt nytt bjälklag. Bjälklaget vilar på balkar som hålls uppe av externa pelare på den befintliga byggnadens långsidor. Samtidigt förs mindre laster från det nya bjälklaget ner på den befintliga primärkonstruktionen, som enligt konstruktionsberäkningarna är överdimensionerade.

7.2 Växthusets uppbyggnad

Växthuset är uppbyggt av en stomme i stål, spröjs av aluminium och ett täckmaterial av 2-glas för att minska underhållet hos byggnadsdelarna. Materialen har en lång livslängd, goda brand- och ljusegenskaper gentemot material med likvärdiga funktioner.

7.3 Ventilation

Ventilationen i växthuset kommer till största del att ske genom ventilationsluckor i nocken som är det vanligaste sättet att ventileras på i växthus. Enligt simuleringarna i Derob LTH räcker en ventilationarea på 15 procent av bottenarean för att uppnå önskat klimat i växthuset under en normaldag i juli. Förutom ventilationen i nock kommer externa fläktar att placeras ut i växthuset om ytterligare ventilation behövs.

7.4 Värme

Utöver gratisvärme som erhålls i form av solinstrålning och tillskottsvärme från människor och armaturer kommer växthuset att kräva ett uppvärmningssystem under de kalla perioderna. Byggnaden som växthuset är uppfört på, värms idag upp med fjärrvärme, av den anledningen kommer ett vattenburet system att installeras, där värmeslingor fördelar värmen i anläggningen till den önskade temperaturen på minst 15 grader.

7.5 Energi

Simuleringar i programmet Derob LTH visar att uppvärmningskostnaden påverkas i högsta grad av typen av glas samt användningen av skuggväv. Under en normaldag i juli har ingen större skillnad kunnat påvisas mellan enskiktsglas och 2-glas med och utan skuggväv. Anledningen till detta har varit att man med en ventilationsarea på 15 procent av bottenarean, har kunnat ventilera ut övertemperaturerna som uppstått i växthuset under julidagen och på så sätt har önskat klimat kunnat uppnås.

Sett till helåret och med avseende på uppvärmningskostnaden har således de olika materialvalen haft stor betydelse. Under de kalla månaderna är energianvändningen betydligt högre för enkelglas än 2-glas eftersom att 2-glas har ett lägre U-värde. Helårssimuleringen har dessutom kunnat visa att skuggväven bidrar till minskad energianvändning, då denna anses ha en isolerande effekt som bidrar till minskad energianvändning.

Sammanställning av energibesparing i procent:

- Användande av skuggväv vid enkelglas **66 %**
- Användande av skuggväv vid 2-glas **51 %**
- Ändring från enkelglas med väv till 2-glas med väv **41 %**

Grundat på simuleringsresultaten i Derob LTH uppnås störst energibesparing om 2-glas kombineras med skuggväv. Den totala energianvändningen blir då 144 kWh/m². Därmed kommer detta alternativ att användas i växthuset.

7.6 Uppvärmningskostnad

Att 2-glas med skuggväv är det absolut billigaste alternativet framgår tydligt i sammanställningen nedan. Denna påvisar att en energibesparing på 41 procent och en kostnadsbesparing på cirka 97 000 kronor per år kan uppnås i jämförande med om enkelglas med skuggväv brukas.

Sammanställning av kostnader

Exempel på årskostnad för uppvärmning av växthuset:

2-glas med skuggväv	142 000 kr
Enkelglas med skuggväv	239 000 kr
Total besparing	97 000 kr

7.7 Arkitektonisk gestaltning

Det arkitektoniska resultatet framgår tydligt då illustrationerna figur 8.1 och figur 8.2 beskådas. Det som har tillkommit är de pelare som står längsgående den södra och den norra fasaden. Den befintliga byggnadens tegelfasad har delvis fått höjas då ett gap efter påbyggnaden skapats, för övrigt är den ursprungliga bebyggelsekaraktären här bevarad. Intrycket av byggnaden har dock blivit ett annat då växthuset och grönskan nu tar större delen av uppmärksamheten. Byggnadens utformning kan nu anses något mer attraktiv och modern, detta grundar sig troligtvis på den modernistiska arkitektur som växthuset är uppförd i. Påbyggnaden kommer synas från Norra Grängesbergsgatans båda riktningar och utmärker sig tydligt då den urskiljer en aning gentemot den arkitektoniska stil som för övrigt äger rum här.



Figur 8.1 *Spelet 12 före påbyggnad*



Figur 8.2 *Visionsbild på spelet 12 efter påbyggnad*

7.8 Växthusets bidrag till ett grönare Malmö

Genom att växthusets implementeras i staden, kan närproduktion av livsmedel åstadkommas samtidigt som en plats för aktivitet, möten och rekreation skapats i en grönskande miljö. Växthuset är ett av de initiativ som kommer att kunna förstärka Malmö stads image som grön stad samtidigt som den blir mer attraktiv. Detta är två av de målen som benämns i Malmös *Översiktsplan 2012*. Här används nu ytor som ansetts obrukbara på ett nytt och innovativt sätt och på så sätt följs även stadens förtätningspolicy.

8 Diskussion

8.1 Konstruktion och konstruktionsberäkningar

Tanken var från början att påbyggnaden skulle ske direkt på det befintliga taket men eftersom förutsättningarna förändrades då vi under konstruktionsberäkningarna kunde konstatera att det befintliga Siporex-taket inte skulle klara de laster som uppkommer med en påbyggnad. Därför var vi tvungna att bygga upp en ny utanpåliggande stomme. Detta efter fastighetsägarens krav på att byggnaden inte fick penetreras med nya pelare eller balkar. Den nya byggnationen leder troligtvis till att projektet kommer bli väsentligt mycket dyrare än vad som först antogs.

Konstruktionsberäkningarna har grundat sig på flera antaganden då konstruktionsritningarna, från år 1960, saknat väsentlig information, så som exempelvis höjder på pelare, dimensioner på balkar och vilken typ av armering som dessa består av. Dessutom framgår det inte vilken lastkombination som använts vid dimensionering av det befintliga husets stomme. Förr användes andra säkerhetsklasser och lastkombinationer vilket vi inte tagit hänsyn till då vi utgått från den europeiska normen Eurokod eftersom vi inte är skolade i det äldre beräkningssättet. Hänsyn till horisontella laster (ex vindlast) har inte tagits på grund av tidsbrist och dessa laster har en högst väsentlig inverkan på var vindkryss och stag skall placeras. Då dessa tas i akt kan det betyda att utformningen av bjälklag och pelare kan komma att se annorlunda ut.

Eftersom beräkningarna har grundat sig på så många antagande och väldigt många dimensioner är uppmätta från ritningar är majoriteten av konstruktionsberäkningarna inte tillförlitliga. Skall byggnationen ske i praktiken kommer därför djupgående undersökningar på befintliga byggnadsdelar krävas för att säkerställa hållfasthetsklassen.

8.2 Växthusets uppbyggnad

Vi har inte gått allt för djupt in på denna del, då vi inte har kunnat förutsäga hur interiören i växthuset skall vara uppbyggd med beaktande av växtlighet och sektioner. Vi har valt att uppföra stommen i stål, spröjs av aluminium och 2-glas som täckmaterial. Dessa val grundar sig i att växthus normalt utformas på detta sätt och materialen kräver mindre underhåll än liknande alternativ. 2-glas har vi valt då energibesparingarna blir väsentligt mycket större än om vi använder enkelglas. Även om investeringskostnaden troligtvis är något högre för 2-glas så är det ofta driftkostnaden som är den betydelsefulla kostnaden för en fastighetsägare. Den högre investeringskostnaden betalar troligtvis tillbaka sig fort då energibesparingarna gentemot enkelglas alternativet ligger på 41

procent. Dimensionerna för växthusets stomme och detaljer framgår ej i arbetet då växthusleverantören som vi använt oss av under arbetets gång inte har kunnat leverera siffror på dessa. Dessa siffror hade varit intressanta att få med i arbetet framförallt med avseende på kostnaden för fastighetsägaren. Formgivningen är dock genomförbar då majoriteten av alla element går att framställa på begäran, vilket har varit viktigt för oss när vi har gestaltat byggnaden.

8.3 Ventilation

I detta avsnitt har vi främst fokuserat på att ventilera ut övertemperaturer som uppstår på grund av solinstrålning. I energisimuleringarna har vi uppskattat ett ungefärligt värde på tillskottsvärmen från människor och armaturer, eftersom att det inte går att klargöra hur många människor som kommer att vistas i anläggningen. Luftläckage har också uppskattats då detta inte kan förutses på förhand. Dessutom är det svårt att förutsäga vilken typ av odling som kommer att äga rum i växthuset och armaturerna som krävs för att upprätthålla dessa. Växterna ställer också krav på en ökad ventilation och anpassning efter luftfuktigheten för deras levnadskriterier. Därför har växthusodlingarna en stor betydelse och ventilationen kommer att behöva anpassas efter detta.

8.4 Värme

Det nya växthuset kommer att behöva ett uppvärmningssystem, vilket vi nämnt kommer bestå av ett vattenburet system. Däremot har vi inte gått in på detalj om hur detta system skall anpassas med avseende på temperaturfördelningen i växthuset. Exempelvis kan fallet bli sådant att växthuset delas in i olika växtzoner, som kräver olika temperatur. I det fallet behöver uppvärmningssystemet anpassas efter detta. Dessutom har sammankoppling med det befintliga fjärrvärmesystemet i byggnaden ej beaktats i detalj men förutsättningarna finns, samtidigt som vattenburna system är det som vanligtvis brukas i växthus.

8.5 Energianvändning

Energianvändningen i växthuset har beräknats med hjälp utav energisimuleringsprogrammet Derob LTH. I programmet har en förenklad modell byggts upp och därmed kommer energianvändningen att skilja sig för de olika gestaltungsförslagen. Värden har fått uppskattats på exempelvis luftläckage, tillförd värme och ventilation. Vi har varit fullt medvetna om att dessa kommer att bli annorlunda i realiteten men eftersom värdena inte har kunnat säkerställas har vi fått utgå från uppskattade värden.

I modellen har inte heller växthusets stomme i stål ritats upp som i verkligheten bidrar till en köldbrygga i konstruktionen. I modellen har

dessutom ventilationen placerats på husets sidor istället för i nocken, då full effekt av fönsters ventilation endast uppnås i programmet om elementen är helt lodräta. Vi har också använt oss av bjälklaget som visas i figur 6.4. Detta bjälklag kommer troligen att se annorlunda ut i praktiken, eftersom att det behöver dimensioneras efter normer och laster. I Derob LTH har skuggväven endast en isolerande funktion och dess funktion som skuggning har ej tagits med i beräkningarna. Däremot har vi under våra analyser fått utgå från att skuggväven endast verkar som isolerande, så kommer det inte att vara i realiteten där troligtvis skuggväven kommer att resultera i att inomhustemperaturen sänks. Huvudsyftet med simuleringarna har dock varit att se till vilka årliga besparingar som kan erhållas vid rätt val av material och vi har därför kunnat bortse från dessa parametrar.

8.6 Uppvärmningskostnad

Uppvärmningskostnaden grundar sig på energiberäkningar i Derob LTH och påverkas därför av samma parametrar som behandlats i avsnitt 8.5. Avvikelse kommer således att förekomma vid bruk av växthuset. Syftet med detta har dock varit att ta fram en siffra på vad uppvärmningskostnaden kan tänkas komma bli, eftersom att det är denna kostnad som är mest relevant sett ur en fastighetsägares perspektiv. Investeringskostnaden är en engångskostnad och betalar tillbaka sig fort om driftkostnaden är låg. Driftkostnaden i sin tur är en årlig kostnad för fastighetsägaren och bör därför vara så låg om möjligt. Grundat på energiberäkningar i Derob LTH, har vi räknat ut den årliga kostnaden för det mest gynnsamma uppvärmningsalternativet. Priset har baserat sig på en prislista från elbolaget E.ON och kan alltså variera beroende på verkningsgraden på uppvärmningssystemet samt om andra avtal knutits mellan fastighetsägaren och elbolaget.

8.7 Arkitektonisk gestaltning

Hade vi fått välja så hade vi valt alternativ 2 utav våra gestaltungsförslag. Detta delvis för att byggnaden med sina skarpa linjer ger ett häftigt intryck som får folk från gatan att kolla upp och intresseras, vilken sida från Norra Grängesbergsgatan de än kommer ifrån. Detta gestaltungsförslag anser vi även ha lite ut av den industriella känslan, och kan med lite fantasi efterlikna ett speglat sågtandstak som är en klassisk industriell utformning på tak och som även figurerar i området.

Utformningen på byggnaden har lett till att huset har fått ett nytt, grönt ansikte utåt och kommer förhoppningsvis ge gatan nytt liv och inspirera till liknande projekt i området. Förutsättningarna finns absolut för liknande projekt då Sofielunds industriområde består av väldigt många låglutande tak. Genom

uppförandet har vi förenat äldre arkitektur med modern och på så sätt lyckats bevara en stor del av den atmosfär som låg över byggnaden innan påbyggnaden skedde, detta har både varit viktigt för oss och fastighetsägaren. Den industriella känslan får fortfarande prägla gatan för att framhäva dess historia och genom att lägga synliga balkar på utsidan av byggnaden anser vi ha gynnat denna känsla. Invändningar kan tänkas komma in mot byggnationen, då den kan anses vara för extrem och missanpassad i området. Det är dock troligtvis precis vad den behöver vara då gatan behöver sig ett uppsving och en dragningskraft, något som sticker ut. Byggnaden kommer troligtvis aldrig promeneras förbi obemärkt och kommer väcka nytt intresse för Norra Grängesbergsgatan, vilket kan leda till att intresserade och nyfikna personer kan komma att vistas i området oftare. Eftersom tanken från början var att ställa växthuset direkt på taket fick vi tänka om när detta visade sig inte fungera, och vi anser lösningen som valdes vara den bästa möjliga. För oss har det varit viktigt att kunna producera bilder som visualiserar hur arkitekturen kan tänkas att se ut i praktiken för att delge läsaren en känsla för projektet.

8.8 Växthusets bidrag till ett grönare Malmö

Växthusets påverkan på närområdet och Malmö är väldigt svår att analysera då, det finns väldigt många parametrar som spelar in och som är väldigt svåra att förutse. Verksamheten i byggnaden under växthuset kan anses ha stor inverkan på hur mycket naturlig rörelse som kommer att finnas på Norra Grängesbergsgatan och kommer därför också påverka flödet av människor i växthuset. Idag är verksamheten som är kopplad till byggnaden väldigt spridd och inte särskilt attraktiv för den som inte har ett specifikt ärende. Det finns planer på att byta ut verksamheten och eventuellt bygga upp en saluhall eller liknande. Detta hade gjort att ännu en dragningskraft hade uppstått i området vilket vidare lett till att strömmen av människor dit hade ökat ytterligare och växthuset hade uppmärksammats av fler personer.

Genom att placera växthuset på Norra Grängesbergsgatan har vi skapat en ny mötesplats, denna mötesplats innefattas av både växthuset och den intilliggande uteserveringen. Byggnaden kommer nu inbjudas en bredare krets människor, både den som är intresserad av odling eller arkitektur kan intresseras samtidigt som den som kanske bara är sugen på att ta en lunch i denna unika och grönskande miljö skall kunna göra det. Här skapas även en möjlighet för fler arbetstillfällen då byggnaden kommer kräva underhåll samt att odlingarna måste tas om hand.

Anledningen till varför vi har byggt ett växthus istället för att låta odlingen ske i under bar himmel på taket är delvis för att odlingen effektiviseras på detta sätt och kan ske över hela året. Det primära syftet med detta val har dock varit att vi ansett att påbyggnaden kommer att gynna området genom sin gestaltning

då denna bidrar till att uppmärksamhet och intresse riktas mot byggnaden. Nackdelen med att vi placerat odlingen inomhus är att vi inte kan ta till vara på den förmåga som växterna har att filtrera de luftföroreningar som cirkulerar runt i staden. Detta hade eventuellt kunnat åtgärdas om endast en delsektion av odlingen var inglasad och resterande fick vara aktiv utomhus. Odlingen utomhus skulle då bara kunna vara aktiv under sommarhalvåret då vintertemperaturerna i Malmö är så pass låga att någon växtlighet i det hydroponiska systemet inte hade kunnat äga rum. Vi har med detta i åtanke fått göra ett val angående om odling skall ske året om, som en inomhusodling kommer kunna tillgodose, eller om vi vill se till de positiva miljöpåverkningarna som kan komma av att odla utomhus. Vikten för oss har här legat i att se till att området bevarar sin attraktivitet året runt, vilket vi anser vara då odlingen är aktiv.

Den hydroponiska odlingen som kommer att äga rum inne i byggnaden kan ha inflytande på flera plan. Detta är en alternativ och effektivare odlingsteknik sett i relation till jordodling, som eventuellt kommer kunna leverera fler närproducerade grödor till Malmö och närområdet. Utbildning i hydroponisk odlingsteknik kommer kunna äga rum för att sprida lärdom och inspirera flera till att nyttja sig av tekniken både kommersiellt och privat. Sett till liknande projekt runt om i världen så är detta växthus i princip ensamt i sitt slag vilket kan leda till att det blir ett nytt turistmål i Malmö vilket kommer gynna staden både sett till näringsliv och attraktivitet. På så sätt kommer den gröna imagen som Malmö stad strävar efter inte bara promteras i Sverige utan även internationellt. Grönskan som skapas genom odlingen kommer även synas utåt mot gatan och inbringa ett nytt sken åt byggnaden sett ur betraktarens ögon.

Växthuset kommer förhoppningsvis agera som en central plats och ett händelsecentrum i Sofielunds industriområde och på Norra Grängesbergsgatan, kanske till och med i Malmö. Skulle detta ske finns det goda förutsättningar för en vidareutveckling av liknande projekt i området vilket kan leda till att Sofielunds industriområde genom sin grönska och sitt liv blir en mer gemytlig och öppen plats.

9 Slutsats

Idag finns allt färre odlingsbara ytor kvar att bruka, därför behöver nya innovativa lösningar utforskas. En lösning anser vi vara att bygga på befintliga tak.

Efter utförda undersökningar har vi kunnat konstatera att en direkt påbyggnad på det befintliga taket inte är möjlig utan att byggnaden under måste förstärkas med både pelare och balkar. En lösning på detta är att vi istället bygger upp en extern stomme som bär upp ett nytt bjälklag där växthuset sedan placeras.

Det mest gynnsamma materialet att uppföra växthuset i är enligt simuleringsprogrammet, Derob LTH, 2-glas ur energisynpunkt då besparingar upp till 41 procent gentemot enkelglas kan göras, i vårt fall motsvarar detta 97 000 kr per år. Dessa resultat grundar sig på alternativet då 2-glas används tillsammans med skuggväv.

Det är svårt att dra några konkreta slutsatser för vilka effekter som växthuset kan bidra med till området och Malmö då det är väldigt många parametrar som är omöjliga att förutse som påverkar resultatet. Vad vi idag vet är att växthuset följer flera av de mål som Malmös översiktsplan, *ÖP2012* beskriver, så som att skapa nya grönområden i stadsmiljö samtidigt som stadens gröna image stärks.

Växthuset bidrar även till att en ny mötesplats skapas i Sofielunds industriområde, en mötesplats omsluten av grönska och innovation, som kan aktivera och stimulera Malmös befolkning. Genom att använda sig av nya effektiva odlingssystem kan detta leda till att mer närproducerade livsmedel framställs samtidigt som ett intresse för jordbruk kan väckas. Tack vare det människoflöde som uppstår kommer området kring Sofielunds Industriområde troligtvis upplevas som mer öppet och tilltalande.

Arbetsområdet var från början väldigt brett och vi har succesivt fått bryta ner och avgränsa oss då förutsättningarna hela tiden förändrats. Vi anser dock att vi fått fram en hel del konkreta resultat som påvisar hur ett uppförande av ett växthus kan gå till väga.

10 Referenser

10.1 Litteratur

Dahlblom, M & Warfvinge, C. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur AB.

Isaksson, T & Mårtensson, A. (2010). *Byggnadskonstruktion: Regel- och formelsamling*. Lund: Studentlitteratur AB.

Ponnert, O. (2009). *Norra Grängesbergsgatan: Lätt Malmös coolaste gata*. Malmö: Fickludd förlag.

Sandin, K. (2009). *Praktisk husbyggnadsteknik*. Lund: Studentlitteratur AB.

Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: Studentlitteratur AB.

Yxhult AB. (1993). *Lättbetonghandboken*. Sundbyberg: Tryckoffset Göran Lindman AB.

Åberg Secher, M. (2012). *Växthuset : det lustfyllda rummet*. Stockholm: Ica Bokförlag.

10.2 Elektroniska publikationer

Lund, C & Melchert, D. (2002). (Elektronisk) *Industri- och verksamhetsmiljöer i Malmö. En översiktlig inventering*. Malmö stad. (Elektronisk). Tillgänglig: <http://www.malmo.se/download/18.76105f1c125780a6228800015368/del4_1ow.pdf> (2013-04-10).

Möller Nielsen, J.(2007, 2008). *Växthusteknik*. Jordbruksverket. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/vaxthusteknik.html>> (2013-05-14).

10.3 Elektroniska källor

Boverket 1, *Vad är en detaljplan*. (Elektroniskt). Tillgänglig: < <http://www.boverket.se/Planera/Kommunal-planering/Detaljplanering/> > (2013-04-12).

Boverket 2, *Energihushållning*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.boverket.se/Global/bygga-o-forvalta-ny/dokument/regler-om-byggande/boverkets-byggregler-bbr/bbr-19/bfs-2011-26-9.pdf> > (2013-05-05).

Brooklyn Grange. *About our farm*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.brooklyngrangefarm.com/aboutthegrange/> > (2013-04-10).

Derob LTH, *Derob-LTH*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://www.ebd.lth.se/program/derob_lth > (2013-05-15)

Dakakker. *Het eerste stadslandbouwdak van Nederland*.(Elektronisk). Tillgänglig: < http://www.dakakkers.nl/index.php?text_ID=97&subonderwerp_ID=78 > (2013-04-11).

Energimyndigheten, *Från- och tilluftsventilation med återvinning (FTX-system)*.(Elektronisk). Tillgänglig: < <http://energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/> > (2013-04-24).

Gotham Greens. *Our story*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://gothamgreens.com/our-philosophy/> > (2013-04-10).

HK Farm 1. *Us*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.hkfarm.org/us.html> > (2013-04-10).

HK Farm 2. *Local food*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://www.hkfarm.org/local_food.html > (2013-04-10).

Hydro garden, *Vad är hydroponisk odling?* (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.hydrogarden.se/odlingsguiden> > (2013-04-10).

Lufa Farms. *About the farm*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://montreal.lufa.com/en/about-the-farm> > (2013-04-11).

Malmö stad 1. *Gällande översiktsplan*.(Elektronisk). Tillgänglig:

< <http://malmo.se/Medborgare/Stadsplanering--trafik/Stadsplanering--visioner/Oversiktsplaner--strategier/Gallande-oversiktsplan.html> > (2013-04-12).

Malmö stad 2. *Översiktsplan för MALMÖ 2000*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://malmo.se/download/18.5d8108001222c393c00800073578/1.pdf> > (2013-04-12).

Malmö stad 3. *Förslag till ny översiktsplan ÖP2012*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://malmo.se/Medborgare/Stadsplanering--trafik/Stadsplanering--visioner/Oversiktsplaner--strategier/Forslag-till-ny-oversiktsplan-OP2012.html> > (2013-04-12).

Malmö stad 4. *Strategier för en grönare stad*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://wp03.malmo.se/wp-content/uploads/2011/05/gr%C3%B6n.pdf> > (2013-04-12).

Malmö stad 5. *Ny översiktsplan för Malmö – samrådsunderlag*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://wp03.malmo.se/#strategy17> > (2013-04-12).

Malmö stad 6. *Norra Grängesbergsgatan*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.malmo.se/Medborgare/Kultur--noje/Arkiv--historia/Kulturarv-Malmo---Historiska-platser-personer-och-handelser/L-O/Norra-Grangesbergsgatan.html> > (2013-04-12).

Malmö stad 7. *Översiktsplan för Malmö - ÖP2012- Planstrategi-utställningsförslag*. (Elektronisk) Tillgänglig: < http://www.malmo.se/download/18.723670df13bb7e8db1bc547/OP2012_planstrategi_utstallningsforslag_web_jan2013.pdf > (2013-05-10).

Svensk Trädgård. *Drömmen om ett växthus – Växthuset*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://www.tradgard.org/kunskap/kunskapsbank/artiklar/tradgardsaktuellt/drömmen_vaxthus_1.html > (2013-04-25).

Umeå glas. *Glas tak – Normer och funktionskrav*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://www.umeaglas.se/images/user/pdf/tak_funktion.pdf > (2013-04-06).

Veg Tech, *Närodlat på taken*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.vegtech.se/sv/grona-tak---gardar/gronare-byggnader---stader/odla-i-staden.aspx> > (2013-04-03).

Ventilationsinfo. *Ventilation i växthus kan vara en bra idé*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://ventilationsinfo.se/ventilation-i-vaxthus/> > (2013-04-25).

10.4 Elektroniska artiklar

Hedlund, A. (2012-02-28) *Bönder i storstadens djungel*. Dagens nyheter. (Elektronisk) < <http://www.dn.se/livsstil/reportage/bonder-i-storstadens-djungel> >

Kwan, A. (2012-11-25). *Rooftop farms seek to feed Canadian cities' growing demand for local food*. *Financial Post*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://business.financialpost.com/2012/11/25/rooftop-farms-seek-to-feed-canadian-cities-growing-demand-for-local-food/> > (2013-04-11).

Mikkelsen, J. (2011-06-27). *Grängesbergsgatan stängs*. *Sydsvenskan*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.sydsvenskan.se/malmo/grangesbergsgatan-stangs/> > (2013-04-13).

Oker-Blom, A. (2012-12-17). *Gröna växter räddar staden, människan och planeten*. *NyTid*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.nytid.fi/2012/12/grona-vaxter-raddar-staden-manniskan-och-planeten/> > (2013-04-03).

Sundin, P, Granström, E, Adelsköld, N. (1997). *Cirkulerande näringslösning- Bakteriell nedbrytning av hämmande ämnen*. Fakta trädgård. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktatradgard/pdf97/Tr.97-04.pdf> >. (2013-04-10).

10.5 Bilder

Figur 2.1. *Översiktsbild på Malmö*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://kartor.eniro.se/query?what=maps&search_word=malm&geo_area=&from= >. (2013-03-04).

Figur 2.2. *Översiktsbild på Sofielunds industriområde*. (Elektronisk). Tillgänglig: Google Earth. (2013-03-04).

Figur 2.3. *Norra Grängesbergsgatan*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://mckultur.blogspot.se/2011_07_01_archive.html >. (2013-05-04).

Figur 3.4. *Gällande detaljplan för Sofielunds industriområde*. Tillgänglig: Malmö stadsbyggnadskontor.

Figur 3.5. *Principskiss på ett fjärrvärmenät*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme/> >. (2013-04-25).

Figur 3.6. *Hur ett FTX-system fungerar i ett bostadshus*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/> >. (2013-04-29).

Figur 4.1. *Lufa Farms, Montreal*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.greenroofs.com/virtualsummit/virtualsummit-agenda.htm> >. (2013-03-28).

Figur 4.2. *Brooklyn Grange, Navy Yard*. (Elektronisk). Tillgänglig: < http://getdirtnyc.org/news/?attachment_id=573 >. (2013-03-28).

Figur 4.3. *Gotham Greens, Brooklyn*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://gothamgreens.com/our-farm> >. (2013-03-28).

Figur 4.4. *HK Farm, Hong Kong*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://www.bbc.com/travel/blog/20120824-rooftop-farming-in-hong-kong> >. (2013-03-28).

Figur 4.5. *Dakakker, Rotterdam*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://nomadaq.blogspot.com.es/2012/07/dakakker-azotea-granja-urbana-en-el.html> >. (2013-03-28).

Figur 4.6. *Aktivt hydrosystem i en vertikal odling*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://hydroponic-gardeninghow.blogspot.se/2013/04/how-to-hydroponic-gardening.html> >. (2013-04-10).

Figur 4.7. *Passivt hydrosystem där rötterna står i direkt kontakt med näringslösningen*. (Elektronisk). Tillgänglig: < <http://hydroponic-gardening-system.blogspot.se/2008/08/passive-indoor-hydroponic.html> >. (2013-04-10).

Figur 6.1. *Egentyngd för takbalk RB/F 20/50*. Tillgänglig: Bilaga 5

Figur 6.2. *Lastkapacitet för takbalk med min armering*. Tillgänglig: Bilaga 4

Figur 6.3. *Lastkapacitet för takbalk med max armering*. Tillgänglig: Bilaga 5

Figur 6.4. *Förslag på bjälklagskonstruktion*. Tillgänglig: (Elektronisk).

Tillgänglig: <

<http://www.isover.se/konstruktionsl%C3%B6sningar/mellanbj%C3%A4lklag/m-c3-204+l%C3%A4genhetsskiljande+bj%C3%A4lklag+st%C3%A5l> >.

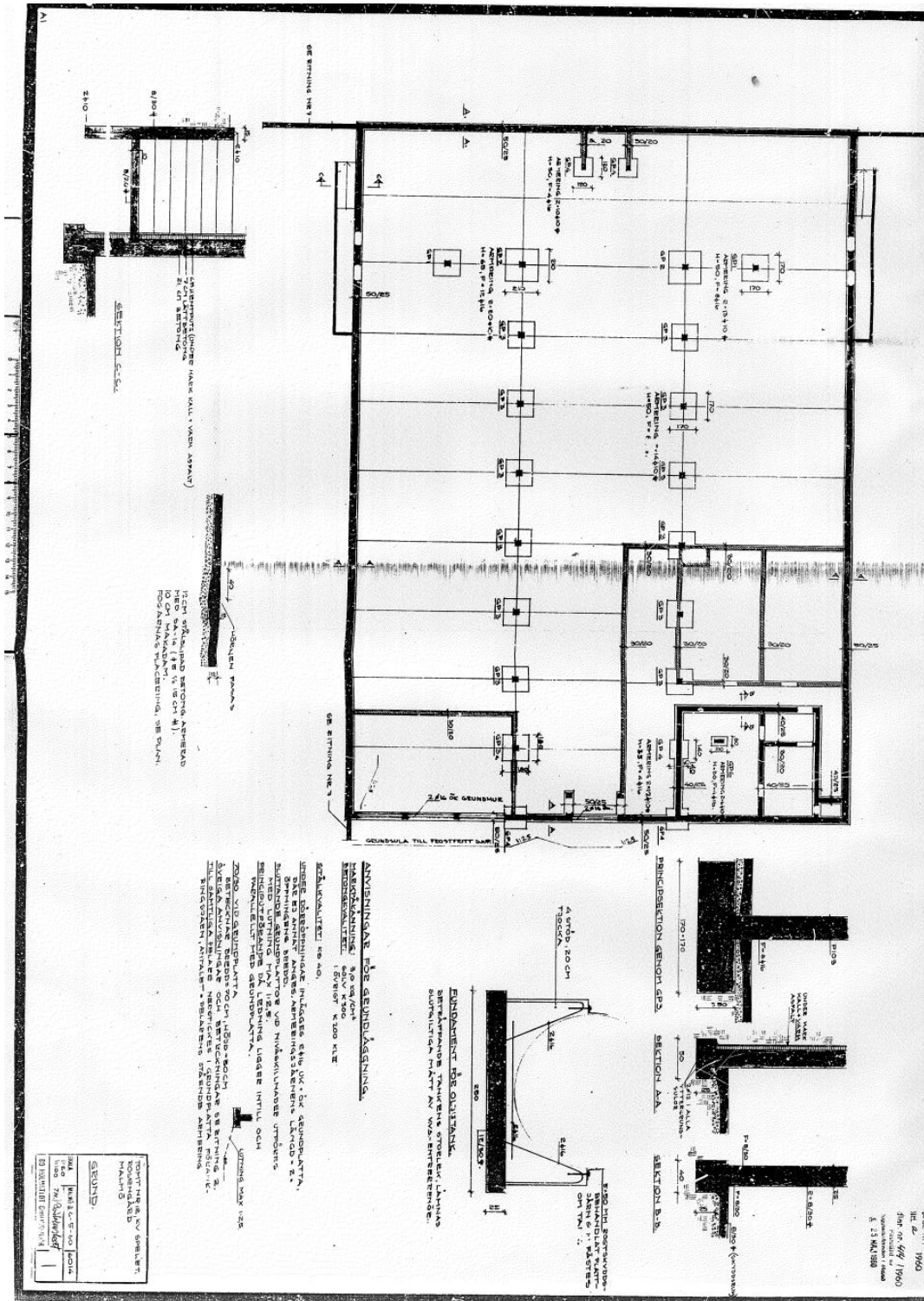
(2013-05-04).

10.6 Muntliga källor

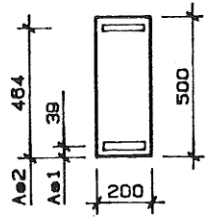
(Moore, 2013) Eroom Förvaltningsbolag, Malmö. Samtal och möten har fortlöpt under hela arbetets gång. Han har gett oss bakgrundsfakta om Sofielund och Norra Grängesbergsgatan, samt delgivit oss sin vision och sina önskemål.

11 Bilagor

11.1 Bilaga 1 – Konstruktionsritning 1



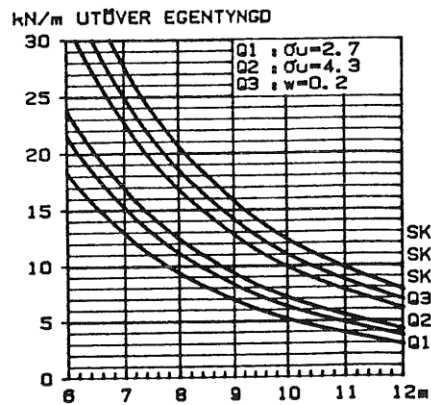
11.4 Bilaga 4 – RB/F 20/50 MIN ARMERING



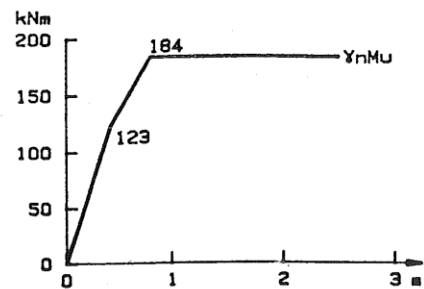
TVÄRSNITTSDATA:

EGENTYNGD 2.40 kN/m
 AREA 0.1013 m²
 TP-AVST FR UK 0.248 m
 TRÖGHETSMOMENT 0.002140 m⁴
 BETONG K60
 ARMERING:
 TRÅD SS1757-05
 A_{s1} = 224 mm² (σ_{p1} = 1450 MPa)
 A_{s2} = 56 mm² (σ_{p1} = 1450 MPa)
 FÖRLUSTDATA FF1 FF2 TOT
 KRYMPNING 0.2 0.2 0.4 %
 KRYPTAL 1.0 1.5 2.5
 RELAXATION 4.0 4.5 8.5 %

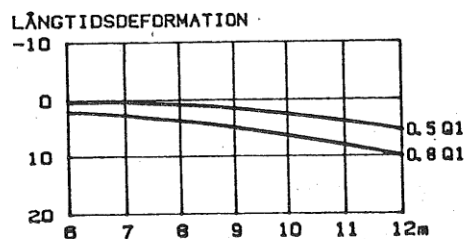
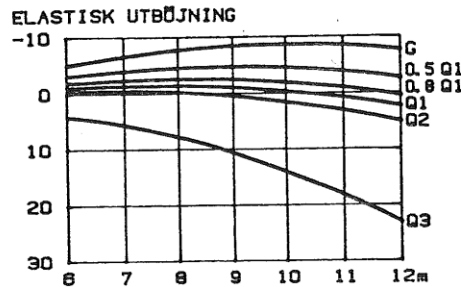
LASTKAPACITET:



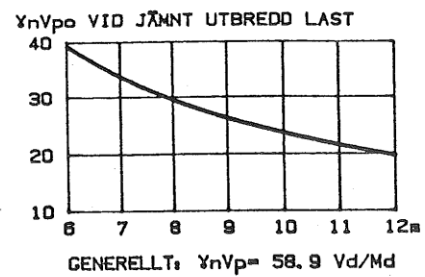
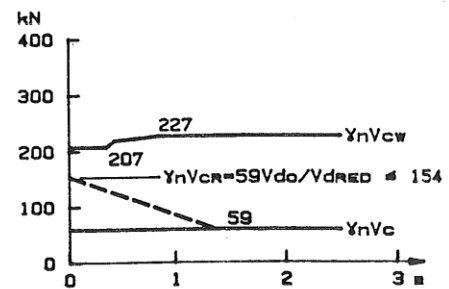
BROTTMOMENTKAPACITET:



DEFORMATIONER:

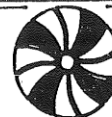


TVÄRKRAFTSKAPACITET:



DIMENSIONERINGSDIAGRAM

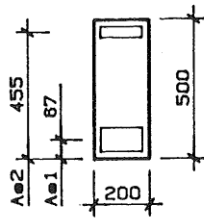
RB/F 20/50
 MIN ARMERING



STRÄNGBETONG STANDARD
 UTGÅVA 2A
 1990-01-01

511-2050-1

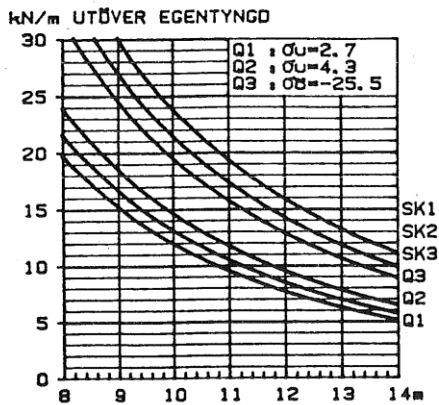
11.5 Bilaga 5 – RB/F 20/50 MAX ARMERING



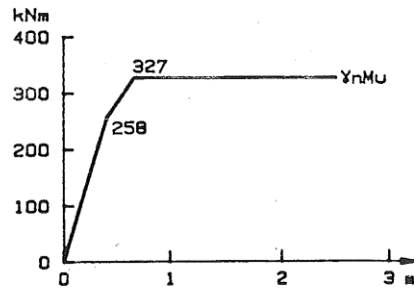
TVÄRSNITTSDATA:

EGENTYNGD 2.40 kN/m
 AREA 0.1033 m²
 TP-AVST FR UK 0.247 m
 TRÖGHETSMOMENT 0.002201 m⁴
 BETONG K60
 ARMERING:
 TRÅD SS1757-05
 A_{s1} = 588 mm² (σ_{p1} = 1450 MPa)
 A_{s2} = 140 mm² (σ_{p1} = 1450 MPa)
 FÖRLUSTDATA FF1 FF2 TOT
 KRYMPNING 0.2 0.2 0.4 %
 KRYPTAL 1.0 1.5 2.5
 RELAXATION 4.0 4.5 8.5 %

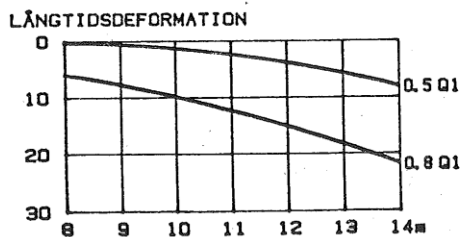
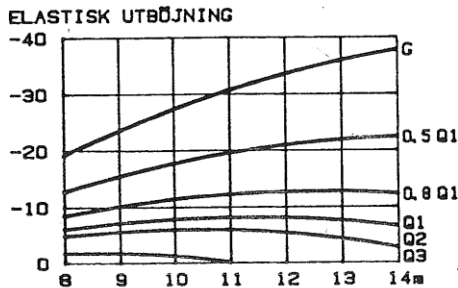
LASTKAPACITET:



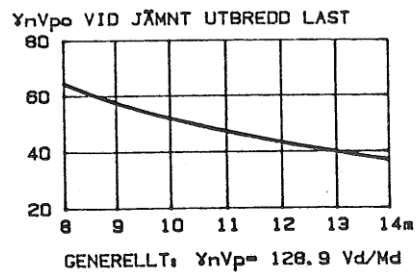
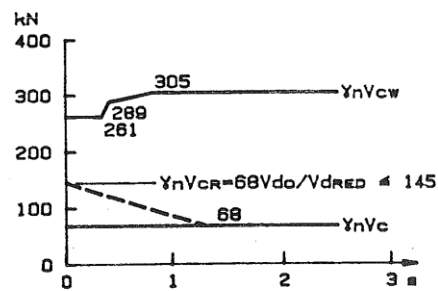
BROTTMOMENTKAPACITET:



DEFORMATIONER:



TVÄRKRAFTSKAPACITET:



DIMENSIONERINGSDIAGRAM

RB/F 20/50
 MAX ARMERING



STRÄNGBETONG STANDARD
 UTGÅVA 2A
 1990-01-01

511-2050-9