



LUND
UNIVERSITY



MODERNA GRUNDER - KONCEPTGRUNDLÄGGNING FÖR FLERBOSTADSHUS

FIONA ROVAPALO

Structural
Mechanics

Master's Dissertation

Department of Construction Sciences
Structural Mechanics

ISRN LUTVDG/TVSM--09/5158--SE (1-132)
ISSN 0281-6679

MODERNA GRUNDER
- KONCEPTGRUNDLÄGGNING
FÖR FLERBOSTADSHUS

Master's Dissertation by
FIONA ROVAPALO

Supervisors:

Ola Dahlblom, Professor,
Div. of Structural Mechanics

Henrik Wall, Licentiate
Skanska Sverige AB

Examiner:

Per Johan Gustafsson, Professor,
Div. of Structural Mechanics

Copyright © 2009 by Structural Mechanics, LTH, Sweden.
Printed by KFS I Lund AB, Lund, Sweden, February, 2009.

For information, address:
Division of Structural Mechanics, LTH, Lund University, Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden.
Homepage: <http://www.byggmek.lth.se>

Förord

Detta examensarbete är skrivet för Byggnadsmekanik, LTH och Geoteknik och Berg, Skanska Teknik i Malmö under vintern 2008-2009.

Skulle vilja tacka alla på Skanska Teknik i Malmö för all hjälp och den trevliga arbetsmiljön ni har gett mig. Ett speciellt tack till min handledare från Skanska, Henrik Wall, utan dig hade jag inte kunnat skriva detta arbete.

Tack även till min handledare på skolan, Ola Dahlblom vid Byggnadsmekanik LTH för all praktisk hjälp och nyttiga synpunkter.

Sammanfattning

Ökad industrialisering har inneburit stora effektivitetsvinster vid nybyggnation av flerbostadshus. Det finns dock ännu ingen metod för standardisering och industrialisering av grundläggningen, vilket gör den till en relativt kostsam och resurskrävande del av byggprocessen.

Skanska har startat ett konceptbygge som kallas *Moderna Hus*. Syftet är att genom standardisering och industrialisering kapa bygg- och projekteringskostnaderna och därigenom skapa ett billigare boende. Husen är flerbostadshus som uppförs i sex till åtta våningar. Idag är i stort sett allt utom själva grundläggningen av *Moderna Hus* standardiserat. Kostnaden för grundläggningen är relativt hög och en standardisering av grundläggningen skulle innebära ytterligare minskning av bygg- och projekteringskostnaderna.

Eftersom grundläggningsmetoden är beroende av de geotekniska och geologiska förutsättningarna på den plats där husen skall uppföras, är förutsättningarna för grundläggningen mycket olika. De två vanligaste grundläggningsmetoderna för denna typ av byggnader är pålgrundläggning och grundläggning på självbärande sulor. Arbetet har därför fokuserat på dessa två metoder. Arbetet har avgränsats till studium av två typer av naturligt lagrade jordar - friktionsjord och lera.

Standardiseringsmöjligheterna för grundläggningen har undersökts genom att studera de hittills genomförda *Moderna Hus*-projekten inom Skanska och genom att ta fram förslag till en standardiserad grundläggning för *Moderna Hus*-konceptets hus. En standard innebär att det ska finnas en bestämd grundläggningslösning för varje hustyp vid definierade geologiska förutsättningar.

Förslag till en standardiserad grundläggning har tagits fram för sex- och åttavåningars punkthus och femvåningars lamellhus. Grundläggningslösningar med fribärande sulor för naturligt lagrad friktionsjord med friktionsvinkel 34° till 40° och lösningar med pålar för lerjordar med dimensionerade skjuvhållfastheten 15 kPa.

Enligt förslagen på standardlösning för *Moderna Hus* och studier av genomförda *Moderna Hus*-projekt kan grundläggningen standardiseras. En standardiserad grundläggning kräver att inga förändringar görs på den bärande stommen. Intressant fortsatt arbete är att studera inverkan av förändringar på stommen och de möjliga kostnads- och tidsbesparingar som antas finnas.

1. INLEDNING	7
1.1. BAKGRUND	7
1.2. FRÅGESTÄLLNING	7
1.3. AVGRÄNSNINGAR	8
1.4. SYFTE.....	8
1.5. METOD.....	8
2. MODERNA HUS	9
2.1. HUSTYPER.....	9
2.2. HITTILLS GENOMFÖRT STANDARDISERINGSARBETE	12
2.3. GENOMFÖRDA PROJEKT	14
2.4. ANALYS AV GENOMFÖRDA PROJEKT	16
3. BERÄKNINGAR.....	19
3.1. INLEDANDE DISKUSSION	19
3.2. FÖRUTSÄTTNINGAR.....	19
3.3. LASTBERÄKNING.....	21
3.4. DIMENSIONERING AV SULOR	22
3.5. DIMENSIONERING AV PÅLAR	23
3.6. BERÄKNINGAR I RAMANALYS	23
3.7. ERFARENHETER.....	28
4. RESULTAT.....	31
4.1. GRUNDLÄGGNING PÅ FRIBÄRANDE SULOR	31
4.2. OPTIMERING KONTRA STANDARD.....	42
4.3. GRUNDLÄGGNING PÅ PÅLAR	46
4.4. SAMMANFATTNING AV RESULTAT.....	47
5. SLUTSATS OCH DISKUSSION	49
6. REFERENSER	51
7. BILAGA A, PÅLPLACERING.....	53
7.1. HUSTYP LINDÖ.....	53
7.2. HUSTYP GYLLIN.....	55
7.3. HUSTYP GRÖNSKÄR	57
7.4. HUSTYP ÖNNEBY	58
7.5. HUSTYP GÅRDSNÄS	60
7.6. HUSTYP ALMBY	61
8. BILAGA B, PÅLNING	63
8.1. PÅLARNAS FJÄDERKONSTANT	63
8.2. LASTKAPACITET SP2.....	63
8.3. VINDLAST PÅLNING.....	63
8.4. PÅHÄNGSLAST PÅLNING.....	64
9. BILAGA C, MOMENTDIAGRAM FÖR SULOR.....	65
9.1. HUS LINDÖ.....	65
9.2. HUSTYP GYLLIN.....	75
9.3. HUSTYP GRÖNSKÄR	83
9.4. HUSTYP ÖNNEBY	90
9.5. HUSTYP GÅRDSNÄS	100
9.6. HUSTYP ALMBY	102
9.7. SAMMANFATTNING	105
10. BILAGA D, MOMENTDIAGRAM FÖR GRUNDBALKAR VID PÅLNING.....	107

10.1.	HUSTYP LINDÖ.....	107
10.2.	HUSTYP GYLLIN.....	112
10.3.	HUSTYP GRÖNSKÄR.....	116
10.4.	HUSTYP ÖNNEBY.....	120
10.5.	HUSTYP GÄRDSNÄS.....	125
10.6.	HUSTYP ALMBY.....	126
10.7.	SAMMANFATTNING.....	127
11.	BILAGA E, LASTBERÄKNINGAR.....	129

1. Inledning

1.1. Bakgrund

En ökad industrialisering har visat sig kunna innebära stora effektivitetsvinster och kostnadsbesparingar vid nybyggnation av flerbostadshus. Det finns dock ännu inga metoder för standardisering och industrialisering av själva grundläggningen till flerbostadshus. Om även grundläggningen kunde standardiseras, så skulle kostnads- och resursbesparingar kunna göras i projekten.

Skanska har startat ett koncept som kallas *Moderna Hus*. Syftet är att genom standardisering och industrialisering minska bygg- och projekteringskostnaderna för att därigenom skapa ett billigare boende (Skanska, 2008, Moderna Hus- ett enkelt val). Grundläggningen till dessa koncepthus har ännu inte blivit en del av standardiseringen. Kostnaderna för grundläggningen är en relativt stor del av byggkostnaden och en standardisering av densamma skulle innebära ett viktigt steg mot målet att optimera bygg- och projekteringskostnaderna för koncepthusen.

Konceptet är att sälja flerbostadshus som färdiga produkter. *Moderna Hus* har sex olika hustyper som uppförs i tre till åtta våningar. Fyra av husen är punkthus och två är lamellhus. Det finns flera alternativ för husens exteriör t.ex. fasadens färg och struktur. Husens interiör kan anpassas med olika paket som ger möjligheter till val av hushållsutrustning, träslag och kulörer. I flera av lägenheterna kan kunden själv välja mellan öppen eller slutna planlösningar mellan kök och vardagsrum. Det finns även olika energipaket att välja mellan. Med energipaketet menas lösningar för värme och energiförbrukning. Bland annat finns det som tillval att placera solceller på taket. Hustyperna har gemensamma prefabricerade komponenter och badrummen kommer som färdiga moduler (Skanska, 2008, Moderna Hus- ett enkelt val).

Skanskas koncept *Moderna Hus*, ska på sikt vara tillämpligt i hela Norden. Eftersom grundläggningsmetoden är beroende av de geologiska och geotekniska förutsättningarna på den plats där husen skall uppföras, så varierar förutsättningarna för grundläggningsmetoden av husen stort. De två vanligaste grundläggningsmetoderna av denna typ av byggnader är pålgrundläggning och grundläggning på självbärande sulor (allmänna samtal, Skanska, 2008).

1.2. Frågeställning

Är det möjligt att standardisera grundläggningen till flerbostadshus?

Frågan har applicerats på Skanskas koncept *Moderna Hus* och har gett en konkret uppgift att ta fram ett förslag på en standardiserad grundläggning till konceptet.

1.3. Avgränsningar

Uppgiften har avgränsats till att fokusera på de två vanligaste grundläggningsmetoderna, pålgrundläggning och grundläggning på självbärande sulor. Ytterligare avgränsningar har gjorts genom att endast studera två typer av naturligt lagrade jordar, friktionsjord och lera. Grundläggningslösningarna som har beräknats är endast förslag på lösningar vilka har till uppgift att visa om det går att standardisera grundläggningen. Därför avgränsas arbetet till att inte dimensionera grundläggningen under hisschakt, trapphus och balkonger.

1.4. Syfte

Syftet med detta examensarbete har varit att undersöka möjligheten att standardisera grundläggningen för flerbostadshus. Undersökningen har genomförts genom att ta fram förslag till standardgrundläggning till Skanskas *Moderna Hus*. Målet med undersökningen har varit att hitta argument för eller emot en standardisering av grundläggningen.

1.5. Metod

Frågan om standardisering av grundläggningen har undersökts genom en kvalitativ fallstudie och genom att ta fram förslag till olika grundläggningslösningar.

Sex av de genomförda projekten inom *Moderna Hus* har studerats.

Grundläggningslösningar, ritningar, pålplaner, pållängder, geotekniska underlag och lastberäkningar har jämförts. Skillnader och likheter har analyserats med hjälp av diskussioner med aktuella grundläggningskonstruktörer. Studierna av projekten ger ett underlag till ett förslag på en standardiserad grundläggning för *Moderna Hus* flerbostadshus.

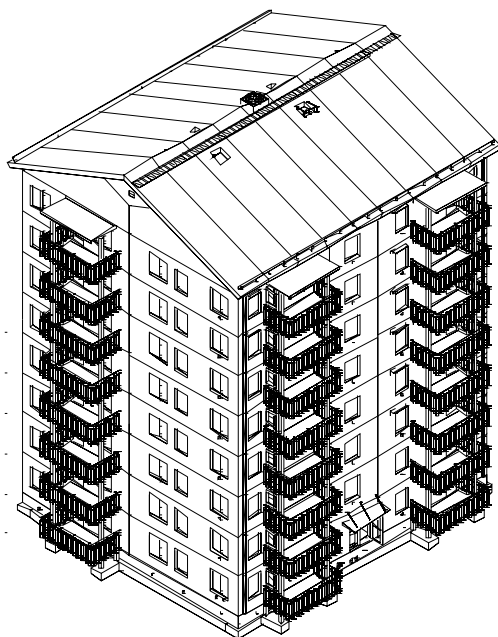
Förslaget till en standardisering har tagits fram genom dimensionering av grundläggning till olika markförhållanden. Lasterna från husen har tagits fram och räknats ner till grunden. Beräkningar har genomförts på pålantal, balkdimensioner och sulldimensioner utifrån de laster som finns. Utifrån dessa uppgifter har förslag på standardiserade grundkonstruktioner tagits fram för olika geotekniska förhållanden.

2. Moderna Hus

2.1. Hustyper

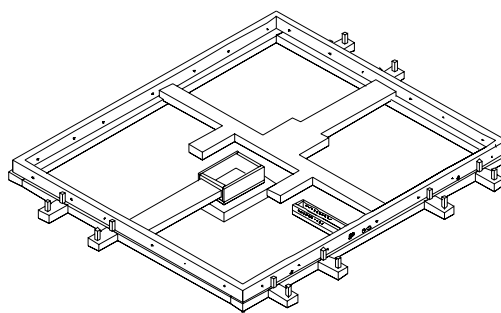
Sex olika produkter har tagits fram i Skanskas koncept *Moderna Hus* (Skanska, 2008, Moderna Hus- ett enkelt val). Alla de ingående koncepthusen är flerbostadshus med tre till åtta våningar. De skiljer sig åt arkitektoniskt, men har flera gemensamma nämnare. Konceptets grundtanke med ljusa lägenheter, god boendekvalitet, tåliga och lättskötta material och hus med låg energianvändning återfinns hos alla produkterna. De har även gemensamma nämnare såsom rumshöjd, storlek på badrum, trapphus, hisschakt och flera gemensamma prefabricerade väggelement. Lasterna i husen förs ner till grunden via bärande väggar i fasaden och bärande lägenhetsavskiljande väggar. Bärande innerväggar, trapphus och hisschakt används för att stabilisera husen mot horisontella laster som vindlaster.

Fyra av produkterna är punkthus och två är lamellhus. Punkthusen har trapphus och hisschakt i mitten av huset medan lamellhusen har trapphus och hisschakt utbyggt vid långsidan.

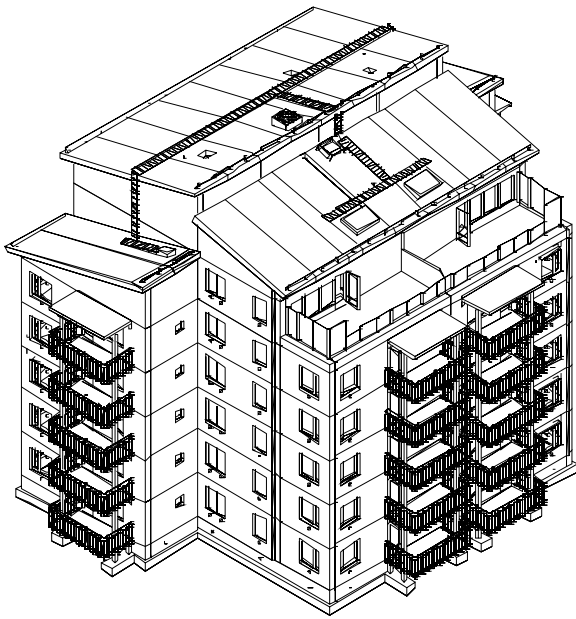


Figur 1 Grönskär punkthus

Grönskär är ett punkthus med yttermått 20,2 x 17,6m² och sadeltak. I huset finns lägenheter med två till tre rum och kök och alla lägenhet har en egen balkong. På varje våningsplan finns fyra lägenheter.

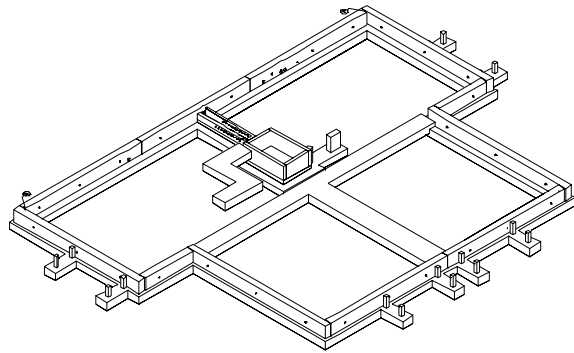


Figur 2 Grönskär grundkonstruktion

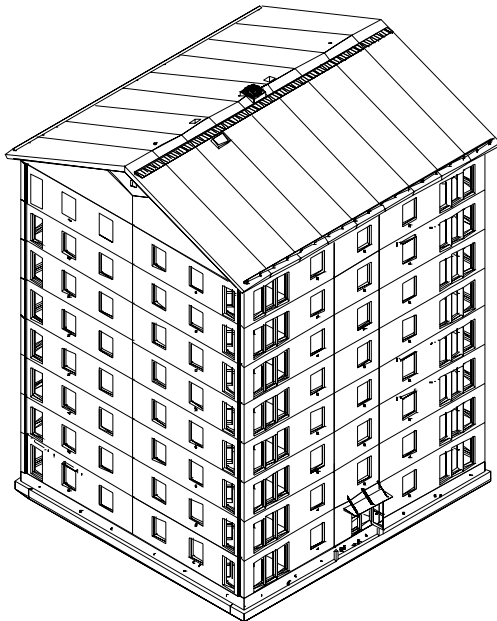


Figur 3 Öinneby punkthus

Öinneby är ett punkthus med yttermåten 26,2 x 19,1m² och pulpettak. I huset finns lägenheter med tre till fyra rum och kök. På varje våningsplan finns fyra lägenheter, förutom på det översta planet som endast rymmer två stycken lägenheter med fyra rum och kök vardera. Varje lägenhet har en egen balkong förutom översta planets lägenheter som har varsin takterrass.

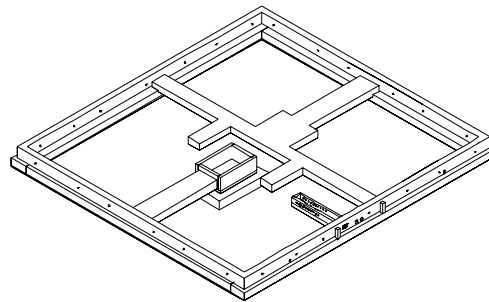


Figur 4 Öinneby grundkonstruktion

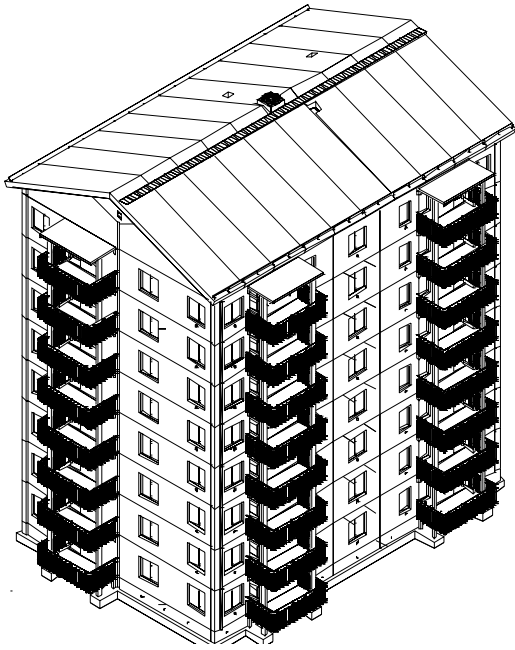


Figur 5 Gyllin punkthus

Gyllin är ett punkthus med yttermåten 20,2 x 18,8m² och sadeltak. I huset finns lägenheter med två till tre rum och kök men utan balkong. *Gyllin* är det enda huset utan balkonger men varje lägenhet har istället en loggia som är ett rum med ytterväggar helt i glas. Varje våningsplan har fyra lägenheter.

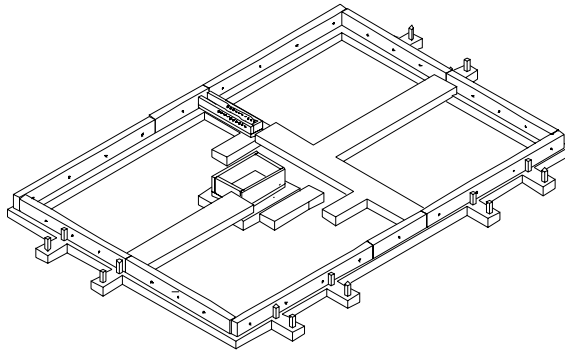


Figur 6 Gyllin grundkonstruktion

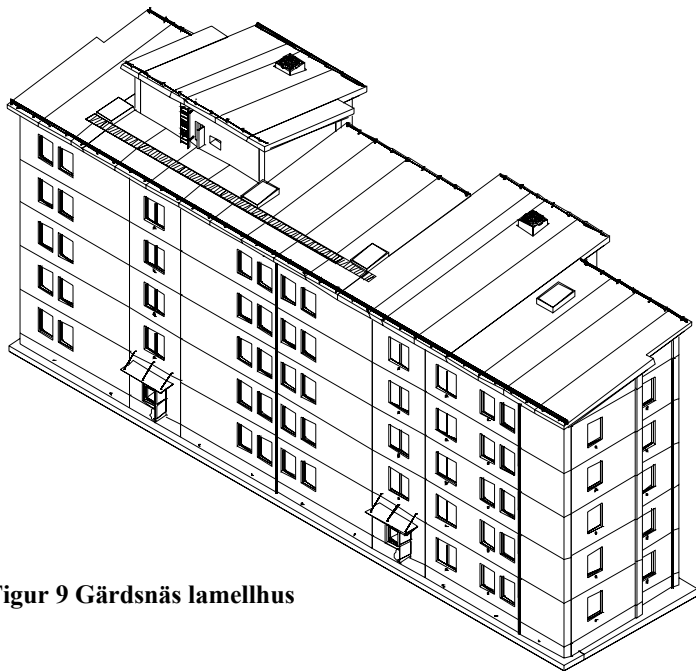


Figur 7 Lindö punkthus

Lindö är ett punkthus med yttermått 22,6 x 15,4m² och sadeltak. I huset finns lägenheter med två till tre rum och kök och alla lägenheter har egen balkong. På varje våningsplan finns fyra lägenheter.

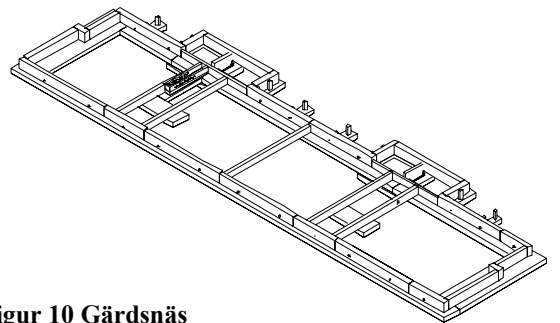


Figur 8 Lindö grundkonstruktion



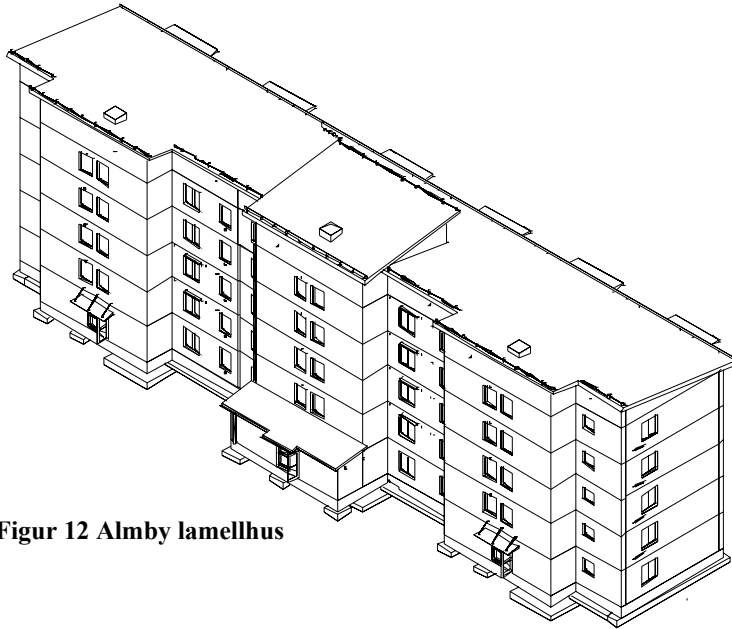
Figur 9 Gärdsnäs lamellhus

Gärdsnäs är ett lamellhus med yttermått 41,0 x 11,4m² och pulpettak. I huset finns lägenheter med två till tre rum och kök och alla lägenheter har egen balkong. Varje våningsplan har fyra lägenheter. Gärdsnäs har dubbla trapphus och hisschakt.

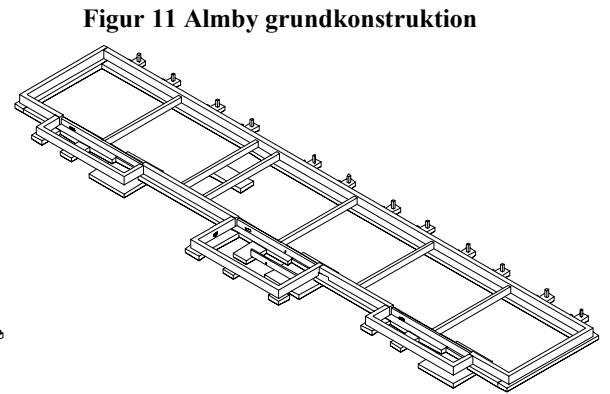


Figur 10 Gärdsnäs grundkonstruktion

Almby är ett lamellhus med yttermått 54,6 x 11,6m² och pulpettak. I huset finns lägenheter med två till tre rum och kök och alla lägenheter har egen balkong. Varje våningsplan har sex lägenheter. *Almby* har tre stycken trapphus och hisschakt.



Figur 12 Almby lamellhus



Figur 11 Almby grundkonstruktion

2.2. Hittills genomfört standardiseringsarbete

Bygghelsspecifikationer har tagits fram för husen inom *Moderna Hus*-konceptet. Dessa bygghelsspecifikationer är framtagna för att ge kunden information om huset den köpt, inte för att styra konstruktören av t.ex. grundläggningen. Trots att specifikationen inte är framtagen för konstruktören ger den riktlinjer om vad som är standardiserat och bestämt att gälla för de olika bygghelarna.

Tre bygghelsspecifikationer finns idag framtagna för grundläggningen av *Moderna Hus* (Skanska, 2008, Bygghelsspecifikationer):

- platsgjutna grundkonstruktioner
- prefabricerade grundkonstruktioner
- pålning

Nedan följer sammandrag från dessa tre bygghelsspecifikationer.

Platsgjutna grundkonstruktioner

Denna bygghedelspecification tar upp tre konstruktionselement:

1. Grundsulor och golv på mark
2. Pålade sulor med fribärande golv
3. Pågjutning på golvet

Antingen används grundsulor och golv på mark eller pålade sulor med fribärande golv vid husbygget. Pågjutning på golv används vid båda grundläggningsalternativen.

Specifikationerna säger att de platsgjutna grundkonstruktionerna skall dimensioneras för varje projekt. Konstruktionerna ska dimensioneras i säkerhetsklass 2, geoteknisk klass 2 och med livslängdsklassen 100 år. Säkerhetsklassen anger risken för personskador som föreligger, valet av geoteknisk klass sätter nivån på dimensionering, utförande och kontroll av geokonstruktionen och livslängdsklassen anger lägsta dimensionerande livslängd för grundläggningen.

Vid goda markförhållanden ska grundsulor och golv på mark användas och vid sämre markförhållanden ska grunden pålas. Med goda markförhållanden förutsätts:

- Grundvattennivån under grundläggningsnivån
- Marken ska bestå av jord med en friktionsvinkel på ungefär 38° , vilket är ett värde som påverkar hållfastheten och som används för friktionsjordar.
- Jorden ska ha en E-modul runt 30 MPa vilket används som riktvärde när marken är en kohesionsjord.

1. Grundsulor och golv på mark

Grundsulor på mark ska utföras under ytterväggar och bärande innerväggar. Hissgropen placeras lägst och sulorna till de bärande innerväggarna placeras på en högre nivå än ytterväggarnas sulor. För punkthus vid goda markförhållanden gjuts grundbalkar under bärande innerväggar och för lamellhus monteras prefabricerade grundbalkar under de bärande innerväggarna.

2. Pålade sulor med fribärande golv

Pålar ska placeras under ytterväggar, bärande innerväggar, trapphus, hisschakt och balkonger. Sulorna till ytterväggar, bärande innerväggar och hisschakt ska gjutas på samma nivå. Grundbalkarna under de bärande innerväggarna och under det fribärande golvet ska vara prefabricerade.

3. Pågjutning på golv

Golvet på grundplanet som på de övriga våningarna ska ha en pågjutning för att ge ett jämt golv. Grundplanet pågjutning ska vara på 65mm och ska gjutas vid samma tidpunkt som övriga golvs pågjutning.

Prefabricerade grundkonstruktioner

Delar av grundkonstruktionen till *Moderna Hus* som är prefabricerade:

- Hissgropen
- Sockelbalkarna
- Grundbalkarna
- El-gropen

Dessa fyra byggdelar har även individuella specifikationer som beskriver delarna detaljerat.

Konstruktionerna dimensioneras efter gällande geotekniska förhållanden och ska dimensioneras i livslängdsklass 100 år, säkerhetsklass 3 och geoteknisk klass 2.

Hissgropen placeras på en platsgjuten sula och betongen till gropen skall vara vattentät. Sockelbalkar monteras under de bärande väggarna. Balkarna ska vara ungefär 800mm höga och ha samma bredd och isolering som de väggelement som vilar på balkarna. Grundbalkar som är prefabricerade monteras under bärande innerväggar och under fribärande golv. Balkarna läggs upp på de platsgjutna sulorna. El-gropen är även den prefabricerad.

Pålning

Då pålning och fribärande golv används som grundläggningsmetod, har en specifikation angående pålningen tagits fram. Specifikationen gäller pålning av grunden till punktthus, och anger typ av element, laster, toleranser och hur pålningen ska kontrolleras och dokumenteras.

Pålelementen ska vara oskarvade och typgodkända standardpålar av betong utan bergsko och av klass SP2. Pålarna ska dimensioneras efter $c_{uk}/\gamma_m = 10$ kPa. De dimensionerade lasteffekterna på pålarna ska i brottgränstillståndet vara 1025 kN (säkerhetsklass 2) och i bruksgränstillståndet 900kN. Provpålning ska ske med minst 5 pålar och med minst ovanstående last. Minst var fjärde påles bärförmåga ska verifieras med stötsvågsmätning.

2.3. Genomförda projekt

Sedan Skanska började utveckla konceptet *Moderna Hus* har sju projekt genomförts. Utöver dessa så har ett flertal ytterligare projekt genomförts vilka bygger på *Moderna Hus*. Avvikelserna är i dessa fall dock så stora att de inte kan ses som rena konceptbyggen. I denna jämförelse har sex av de sju genomförda konceptprojekten valts att studeras. Det sjunde projektet valdes bort eftersom grundläggningen är mycket unik med en suterrängvåning och speciell planlösning av det nedre bottenplanet.

Eyrafältet

2005 startade projektet att bygga ett flerbostadshus i Örebro på ett område som kallas Eyrafältet. *Moderna Hus*-produkten Grönskär, vilket är ett punkthus med åtta våningar, valdes. Geologin på området består till största delen av lera och därför grundlades huset på pålar. Dimensioneringen av grundkonstruktionerna ledde fram till en grundläggning på 113 pålar som slogs ner till fast berg. På pålarna placerades 1200 mm breda och 600 mm höga sulor på vilka huset sedan uppfördes (Skanska, 2005, Eyrafältet).

Almby

Senare samma år startade ytterligare ett projekt i Örebro. I Almby utanför Örebro beslutades det att bygga ett lamellhus med fem våningar av typen *Moderna Hus*-produkten Almby. Marken i området består av ett en till två meter mäktigt lerlager som överlagrar morän, vilket ger betydligt bättre grundläggningsförhållanden än vid projektet Eyrafältet. Huset kunde därför direktgrundläggas på fribärande sulor efter det att lerlagret schaktats bort och ersatts med bättre fyllnadsmassor. Grundläggningen bestod av fribärande sulor. Yttersulor längs långsidan med bredden 1500 mm och höjden 400 mm, innersulor med samma dimensioner och yttersulor längs kortsidan med bredden 1000 mm och höjden 400 mm (Skanska, 2006, Almby).

Söderberg etapp 1

I Kristianstad startade 2005 ett projekt som omfattade ett kvarter bestående av tre flerbostadshus. Etapp 1 bestod av ett Grönskär punkthus med sex våningar. Området där kvarteret byggdes består av ett mäktigt lerlager och alla husen var tvungna att grundläggas med pålar. Söderberg etapp 1 grundlades med hjälp av 78st pålar och med grundbalkar, 1200 mm breda och 600 mm höga (Skanska, 2005, Söderberg etapp 1).

Söderberg etapp 2

Etapp två i Kristianstad består av två Grönskär punkthus vilka började byggas under 2007. Hus två har sex våningar och hus tre sju våningar. Hus två på Söderberg etapp 2, grundlades på 80 pålar och hus tre på 78 pålar. Grundsulorna fick samma dimension som vid etapp 1, dvs. bredden 1200 mm och höjden 600 mm (Skanska, 2007, Söderberg etapp 2).

Tändstickan

Under 2007 startade projektet att bygga ett Örneby punkthus med sju våningar i Västervik. Geologin i området består mestadels av morän och huset direktgrundlades på fribärande sulor. Dimensioneringen gav yttersulor med bredden 1000 mm och höjden 500 mm. Innersulorna har två olika bredder, 1000 mm respektive 1500 mm och höjden 500 mm (Skanska, 2007, Tändstickan).

Kärrtorp

I Kärrtorp utanför Stockholm startade projektet att bygga ett åtta våningars Grönskär punkthus 2007. Geologin består av morän och berg i dagen vilket medförde att huset kunde direktgrundläggas på fribärande sulor. Dimensionerna på sulorna blev av samma dimension som vid projektet Tändstickan (Skanska, 2007, Kärrtorp).

2.4. Analys av genomförda projekt

Eyrafältet och *Söderberg etapp 1* har liknande grundläggning. Projekten dimensionerades av samma konstruktör på Skanska Teknik utifrån laster givna av Skanskas avdelning för stomsystem. Hustypen var samma i de två projekten och de geotekniska förhållandena liknade varandra. Skillnaden i antal pålar kan delvis förklaras med skillnaden i antalet våningar.

Grundläggningen till *Söderberg etapp 2* dimensionerades av en annan konstruktör vid Skanska Teknik än etapp 1, men denne konstruktör hade blivit tillsagd att grundläggningen skulle vara likadan som i etapp 1. Alltså skulle samma pålplan och samma dimension på grundbalkar användas till etapp 2 som för etapp 1. Huset i etapp 2 skiljer sig från huset i etapp 1 genom att entréerna är flyttade till motstående sida. Detta påverkar lägenheternas planlösning och i sin tur lasternas fördelning på grunden. Därför har någon extra påle slagits ner i grunden för etapp 2.

Grundbalkarna för grunden i etapp 2 är större än de i etapp 1. Skanska Teknisk konstruktör av etapp 2 dimensionerade grundbalkarna medan grundbalkarna i etapp 1 dimensionerades av Skanskas avdelning för stomsystem. Skillnaden i dimensioner kan antagligen förklaras med att konstruktörerna räknar ner lasterna på olika sätt. Hus två i etapp 2 har en grundläggning som kan ses som lite överdimensionerad då grundläggning till hus två gjordes likadan som grundläggningen till hus tre i etapp 1 trots att hus två har en våning mindre.

De praktiska erfarenheterna från dessa tre projekt är att grundsulorna borde vara större för att minska mängden armering och för att underlätta armeringshanteringen på arbetsplatserna. Grundsulorna i ovan nämnda projekt har varit för små för att prefabricerade armeringskorgar ska kunna användas, armeringskorgar hade underlättat ute i produktionen (allmänna samtal, Skanska, 2008).

De tre övriga projekten *Alby*, *Tändstickan* och *Kärrtorp* skiljer sig i mycket från *Eyrafältet* och *Söderberg*- projekten. De geotekniska förutsättningarna är helt annorlunda och ger mycket bättre grundläggningsförhållanden. *Alby*, *Tändstickan* och *Kärrtorp* har haft samma grundkonstruktör på Skanska Teknik. Konstruktören av grundläggningen har även själv tagit fram lasterna. Detta har gjorts dels för att projekteringen av grundläggningen tidsmässigt har legat framför Skanska avdelning för stomsystems, dels för att konstruktören haft en annorlunda syn på lastfördelningen. Att konstruktören själv tagit fram lasterna märks framförallt på vindlasterna där både husets ytter- och innerväggar har setts som stabiliserande vid projekteringen av grundläggningen.

Infästningarna mellan väggarna har kontrollerats för att säkerställa att ytterväggarna också tagit upp vindlasten.

Ytterligare en skillnad i beräkningssätt mellan dessa två grupper av projekt är att vid *Almy*, *Tändstickan* och *Kärrtorp* har lasten setts som en jämt fördelad linjelast på grunden. Överslagsmässiga beräkningar gjordes vid projekt *Söderberg* etapp två för att jämföra en jämnt fördelad linjelast som i *Almy* och en linjelast endast mellan öppningar i väggarna såsom i *Söderberg*. Jämförelsen gav att skillnaden mellan att se laster som jämnt fördelade linjelaster eller som linjelast mellan öppningar inte var stor (allmänna samtal, Skanska, 2008)

Tändstickan och *Kärrtorp* har lika geotekniska förhållanden och båda hustyperna är punkthus. *Kärrtorps* hus har en våning mer än huset på kvarteret *Tändstickan*. Trots denna olikhet har båda projekten samma storlek på grundulorna. *Almy* är grundlagt på sämre underlag än projektet *Tändstickan* och projektet *Kärrtorp*, men har lägre antal våningar på huset. Yttersulorna längs långsidorna till huset i *Almy* är större än yttersulorna längs kortsidorna pga. bjälklagen är upplagda på långsidans väggar.

Utifrån de projekt som studerats kan storleksordningen på standardiserade grundulor uppskattas. De lastnedräkningar som har gjorts för de olika projekten har gett en arbetsgång till lastnedräkningen för dimensioneringen av standardlösningar av grundläggningen. Jämförelser av lasterna i projekten har gett att lasterna kan räknas ner som jämnt fördelade linjelaster, det vill säga att lasterna behöver inte fördelas mellan öppningarna i väggarna.

3. Beräkningar

3.1. Inledande diskussion

Vad menas med en standardiserad grundläggning? Med en standardisering menas, i den här utredningen, först och främst att det ska finnas en färdig lösning för grundläggningen, vilket för *Moderna Hus* betyder att det för varje hustyp ska finnas färdiga grundläggningslösningar för definierade markförhållanden. I diskussion med ansvarig konceptutvecklare av *Moderna Hus* (allmänna samtal, Johansson, 2008) togs ett förslag fram på en önskad standard.

Tabellen tar upp fem olika grundläggningslösningar som standard, A till F. Tabellen visar t.ex. att en grundläggningslösning B med fribärande sulor används för ett åttavånings punkthus på en undergrund med friktionsvinkeln 38° . En likadan grundläggningslösning B används till ett sex-våningars punkthus och ett fem-våningars lamellhus på en mark med friktionsvinkel 34° . En standardlösning för friktionsvinkel 30° är orimlig då lösningarna för en så dålig undergrund, dvs. med ett lågt värde på friktionsvinkeln, blir extrema och kostsamma och kräver därför optimering. Ett resonemang om detta följer senare i arbetet under avsnittet resultat.

Grundläggning	Hållfasthetsvärde	Punkthus 8 vån	Punkthus 6 vån	Lamellhus 5 vån
Fribärande sulor	$\phi=30^\circ$	Orimligt	Orimligt	Orimligt
	$\phi=34^\circ$	A	B	B
	$\phi=38^\circ$	B	C	C
Pålning	$c_{uk}=15\text{ kPa}$	E	F	F

Tabell 1 Önskad standard

I diskussionen kom det fram att det fanns en önskan att använda förtillverkade armeringskorgar i grundbalkarna vid grundläggning med pålar och i de fribärande sulorna vid grundläggning på mark. Detta betyder att en bra standard skulle vara grundläggningslösningar där samma armeringskorg kan användas i så många fall som möjligt oavsett grundläggningssätt. En armeringskorg dimensioneras efter sulstorlek alternativt balkstorlek, moment och tvärkraft i sulan alternativt balken.

3.2. Förutsättningar

Grundläggningen dimensioneras i geoteknikklass 2 och säkerhetsklass 2. Sulorna dimensioneras för friktionsjord med en varierande friktionsvinkel mellan 30° och 40° grader. Pålgrundläggningen dimensioneras för en lera med den odränerade dimensionerande skjuvhållfastheten 15 kPa . Grundvattennivån antas ligga på minus två meter under befintlig markyta och fast botten antas ligga femton meter under marknivå.

All betong dimensioneras för livslängdsklass 100 år, spricksäkerhetsfaktorn 1,2, kryptal 1 och för miljöklass XC4, cykliskt vått eller torrt. Betongens vattencementtal får ej överstiga 0,55. Betongkvaliteten väljs till C25/30 för att slippa kravet på klass 1 certifierade betongarbetare. Dessa förutsättningar har använts i alla hittills genomförda *Moderna Hus*- projekt.

Vid grundläggning med fribärande sulor antas sulornas underkant placeras en meter under markytan och läggs direkt på befintlig jord om inget annat anges. Vid problem med grundens bärighet och sättningar kan sulorna placeras på fyllningsmaterial som ger bättre bärighet. Som fyllningsmaterial används här bergkross med en E-modul om 60 MPa. Vid grundläggning på fyllnadsmassor ökar schaktningsarbetet. Beroende av tillgången på bra fyllnadsmassor kan kostnaderna bli stora. Vid grundläggning med fribärande sulor läggs golvet till entréplan på marken som en vanlig platta på mark. Detta betyder att marken under golvet bär upp lasten från entréplanet medan lasten från övriga våningsplan förs ner till sulorna.

Vid pålgrundläggning är bjälklaget i markplanet fritt upplagt på de grundbalkar som bärs upp av pålarna. Bjälklaget i grundplanet har i de genomförda projekten bestått av en platsgjuten platta medan övriga plan har golv av HDF-bjälklag. Den platsgjutna plattan i grundplanet används för att ge en styv grund till huset. Det fritt upplagda platsgjutna bjälklaget klarar en spännvidd om cirka fyra meter. Avståndet mellan grundbalkarna är sådant att till alla hustyperna behöver grundplanet förstärkas med balkar. Balkarna läggs upp på grundbalkarna under långsidornas ytterväggar och på grundbalkarna under innerväggarna. Som påle väljs en standardpåle SP2 (Pålkommissionen, 1996, rapport 94) enligt bygghedelspecificationen om pålning. Standardpåle SP2 är en betongpåle med dimensionen 0,27 m x 0,27 m. SP2 pålar har använts i alla genomförda *Moderna Hus* projekt med pålgrundläggning.

I en standard för grundläggning med fribärande sulor behövs bestämda dimensioner på sulorna. Fem olika dimensioner på sulor har tagits fram genom beräkningar och studier av de ovan beskrivna genomförda projekten. Suldimensionerna som används är (BxH):

- 1,0 m x 0,8 m
- 1,5 m x 0,5 m
- 1,5 m x 0,8 m
- 2,0 m x 0,8 m
- 3,0 m x 1,0 m

En standard för grundläggning med pålar, kräver att det finns pålplaner för de olika husen och att grundbalkarnas dimensioner är bestämda. Dimensionen och pålplaceringen bestämdes genom ta tillvara erfarenheterna från genomförda projekt och genom beräkningar av kraftfördelning i balkar och pålar. Standardgrundbalken som används är (BxH):

- 1,2 m x 0,8 m

Pålarnas antal och placering bestäms främst av lastens storlek och placering, men hänsyn måste i projekteringskedet, tas till eventuella felslagningar. Sätts pålarna för tätt är det risk att de slår i varandra vid nedslagning och pålarna utnyttjas inte optimalt om de står för tät. Enligt praxis bör centrumavståndet mellan pålarna inte vara mindre än $5 \times d$, dvs. $5 \times 0,27 \text{ m} = 1,35 \text{ m}$ (Statens geotekniska institut, 1993, Pålgrundläggning). I de genomförda projekten står pålarna inte närmare än 1 meter från varandra. Pålarna måste slås så att grundbalken kan fördela lasterna över alla pålarna. I fall där lasterna är stora behövs ett stort antal pålar och pålarna kan då placeras ”sicksack” för att öka avståndet mellan pålarna så att praxis uppfylls. Detta kräver en bred grundbalk. En bred grundbalk föredras även i produktionen för att underlätta arbetet med armeringen i grundbalkarna. I de genomförda projekten framkom synpunkter på storleken av grundbalken när armeringen skulle placeras ut.

3.3. Lastberäkning

För att dimensionera grundläggningen behöver lasterna från husen vara definierade. För att avgränsa examensarbetet har endast grundläggningen för åtta och sex våningars punkthus och fem våningars lamellhus studerats och dimensionerats. Egentyngder, snö och vindlaster har bestämts, adderats och räknats ner till grunden enligt Boverkets konstruktionsregler (Boverket, 2003, BKR) för varje hustyp. Se bilaga *Lastberäkningar*.

Vindlasten verkar som en horisontell last på huset och leds ner via de bärande väggarna till grunden. Den horisontella vindlasten påverkar grundsulorna och grundbalkarna som en vertikal last. Vindlasten har beräknats genom att räkna om vinden som ett moment verkande i grunden. Vindlastens fördelning per vägg har tagits fram genom att uppskatta varje väggs andel av vindens angreppsytta. Detta sätt att beräkna vardera väggs vindlast har jämförts med vindsimuleringar i beräkningsprogram och resultaten är likvärdiga (allmänna samtal, Skanska, 2008). Jämförelserna har bl.a. gjorts på Skanskas teknikavdelning i samband med projekteringar av byggda *Moderna Hus* projekt.

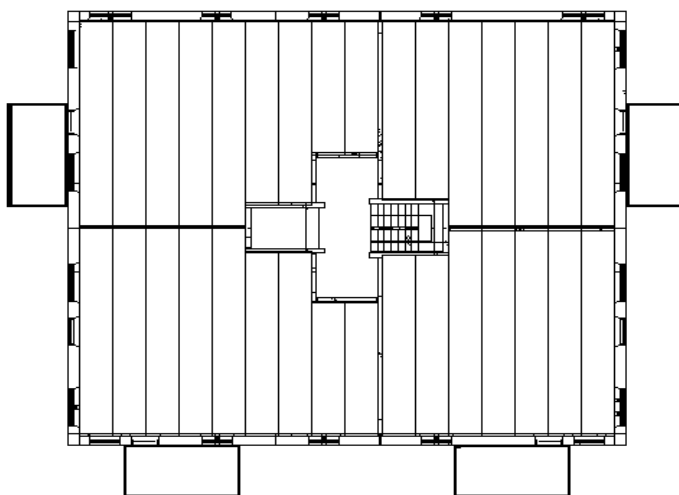
Nedan i *tabell 2* visas exempel på laster för de olika husen. Den största och minsta brottlasten som kan finnas från någon av husets ytterväggar respektive innervägg visas. Lasterna visas som exempel för att ge en uppfattning om storleksordningen på de laster som förs ned till grunden via de bärande väggarna. Innerväggarna bär upp större laster då de tar upp större andel av bjälklagens last och större andel av vindlasten.

Hus	Ytterväggar (kN/m)		Innerväggar (kN/m)	
Lindö 8 vån.	363	129	624	144
Gyllin 8 vån.	417	125	735	144
Grönskär 8 vån.	394	129	677	144
Önneby 8 vån.	454	129	695	144
Lindö 6 vån.	271	107	447	117
Gyllin 6 vån.	304	103	522	117
Grönskär 6 vån.	291	107	489	117
Önneby 6 vån.	326	107	508	117
Gärdsnäs 5 vån.	242	120	254	127
Almby 5 vån.	242	96	242	103

Tabell 2 Exempel på laster tagna från bilaga *Lastberäkningar*

3.4. Dimensionering av sulor

Sulor placeras under de bärande väggarna. Sulorna är bredare än den bärande väggen och sulans bredd fördelar lasterna över en större markyta vilket minskar spänningarna i marken. Sulorna dimensioneras utifrån markens beskaffenhet och lasten på sulan. Därefter kontrolleras sättningen av sulan mot eventuella krav. Det största problemet med grundläggning med fribärande sulor är sättningsdifferenserna mellan sulorna under olika väggar. De bärande väggarna har stora skillnader i last beroende av hur stor del av bjälklaget de bär upp och av hur stor del av vindlasten de tar upp. Bjälklagen är upplagda mellan långsida och inneväggen, hjärtväggen för de fyra punkthusen, se *figur 13* nedan. För de två lamellhusen är bjälklagen upplagda mellan långsidorna.



Figur 13 Bjälklag Grönskär punkthus

När bärighet och sättning kontrollerats för enskilda sulor, så har tvådimensionella modeller av sulorna byggts upp i beräkningsprogrammet Ramanalys (Ramanalys, 2007, Gailly & Adler). Sättningar har kontrollerats för fallet när sulorna är hoparmerade och därför samverkar, vilket minskar problemen med sättningsdifferenser mellan de olika sulorna. I beräkningsprogrammet Ramanalys har markens bärighet modellerats med fjädrar.

3.5. Dimensionering av pålar

Pålning till fast botten används när markförhållandena är mycket dåliga, vilket ofta är fallet vid lerjordar. Pålarnas antal och placering väljs så att varje påle inte får en överstigen maxbelastning och att balkarna som bär upp huset mellan pålarna inte blir orimligt stora. Vid beräkningarna för att ta fram förslag på en standard har en modell av lasterna, balkarna och pålarna byggts upp i beräkningsprogrammet Ramanalys (Ramanalys, 2007, Gailly & Adler) och kraften i varje påle har beräknats. Pålarna modelleras som styva fjädrar. Se *bilaga B Pålning*, avsnitt *Fjäderkonstantberäkning*. Lasten på varje enskild påle adderas med en påhängslast från omgivande jord och jämförs med påtillverkarnas rekommenderade maxlast för pålen. Se *bilaga B Pålning*, avsnitt *Påhängslast*. Pålar slås snett för att säkerställa stabiliteten av huset och förhindra glidning pga. vindlasten. Vid grundläggning med fribärande sulor förhindras huset från att glida på grund av friktionskrafterna mellan sulor och mark. Antalet snedställda pålar dimensioneras utifrån vindlasten, se *bilaga B Pålar*, avsnitt *Vindlast*. Med hjälp av modellen i beräkningsprogrammet kan även krafterna i grundbalkarna tas fram och armeringen i balkarna kan dimensioneras efter dessa krafter.

3.6. Beräkningar i Ramanalys

För att få en bild av hur sulorna vid grundläggning på friktionsjord fungerar när de samverkar med varandra, så har beräkningsprogrammet Ramanalys (Ramanalys, 2007, Gailly & Adler) använts. Friktionsjorden modelleras som jämnt fördelade fjädrar under sulorna. Beräkningsprogrammet ger då en bild av sulornas sättningar, samt momenten och tvärkrafterna i sulorna. Utifrån momenten och tvärkrafterna dimensioneras armeringen i sulorna.

Fjäderkonstanterna beräknas genom att först bestämma jordens E-modul utifrån friktionsvinkeln. Sättningen beräknas för denna jord, var meter ner till 12,5 meters djup. Fjäderkonstanten beräknas sedan som kraften genom summan av sättningarna var meter. Metoden kallas 2:1 metoden. Beräkningarna har gjorts med hjälp av Excel där

- spänningen i jorden var meter har beräknats med formeln $\Delta\sigma=q/(1+z/B)$ kPa
- sättningen har beräknats med hjälp av formeln $\Delta s=\Delta\sigma*\Delta h/E$ m
- fjäderkonstanten har beräknats som $k=F/\Sigma\Delta s$
- där q = enhetslast, $\Delta h=1$ m, z = djup, B = sulbredd

Fjäderstyvheter beräknas för olika bredder på sulan och för olika mäktiga lager fyllning under sulorna. Nedan i *tabell 3* visas E-modulen för friktionsvinklar mellan 30° och 40° samt fjäderkonstanten för en 1,5 m bred sula direktgrundlagd på befintlig mark.

Friktionsvinkel	E-modul (MPa)	Fjäderkonstanten k (kN/m ²)
30°	8	3553
32°	10	4441
34°	18	7994
36°	25	11103
38°	40	17765
40°	60	26648

Tabell 3 Fjäderkonstanter för friktionsjordar

Vid grundläggning med pålar användes Ramanalys för att få fram momenten i grundbalkarna och krafterna i pålarna. Pålarna modelleras som fjädrar.

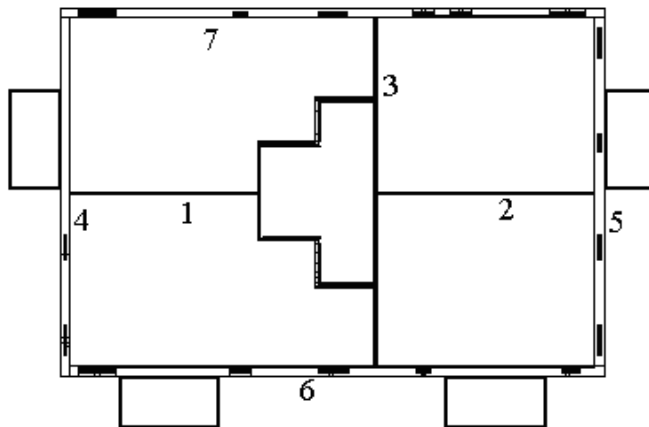
Indata för beräkning av pålens fjäderstyvhet:

- Odränerad skjuvhållfasthet, lös lera $c_{uk}=15$ kPa
- Pålängd 15 m
- E-modul betong 30 GPa
- Area påle 0,073 m²

Dessa indata ger en fjäderstyvhet för pålen på 50000 kN/m

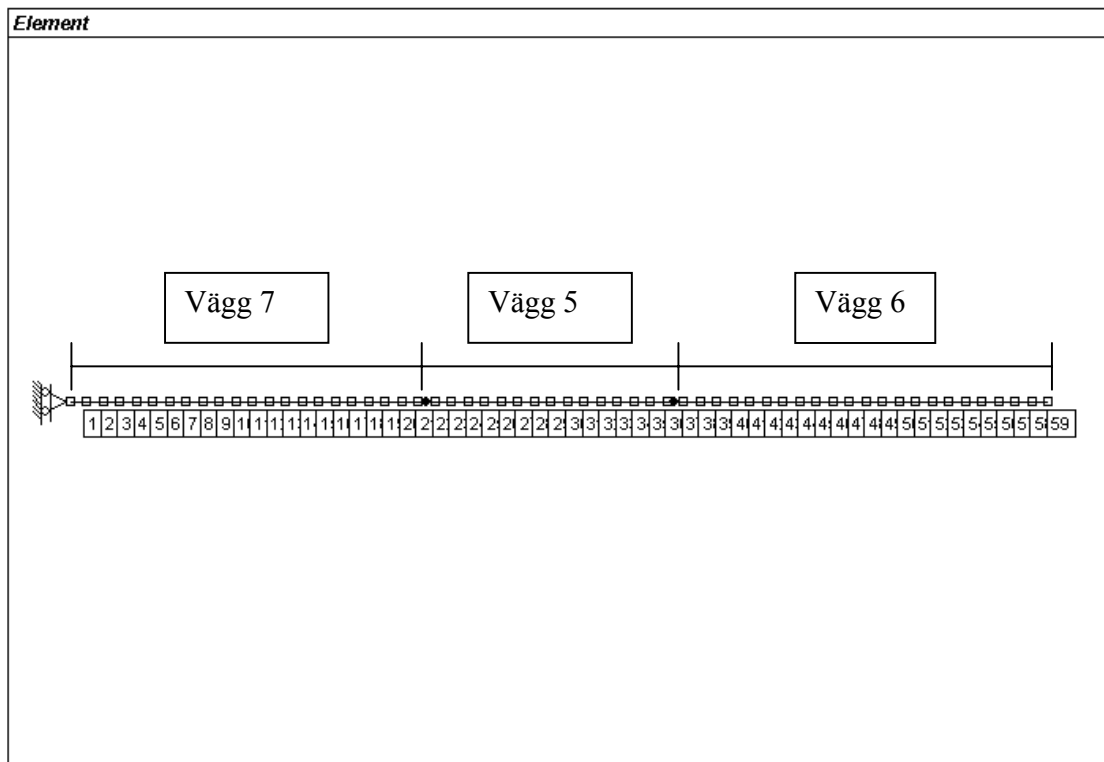
För beräkning se *bilaga B Pålning*, avsnitt *Fjäderkonstant*.

I Ramanalys byggs en tvådimensionell modell av sulorna upp. Verkligheten är tredimensionell och därför får flera modeller byggas upp och sedan kombineras genom en iterativ modellering. Först har en modell av ytterväggarna byggts upp, en långsida, en kortsida och ytterligare en långsida.



Figur 14 Lindö väggnummering

Sulorna sitter ihop med momentfria leder och första sulans ände hindras från att förflyttas i horisontalled. Se *figuren 15* nedan och uppmärksamma lederna som syns som mörkare ringar vilket utgör kopplingspunkterna mellan långsidor och kortsida.



Figur 15 Modell från Ramanalys av ytterväggarna till hus Lindö, figur 14.

Sättningen i ändarna av sulorna ska vara lika om lasterna är jämt fördelade. I modellen stämmer inte detta då inverkan från andra kortsidan inte finns med. Detta kan kompenseras genom att fjäderkonstanten ytterst på sulan korrigeras så att sättningen blir lika i båda ändarna av sulan.

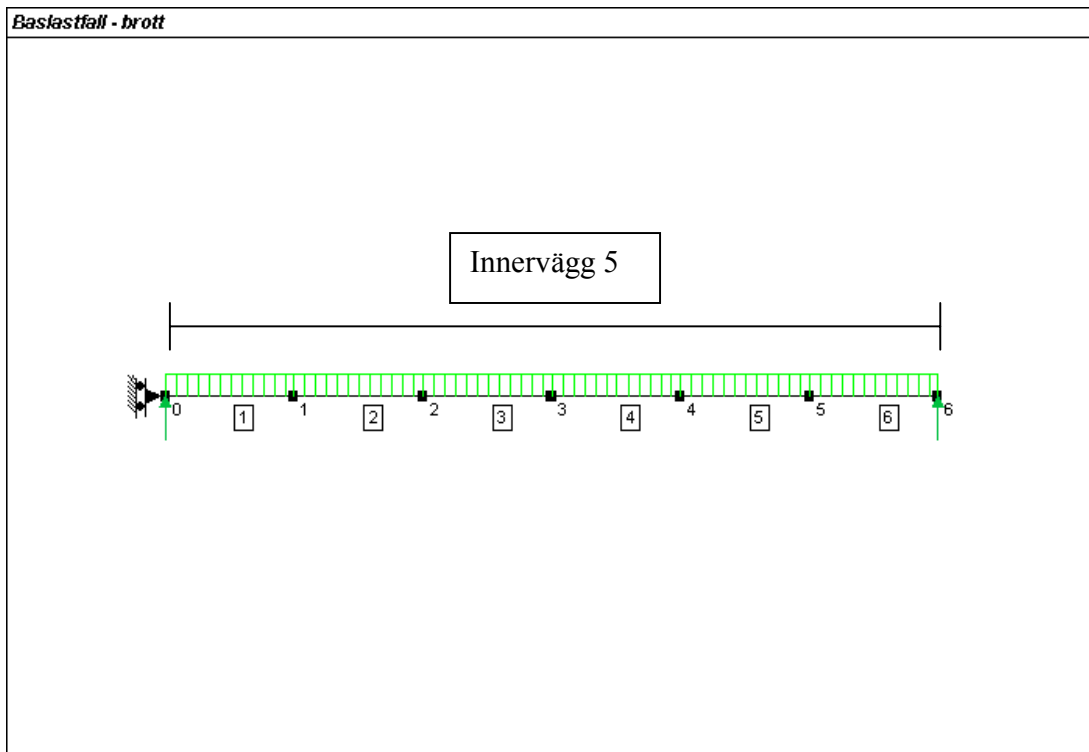
Separata modeller av sulorna under innerväggarna har byggts upp. Modellen av ytterväggarna har kombinerats ihop med innerväggarnas modeller genom ett iterativt tillvägagångssätt:

1. Tvärkraften ytterst på innersulorna läses av och sätts ut på yttersulorna där innerväggen möter ytterväggen, se *figur 17*.
2. Sättningen under innerväggen läses av i ytterväggens modell och i innerväggens modell.
3. Är sättningen mindre i innerväggensmodell i änden än i ytterväggens modell korrigeras detta genom att lägga på en last i änden på innerväggens modell. Detta ökar sättningen i innerväggens modell och kraften i änden av sulan minskar.
4. Den nya kraften från änden på innerväggen läggs in som last på ytterväggen istället för den gamla lasten och sättningen på ytterväggen minskar förhoppningsvis till samma som innerväggens modell.
5. Om inte läggs en större last på innerväggens ände tills sättningen är lika för yttervägg och innervägg.

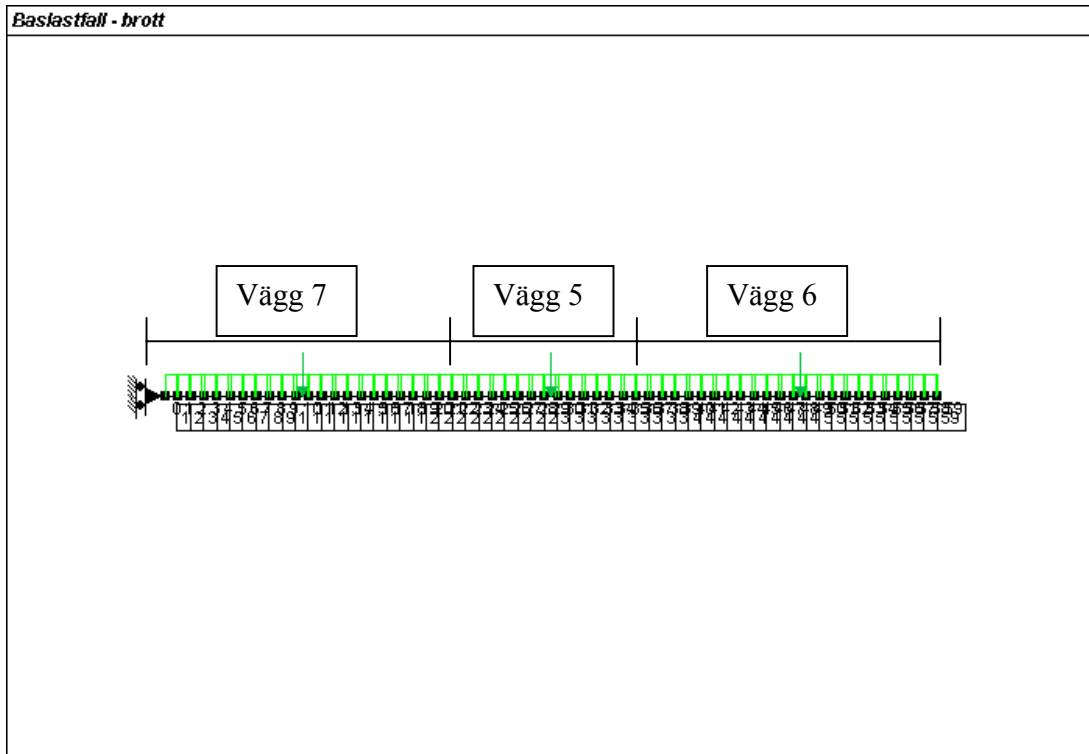
Kraften som läggs på motsvarar en armering som sätter ihop yttersula med innersula.

Är sättningen större för innerväggen än ytterväggen läggs en negativ last på innerväggens ändrar, dvs. en uppåttryckande kraft och motsvarande tillvägagångssätt som ovan används.

Nedan visas ett exempel från Ramanalys, *figur 16* och *figur 17* där innerväggsmodell och ytterväggsmodell byggs ihop såsom beskrivits ovan. Figurerna visar fallet då innerväggens sättning är större än ytterväggens och en negativ last läggs på änden av innerväggen. Detta ökar kraften som innerväggen lägger på ytterväggen.



Figur 16 Modell från Ramanalys av Lindös innervägg 5, se figur 14.



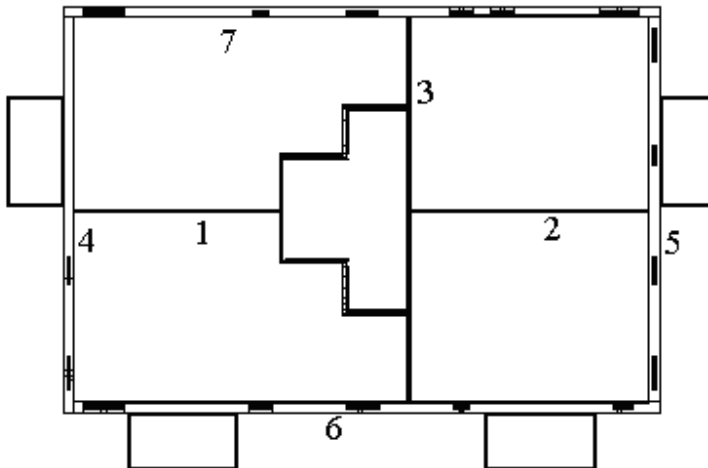
Figur 17 Modell av yttervägg med punktlaster från innerväggar

Samma tillvägagångssätt används vid beräkning av grundbalkarna vid pålgrundläggning. Problemet med sättningsdifferenser blir inte lika stora vid pålgrundläggningen. Detta sätt att modellera verkligheten gör att sulorna kan ses som samverkande och därför behöver armeras ihop.

För alla sex hustyperna har beräkningar gjorts och resultatet presenteras genom figurer över momenten i sulorna under de olika väggarna vid olika vindförhållanden, friktionsvinklar på jorden och olika våningsantal. I resultaten anges även använd suldimension och mängden fyllning.

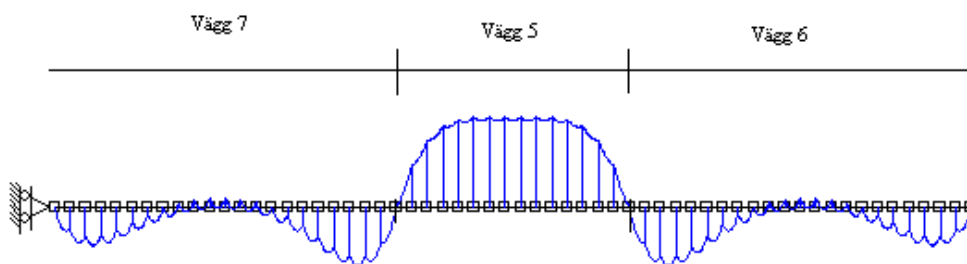
3.7. Erfarenheter

Under arbetets gång har olika intressanta lärdomar gjorts.



Figur 18 Lindö väggnummering

Beräkningarna visade att sättningskillnader kan vara något positivt. T.ex. i hus Lindös kortsida uppkommer ett negativt moment för att sättningen är mindre än för långsidornas väggar. *Figur 19* visar momentkurvan för Lindös yttreväggar 7, 5 och 6 där vägg 5 är kortsidan. Vägg 7 sträcker sig från vänster i kurvan till punkten där kurvan passerar noll och visar ett stort negativt moment. Vägg 5, dvs. kortsidan visas i kurvan där momentet är negativt och vägg 6 börjar där kurvan passerar noll och kurvan visar ett positivt moment igen.



Figur 19 Lindö yttrevägg 7, 5 och 6 med negativt moment i vägg 5

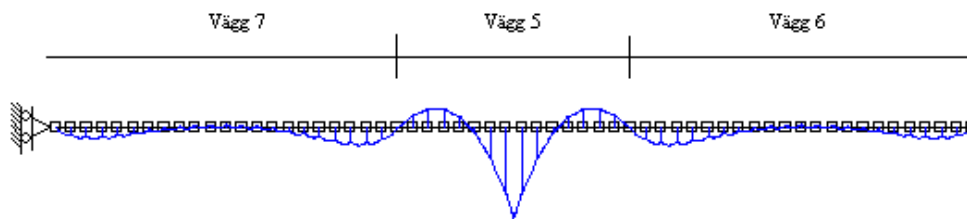
Åtta våningars punkthus Lindö, kortsida vägg 5.

- Last 129 kN/m
- Höjd 0,5 m
- Beräkningarna är gjorda i en modell över tre samverkande sulor
- Friktionsvinkel 38°

Bredd	1,5 m
Moment	-402 kNm

Tabell 4 Negativt moment i sulan under vägg 5

Nedan, *figur 20* läggs punktlasten från Lindös innervägg 2 på kortsida 5. Punktlasten från innerväggen uppkommer på grund av att innerväggarna har en större sättning än kortsidan och detta måste motverkas genom att sammanbinda sulorna. Figuren ska tolkas som figuren ovan. Uppmärksamma skillnaden för momentkurvan till kortsidans vägg 5.



Figur 20 Lindö yttervägg 7, 5 och 6 med punktlast på vägg 5

- Last 129 kN/m
- Punktlast från innervägg 1
- Höjd 0,5m
- Beräkningarna är gjorda i en modell över tre samverkande sulor
- Friktionsvinkel 38°

Bredd	1,0 m	1,5 m
Moment	1013 kNm	993 kNm

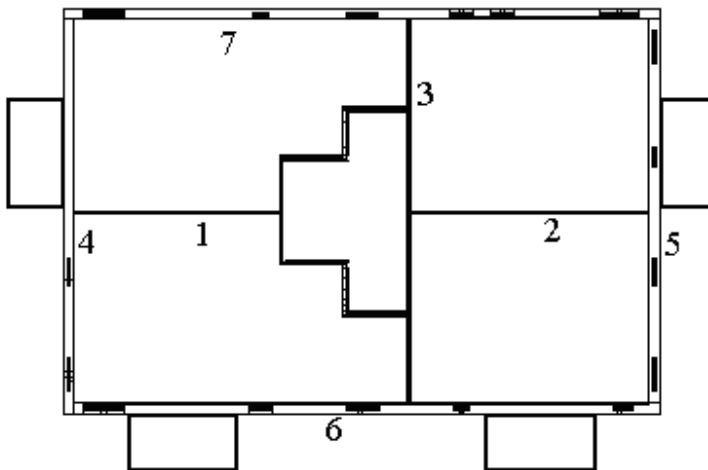
Tabell 5 Negativt moment i sula med punktlast

Slutsatsen är att sättningsskillnaden mellan ytterväggarna ger ett negativt moment som tar ut en del av det positiva momentet från innerväggens last. Detta betyder att armeringsmängden i sulan under vägg 5 kan minskas.

4. Resultat

4.1. Grundläggning på fribärande sulor

Här visas resultat för Lindö åtta våningars punkthus som exempel. Bärigheten för sulorna är kontrollerad var för sig, dvs. sulorna samverkar ej, är inte hopgjutna eller hoparmerade.



Figur 21 Lindö väggnrering

Innervägg

- Vegg 1
- Brottlast 657 kN/m
- Längd 7,8 m

Yttervägg

- Vegg 6
- Brottlast 363 kN/m
- Längd 22,6 m

Friktionsvinkel	Vägg	Sula HxB 0,5 x 1,5 m	Sula HxB 0,5 x 2,0 m
30°	Inner	Nej	Nej
	Ytter	Nej	Ja
32°	Inner	Nej	Nej
	Ytter	Nej	Ja
34°	Inner	Nej	Sättningsproblem?
	Ytter	Ja	Ja
36°	Inner	Sättningsproblem?	Ja
	Ytter	Ja	Ja
38°	Inner	Ja	Ja
	Ytter	Ja	Ja
40°	Inner	Ja	Ja
	Ytter	Ja	Ja

Tabell 6 Bärighet för Lindö åtta våningars punkthus

Bärigheten anses vara uppfylld då lasten från sulorna är 2/3 av jordens brottlast, detta betyder att jordens bärighet inte är till fullo utnyttjad men en belastning större än 2/3 av brottlasten brukar leda till stora sättningsproblem.

Att grundlägga huset så att marken klarar av att bära upp lasterna är oftast inte det största problemet med dimensioneringen av grunden. Största utmaningen brukar vara att klara problemen med sättningar. Några bestämda sättningskrav finns inte från Boverket men i gamla riktlinjer från dåvarande Boverk finns rekommendationen att sättningsdifferensen inte ska vara större än $L/500$ (Planverk 1983). Detta används ofta fortfarande som en gräns för acceptabel sättning. Sättningar ger problem med VA-anslutningar, lutningar på golv och väggar och sprickbildningar.

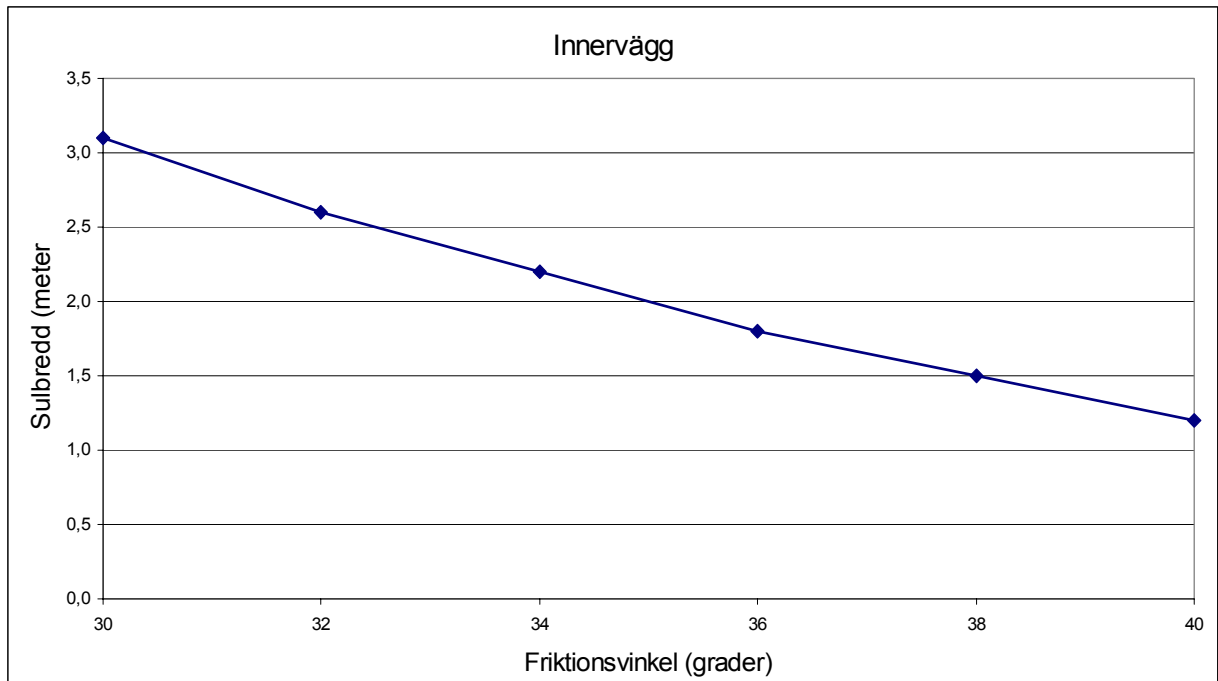
Här nedan visas sättningsberäkningar gjorda för Lindö åtta våningars punkthus. Sättningen för sulorna är beräknade för respektive sula, dvs. de är ej hopgjutna eller hoparmerade. Sättningarna har beräknats på brukslasterna. Se bilaga *Lastberäkningar* för beräkningar av laster.

Lindö 8 vån sulan HxB 0,5 x 1,5 m					
Friktions vinkel	Innervägg 1 (mm)	Yttervägg 6 (mm)	Yttervägg 4 (mm)	Sättningsdifferens mellan vägg 4 och vägg 1 (mm)	Sättningsdifferens mellan vägg 4 och vägg 6 (mm)
36	46	33	11	35	22
38	28	17	6	22	11
40	19	11	4	15	7
Lindö 8 vån sulan HxB 0,5 x 2,0 m					
Friktions vinkel	Innervägg 1 (mm)	Yttervägg 6 (mm)	Yttervägg 4 (mm)	Sättningsdifferens mellan vägg 4 och vägg 1 (mm)	Sättningsdifferens mellan vägg 4 och vägg 6 (mm)
34	59	36	11	48	25
36	42	30	9	33	21

Tabell 7 Sättningar för Lindö åtta våningars punkthus

Innervägg 1 med en 2m bred sula grundlagd på en jord med friktionsvinkel 34° får en sättning på 6 cm vilket är problematiskt enligt resonemanget ovan. Genom att öka bredden på sulan under vägg 1 till 2,5-3 m kan en grundläggning på en jord med friktionsvinkel 34° anses fungera. De stora sättningsdifferenserna leder till att konstruktionen ovan sulorna kommer att spricka. Sättningsdifferenserna kan konstrueras bort genom att armera ihop sulorna. Storleksordningen på sättningarna visar att det kommer att krävas mycket armering för att armera ihop sulorna. Sättningsdifferenserna kan motverkas genom att ha olika breda sulor under olika väggtyper. I det här fallet ha en bred sula under innervägg 1 och smalare sula under vägg 6.

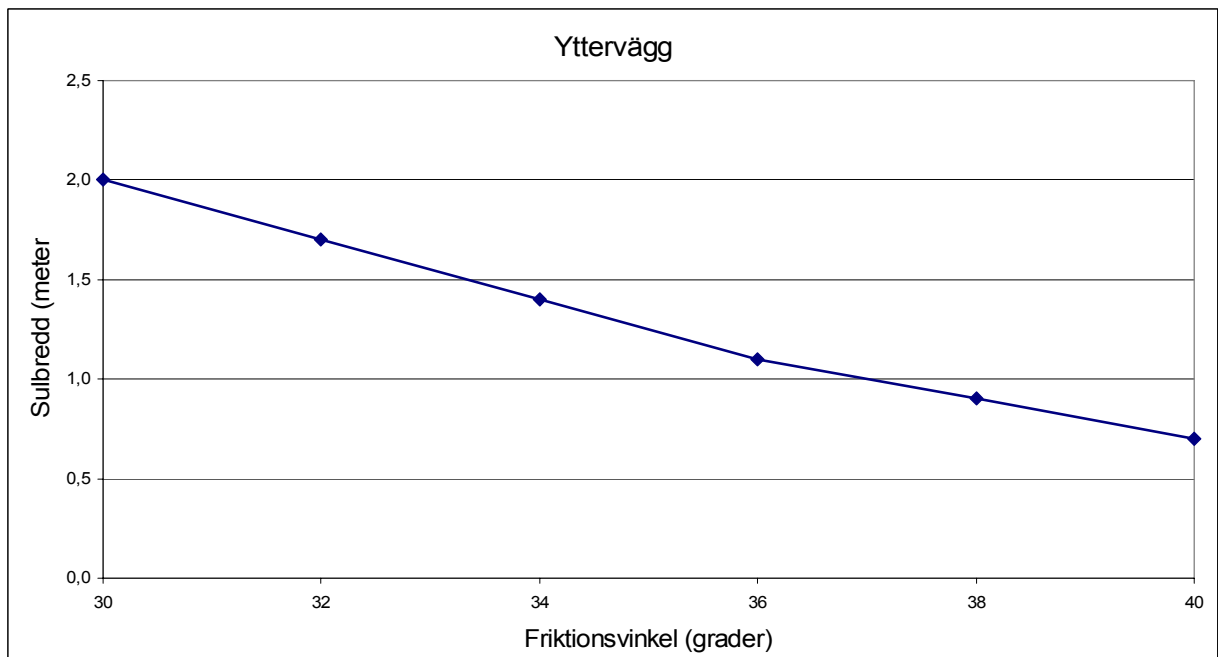
Nedan visas figurer över vilken sulbredd som krävs för att uppfylla kravet på bärlighet för olika friktionsvinklar i den underliggande jorden. Figurerna är beräknade för hustyp Lindö åtta-våningars punkthus. En figur har tagits fram för vilken sulbredd som krävs under Lindös innervägg med störst last, 657 kN/m och med sultjocklek 0,5 m. Bärligheten har definierats som 2/3 av brottslasten.



Figur 22 Bärighet för Lindös innervägg, grundläggning med fribärande sutor

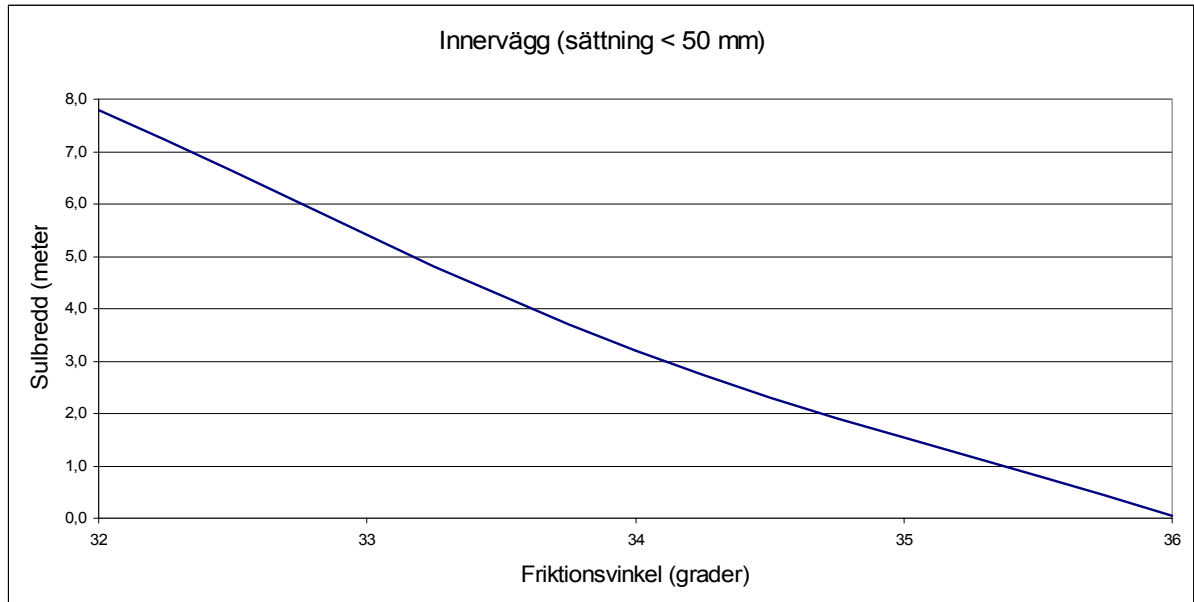
En sulbredd på 3 m kan anses rimligt, byggtekniskt och ekonomiskt. I de genomförda projekten finns inga sutor bredare än 3,5 m.

En figur har tagits fram för den sulbredd som krävs under Lindös yttervägg med största last, 363 kN/m och sultjocklek 0,5m.



Figur 23 Bärighet för Lindös yttervägg, grundläggning på fribärande sutor

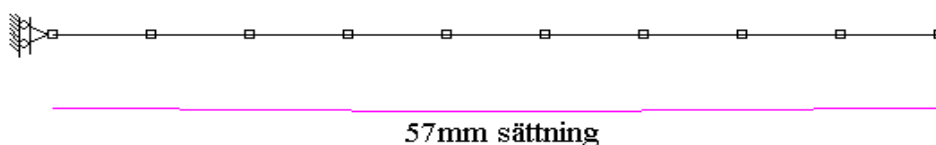
I de flesta dimensioneringsfall för sulor är det inte bärigheten som är problemet, utan den sättning som tenderar att bildas vid belastningen av sulan. Nedan visas en figur över sulbredd som funktion av friktionsvinkel för att uppfylla sättningskravet på maximalt 50 mm. Figuren är beräknad för Lindö åtta våningars punkthus, innervägg brukslast 623 kN/m.



Figur 24 Sättning för Lindö innervägg, grundläggning på fribärande sulor

I de genomförda projekten inom *Moderna Hus* har inga sulor bredare än 3,5 meter använts. Utifrån detta är slutsatsen att en sula som är 8 meter bred inte kan vara rimlig att använda till ett åtta våningars flerbostadshus.

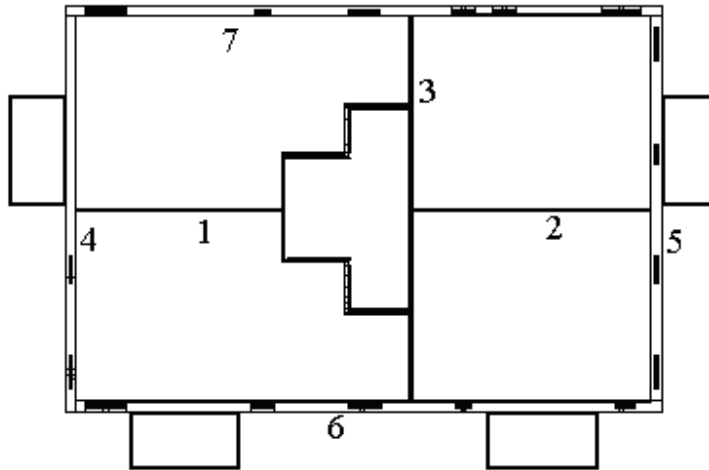
De sättningsberäkningar som gjorts visar att en grundläggning med fribärande sulor på en friktionsjord med friktionsvinkel mindre än 34° kräver stora sulor och stora mängder fyllning vilket blir kostsamt att bygga. Därför är de lösa friktionsjordarna med friktionsvinklar mindre än 34° inte lämpliga för en standardiserad lösning med sulor. *Figur 25* nedan visar en bild på sättningarna under hus Lindö, 8 våningar, innervägg nummer 2 på en friktionsjord med friktionsvinkel om 30°.



Figur 25 Friktionsvinkel 30° hus Lindö åtta våningar, innervägg nummer 2, sulbredd 3 m

Målet med beräkningarna har varit att visa att en standard för grundläggningen är möjlig att använda. Lösningar har tagits fram för alla hustyper och de i förutsättningarna nämnda markförhållandena. *Tabell 7* till och med *tabell 13* visar vilka grundläggningslösningar med fribärande sulor som valts och som klarar kraven på bärrighet och sättning. De olika husen har liknande lösningar t.ex. samma dimension på långsidans sula och samma mängd fyllning vid friktionsvinkel 34°.

Hus Lindö

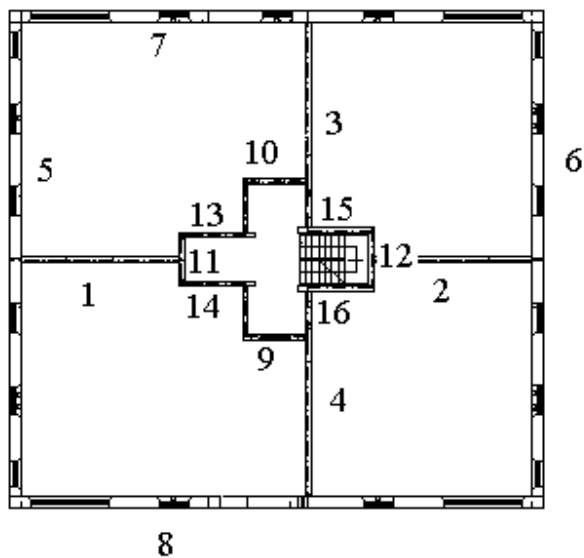


Figur 26 Lindö väggnummering

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	7	5	3	2
8	38°	Last (kN/m)	363	257	319	624
		Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	1,0x0,8	3,0x1,0
	34°	Fyllning (m)	-	-	-	-
		Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,5x0,8	2,0x0,8	3,0x1,0
6	38°	Fyllning (m)	0,5	0,5	0,5	1,0
		Last (kN/m)	271	151	199	450
	34°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	1,0x0,8	2,0x0,8
		Fyllning (m)	-	-	-	-
34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,5x0,8	1,5x0,8	3,0x1,0	
	Fyllning (m)	0,5	0,5	0,5	1,0	

Tabell 8 Lindö grundläggning med sulor

Hus Gyllin

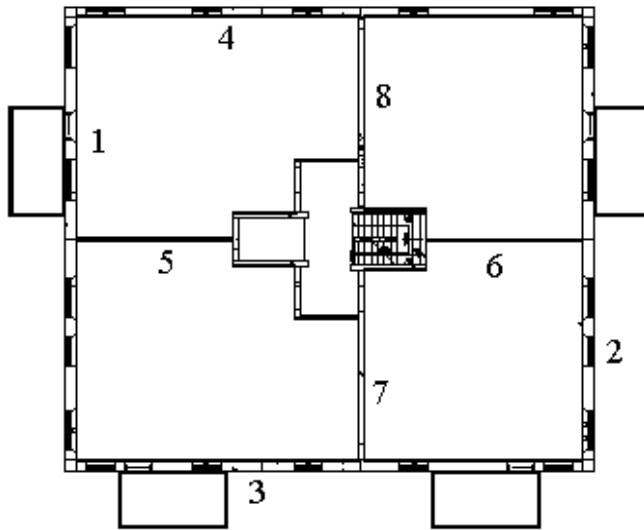


Figur 27 Gyllin väggnummering

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	7	6	2	3
8		Last (kN/m)	417	203	735	296
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	3,0x1,0	-
		Fyllning (m)	-	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,5x0,8	3,0x1,0	1,0x0,8
Fyllning (m)		0,5	0,5	0,5	-	
6		Last (kN/m)	304	138	522	185
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	2,0x0,8	-
		Fyllning (m)	-	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,0x0,8	3,0x1,0	-
Fyllning (m)		0,5	0,5	0,5	-	

Tabell 9 Gyllin grundläggning med sulor

Hus Grönskär

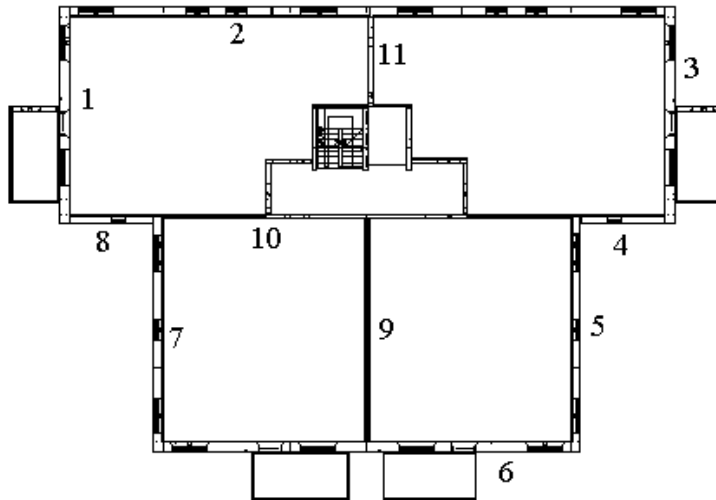


Figur 28 Grönskär väggnrering

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	4	2	6	7
8		Last (kN/m)	394	211	677	310
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	3,0x1,0	-
		Fyllning (m)	-	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,0x0,8	3,0x1,0	-
Fyllning (m)		1,0	0,5	2,0	-	
6		Last (kN/m)	291	146	489	198
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	2,0x0,8	-
		Fyllning (m)	-	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,0x0,8	3,0x1,0	-
Fyllning (m)		0,5	0,5	1,0	-	

Tabell 10 Grönskär grundläggning med sulor

Hus Önneby



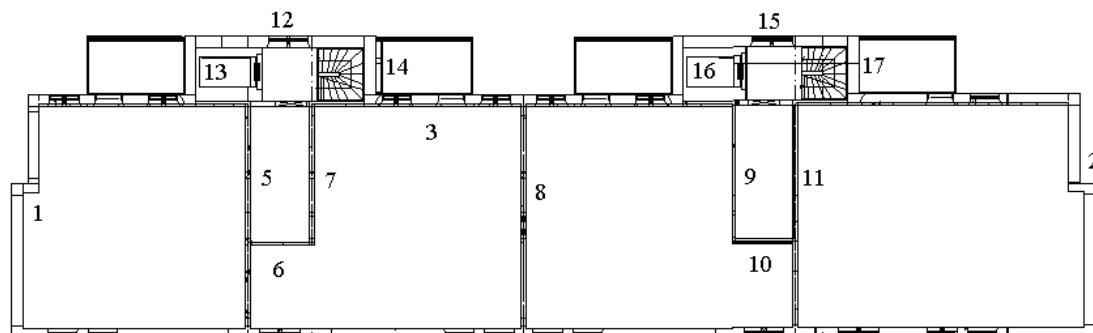
Figur 29 Önneby väggnummering

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	2	3	10
8		Last (kN/m)	407	231	471
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	2,0x0,8
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,0x0,8	3,0x1,0
Fyllning (m)		0,5	0,5	2,0	
6		Last (kN/m)	304	155	337
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	2,0x0,8
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	3,0x1,0
Fyllning (m)		0,5	0,5	0,5	

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	5	6	9
8		Last (kN/m)	453	188	695
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	3,0x1,0
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,8	1,5x0,8	3,0x1,0
Fyllning (m)		0,5	0,5	2,0	
6		Last (kN/m)	326	134	508
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	2,0x0,8
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	3,0x1,0
Fyllning (m)		0,5	0,5	0,5	

Tabell 11 Önneby grundläggning med sulor

Hus Gärdsnäs

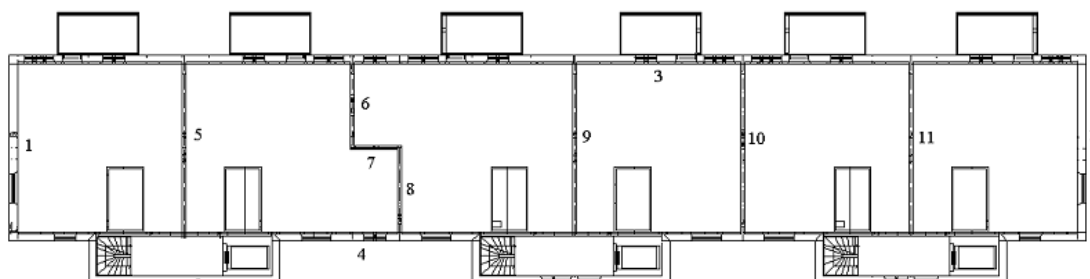


Figur 30 Gärdsnäs väggnummering

Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	3	2	8
5		Last (kN/m)	242	179	254
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,5	-
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	3,0x1,0	1,0x0,8	-
Fyllning (m)		0,5	-	-	

Tabell 12 Gärdsnäs grundläggning med sulor

Hus Almby



Figur 31 Almby väggnummering

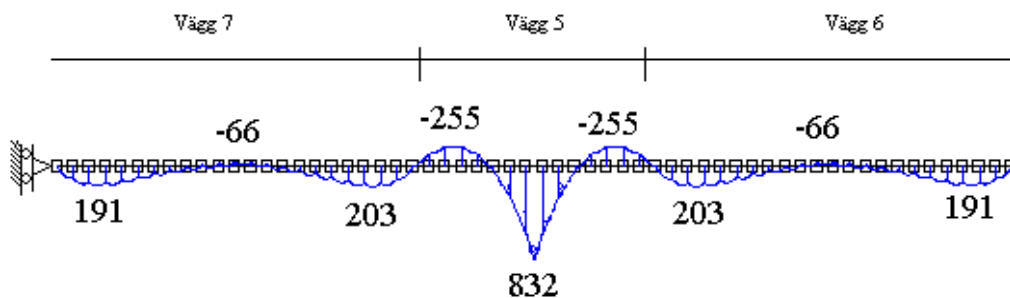
Antal våningar	Friktion svinkel	Vägg nummer	3	2	9
5		Last (kN/m)	242	149	203
	38°	Dimension, BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,5	-
		Fyllning (m)	-	-	-
	34°	Dimension, BxH (m)	2,0x0,8	1,0x0,8	-
Fyllning (m)		0,5	-	-	

Tabell 13 Almby grundläggning med sulor

I bilaga C Momentdiagram för sulor visas vilka moment som uppkommer i de olika sulorna för de olika husen vid olika markförhållanden. Diagrammen visar att de dimensionerande momenten i de olika sulorna i ett flertal fall blir i samma storleksordning. Nedan visas ett exempel på momentkurvor för Lindös och Gyllins sulor under ytterväggarna se figur 25 respektive figur 26 vid friktionsjord med friktionsvinkel 38°. Samma dimension på sulorna används till de två husen.

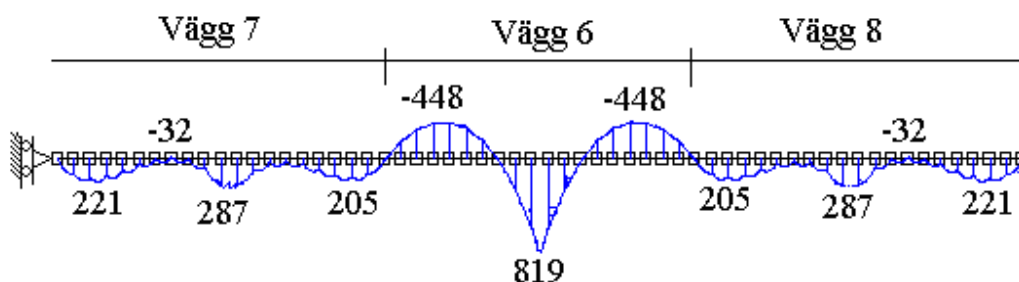
Lasterna på sulorna skiftar beroende på i vilken riktning det blåser därför har beräkningar gjorts i två riktningar, X respektive Y. Vindriktning X betyder att det blåser mot husets kortsida dvs. att det blåser horisontellt i figurerna över husens väggnummering. Vindriktning Y betyder att det blåser mot husens långsidor.

Kurvan nedan visar momentet i vägg 7, 5 och 6 för hus Lindö. Mellan moment 203 kNm och moment -255 kNm passerar momentkurvan noll och där börjar ytterväggens kortsida. Kortsidan sträcker sig fram till punkten där kurvan passerar noll mellan -255 kNm och 203 kNm.



Figur 32 Lindö yttervägg, friktionsvinkel 38, vindriktning X

Kurvan nedan visar vägg 7, 6 och 8 för hus Gyllin. Gyllins kortsida, vägg 6 sträcker sig från punkten där kurvan passerar noll mellan 205 kNm och -448 kNm, till där kurvan passerar noll mellan -448 kNm och 205 kNm.



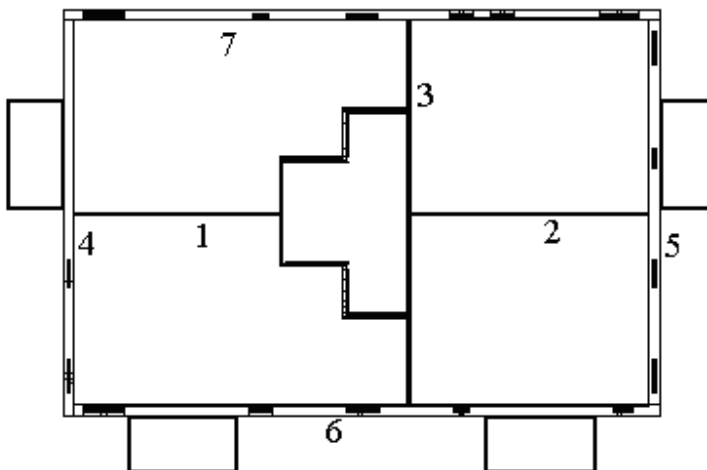
Figur 33 Gyllin yttervägg, friktionsvinkel 38, vindriktning X

Detta exempel visar att det finns möjlighet att standardisera en armeringskorg som kan användas i de båda fallen. Armeringskorgen blir något överdimensionerad för hus Lindö och vissa lokala förstärkningar kan behöva användas för hus Gyllin.

En sammanställning av antalet dimensionerande moment från alla momentkurvorna över husen vid friktionsjordar med friktionsvinkel 34° och 38°, se *bilaga C Moment i sulor*, visar att momentkurvorna är så pass lika att en eller i vissa fall två sorters armeringskorgar för varje dimension på sulan skulle vara möjlig att ha som standard. Armeringskorgen kan kompletteras med förstärkande armering under stora punktlaster från korsande väggar.

4.2. Optimering kontra standard

Standardlösningen för Lindö åtta våningars punkthus är dimensionerad för friktionsvinkel om 38° och ska användas för marker med vinkel 38° och uppåt. En lösning som är dimensionerad efter friktionsvinkel 40 grader och speciellt framtagen för Lindö åtta-våningars punkthus blir mindre och slankare. Nedan i *figur 35* och *figur 36* visas momentkurvor från förslaget på en standardlösning och momentkurvorna för en mer optimerad lösning vid friktionsvinkel 40°. En uppskattning av mängden armering visas, mängden armering som behövs för att klara av dimensionerande moment och krav på spricksäkerhet enligt Boverkets handbok om betongkonstruktioner (Boverket, 2004, BBK)



Figur 34 Lindö väggnummering

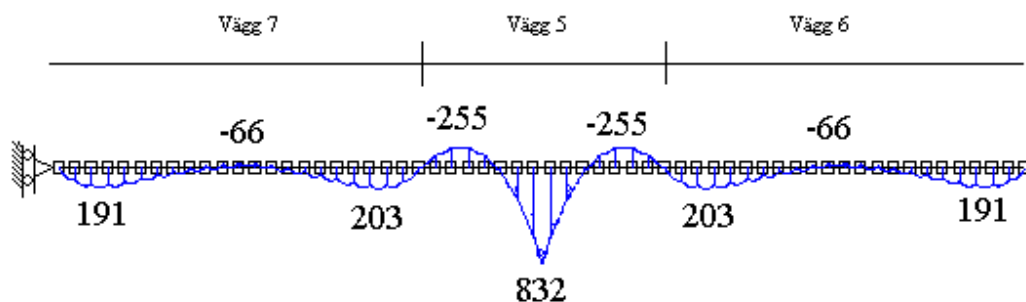
Vägg nummer	7	5	3	2
Dimension BxH (m)	1,5x0,5	1,0x0,8	1,0x0,8	3,0x1,0
Fyllning (m)	-	-	-	-

Tabell 14 Lindö standard

Vägg nummer	7	5	3	2
Dimension BxH (m)	0,75x0,5	0,5x0,5	0,5x0,5	2,0x0,8
Fyllning (m)	-	-	-	-

Tabell 15 Lindö optimering

Kurvan visar momentet i vägg 7, 5 och 6. Vägg 7 sträcker sig från vänster fram till där kurvan passerar noll mellan 203kNm och -255kNm. Vägg 6 börjar där kurvan passerar -255kNm och 203kNm.

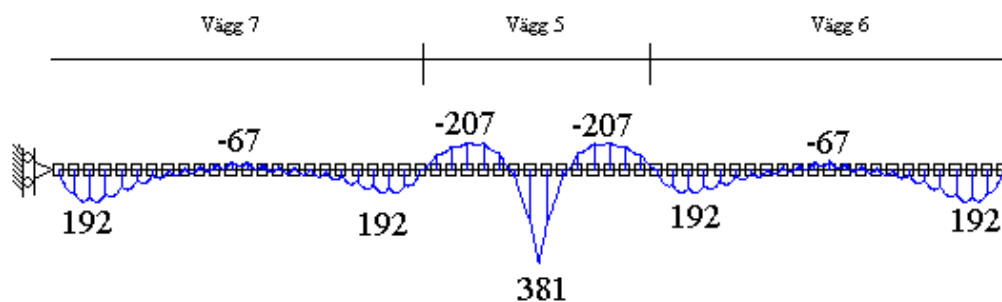


Figur 35 Lindö standardlösning, ytterväggar, vindriktning X

Vägg nummer	7		5	
Moment (kNm)	203	-66	832	-255
Dimension BxH (m)	1,5x0,5		1,0x0,8	
Armering, antal x järnets diameter (mm)	8 Ø 16	2 Ø 16	21 Ø 16	8 Ø 16

Tabell 16 Uppskattad armering, Lindö standardlösning, ytterväggar

Kurvan nedan visar momenten i samma väggar som ovan.

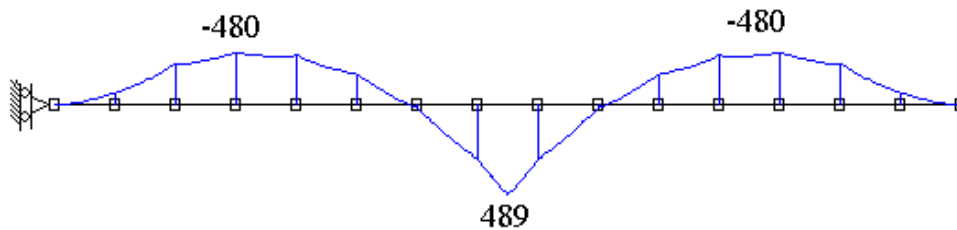


Figur 36 Lindö optimering, ytterväggar, vindriktning X

Vägg nummer	7		5	
Moment (kNm)	192	-67	381	-207
Dimension BxH (m)	0,75x0,5		0,5x0,5	
Armering, antal x järnets diameter (mm)	7 Ø 16	2 Ø 16	14 Ø 16	10 Ø 16

Tabell 17 Uppskattad armering, Lindö optimering, ytterväggar

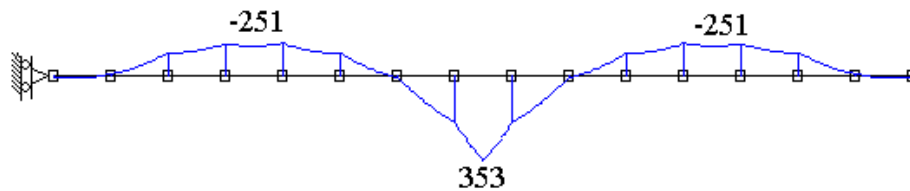
Nedan, figur 37 visas momenten i sulan under vägg 3.



Figur 37 Lindö standardlösning, innervägg 3, vindriktning X

Vägg nummer	3	
Moment (kNm)	489	-480
Dimension BxH (m)	1,0x0,8	
Armering, antal x järnets diameter (mm)	14 Ø 16	14 Ø 16

Tabell 18 Uppskattad armering, Lindö standardlösning, innervägg 3

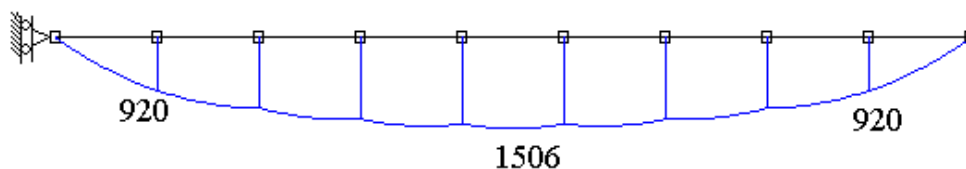


Figur 38 Lindö optimering, innervägg 3, vindriktning X

Vägg nummer	3	
Moment (kNm)	353	-251
Dimension BxH (m)	0,5x0,5	
Armering, antal x järnets diameter (mm)	13 Ø 16	9 Ø 16

Tabell 19 Uppskattad armering, Lindö optimering, innervägg 3

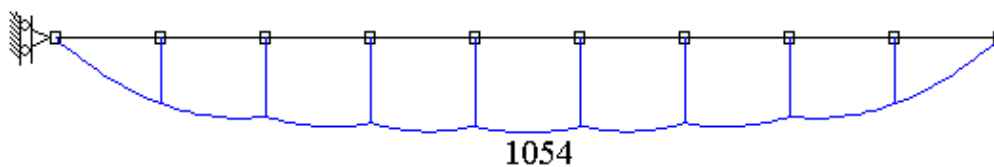
Det stora momentet i innervägg 3 kommer från innervägg 2. Sulan under vägg 2 bär mer last än sulan under vägg 3, därför byggs dessa sulor ihop och sulan under vägg 3 hjälper till att bära upp lasten på sulan under vägg 2. Nedan, *figur 39* visas momenten i sulan under vägg 2.



Figur 39 Lindö standardlösning, innervägg 2, vindriktning X

Vägg nummer	2	
Moment (kNm)	1506	-184 (från vindriktning Y, se bilaga Moment i sulor)
Dimension BxH (m)	3,0x1,0	
Armering, antal x järnets diameter (mm)	27 Ø 20	3 Ø 16

Tabell 20 Uppskattad armering, Lindö standardlösning, innervägg 2



Figur 40 Lindö optimering, innervägg 2, vindriktning X

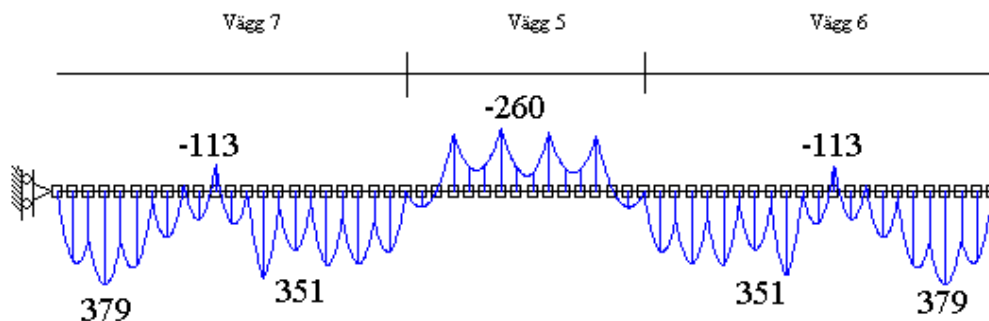
Vägg nummer	2
Moment (kNm)	1054
Dimension BxH (m)	2,0x0,8
Armering, antal x järnets diameter (mm)	22 Ø 20

Tabell 21 Uppskattad armering, Lindö optimering, innervägg 2

4.3. Grundläggning på pålar

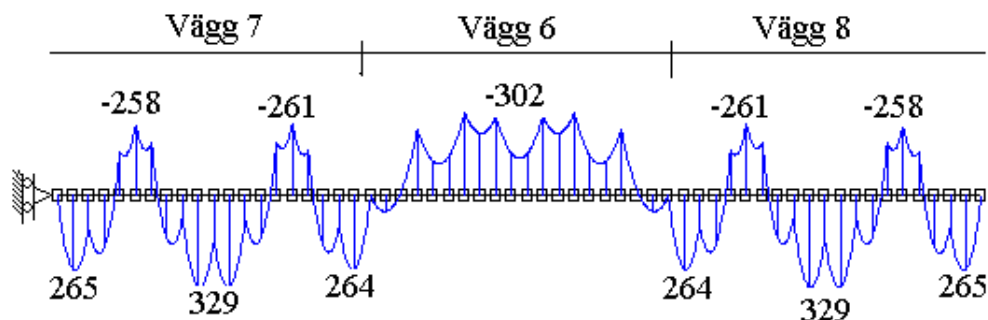
Till alla husen har en grundbalk med dimensionen BxH, 1,2x0,8m² använts under alla bärande ytterväggar och under bärande innerväggar i punkthusen. Pålarna har placerats med cirka två meters centrumavstånd under ytterväggarna. Under innerväggarna står pålarna tätare, med cirka en meters centrumavstånd. Se *bilaga A Pålplacering* för pålplan för respektive hus.

I *bilaga D Momentdiagram för grundbalkar vid pålning* visas momenten i grundbalkarna. Även för grundbalkarnas momentkurvor finns stora likheter i dimensionerande moment, som för sulorna vid grundläggning med fribärande sulor, t.ex. momenten i grundbalkarna till huset Lindö, 8 våningar och hus Gyllin, 8 våningar. Nedan visas en kurva över momenten i grundbalkarna under yttervägg 7,5 och 6 för hus Lindö. Kortsidan, alltså vägg 5, som sträcker sig från punkten där kurvan passerar noll mellan 351 kNm och -260 kNm fram till där kurvan återigen passerar noll mellan -260 kNm och 351 kNm, har ett moment på -260 kNm.



Figur 41 Lindö 8 vån., yttervägg, vindriktning X

Gyllins kortsida, vägg 6 sträcker sig från punkten där kurvan passerar noll mellan 264kNm och -302kNm fram till där kurvan återigen passerar noll mellan -302kNm och 264kNm.



Figur 42 Gyllin 8 vån. , yttervägg, vindriktning X

4.4. Sammanfattning av resultat

Grundtanken med en standard som bygger på ett fåtal färdiga helhetslösningar enligt tabell "Önskad standard" har utvecklats till att istället bestå av standardiserade grundbalkar och sulor som sätts ihop på bestämt sätt för varje hus och markförhållande. Figuren som visas över önskad standard har presenterats tidigare under rubriken "Inledande diskussion".

Grundläggning	Hållfasthetsvärde	Punkthus 8	Punkthus 6vån	Lamellhus 5vån
Fribärande sulor	30°	Orimligt	Orimligt	Orimligt
	34°	A	B	B
	38°	B	C	C
Pålning	15 kPa	E	F	F

Tabell 22 Önskad standard

Förslaget till en standard kan sammanfattas i tabell 23 nedan. A t.o.m. L står för olika sorters armeringskorgar och tabellen är ett exempel på hur många standardiserade armeringskorgar som skulle kunna användas. Uppskattade antal korgtyper bygger på studier av momentdiagrammen över sulorna och grundbalkarna. Armeringskorgarna kan under stora punktlaster såsom från korsande väggar behöva förstärkas lokalt. Varje dimension på sula eller grundbalk har som standard två olika sorters armeringskorgar.

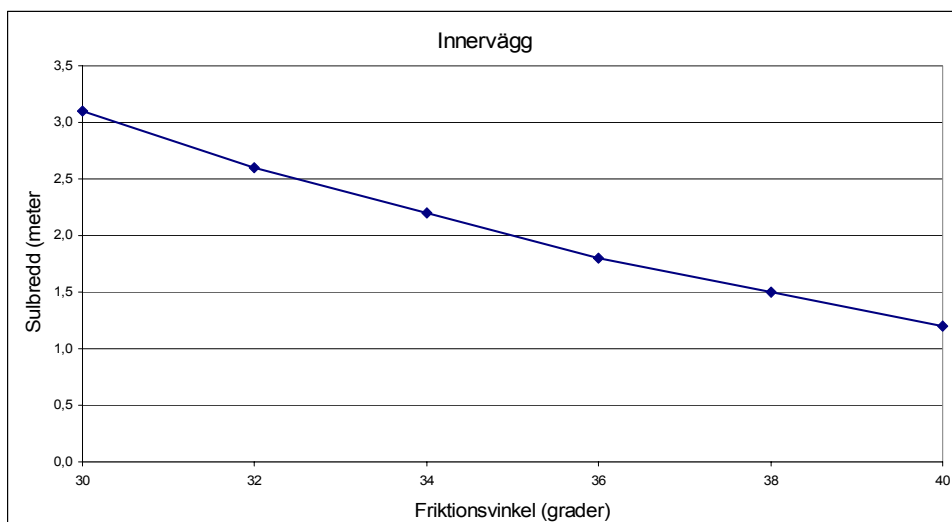
Sulor	Armeringskorg	
1,0 m x 0,8 m	A	B
1,5 m x 0,5 m	C	D
1,5 m x 0,8 m	E	F
2,0 m x 0,8 m	G	H
3,0 m x 1,0 m	I	J
Grundbalk		
1,2 m x 0,8 m	K	L
		M

Tabell 23 Standardiserade sulor och grundbalkar

5. Slutsats och diskussion

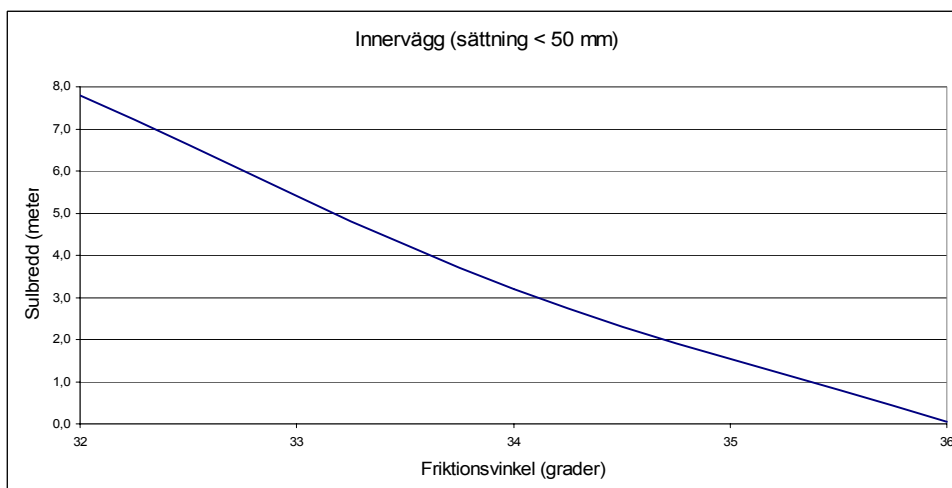
En standardisering av grundläggningen till *Moderna Hus* är enligt denna utredning möjlig. Utredningen täcker sex och åtta våningars punkthus och fem våningars lamellhus. Grundläggningslösningarna gäller för grundläggning på pålar till lerjordar och för grundläggning med fribärande sulor på friktionsjordar med friktionsvinkel 34° t.o.m. 40°.

Nedan visas en figur från beräkning av sulbredd för att klara kravet på bärrighet.



Figur 43 Bärrighet för Lindös innervägg, grundläggning med fribärande sulor

Nedan visas en figur från beräkningar av sulbredd för att klara sättningskrav på maximalt 50 mm.



Figur 44 Sättning för Lindö innervägg, grundläggning på fribärande sulor

Figuren visar att en grundläggning på friktionsjord med friktionsvinkel under 34° kräver en sulbredd på över 3 meter för att klara sättningskravet på 50 mm. En sula bredare än 3 meter har inte använts i något av de hittills genomförda *Moderna Hus* projekten. I bygghandboken angående grundläggning anges det att grundläggning med sulor ska användas vid goda markförhållanden. Med goda markförhållanden menas för friktionsjordar, enligt specifikationen, en jord med friktionsvinkel över 38°. Dessa tre argument visar att en standardgrundläggning för *Moderna Hus* med sulor på naturligt lagrade jordar friktionsvinklar under 34° är svår att genomföra.

En standardisering av grundläggningen för Moderna Hus har genom detta arbete visat sig vara möjlig att genomföra. Om ändringar görs i husets bärande delar som avviker från standardiseringen av stommen, så påverkar detta grundläggningen och en standardlösning är inte längre praktiskt användbar. Som exempel kan nämnas förändringar av placeringen av dörrhåll vilket påverkar armeringen i grundbalkar och pålarnas placering vid grundläggning på pålar.

Standarden som föreslås ger en grundläggningslösning för varje hus och vid specificerade grundläggningsförhållanden, men även en rationalisering av antalet sulor och grundbalkar som används. Detta för att enkelt kunna förtillverka formar för gjutning av sulor och armeringskorgar till grundbalkar och sulor.

Intressant att studera närmare är vilka tidsbesparingar i projektering och produktion som en standardisering kan leda till. Vid *Moderna Hus* projektet Söderberg etapp 2 användes samma grundläggning till båda husen trots att det skilde en våning mellan husen. Beslutet att använda samma grundläggning till båda husen byggde på antagandet att kostnaden för projektering av två grundläggningar skulle bli högre än att ha en överdimensionerad grundläggning till huset med en våning mindre.

6. Referenser

Beräkningsprogram:

Ramanalys, 2007 version 5.3.004, Structural Design Software in Europé, Jean-Loup Gailly and Mark Adler

Litteratur:

Boverket, 2003, regelsamling för konstruktion BKR

Boverket, 2004, handbok om betongkonstruktioner BBK

Pålkommisionen, 1996, Standradpålar av betong- lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga, rapport 94

Skanska, 2008, Moderna Hus- ett byggkoncept för flerbostadshus från Skanska, Bygghandlingsspecifikationer

Skanska, 2008, Moderna Hus- ett enkelt val

Statens planverk, 1983, Svensk byggnorm

Projekt data:

Skanska, 2005, Söderberg etapp1. P. nr. 6245.

Skanska, 2005, Eyrafältet. P. nr. 5912330.

Skanska, 2006, Almby. P. nr. 121696.

Skanska, 2007, Kärrtorp. P. nr. 122805.

Skanska, 2007, Söderberg etapp2. P. nr. 126113.

Skanska, 2007, Tändstickan. P. nr. 124899.

Samtal:

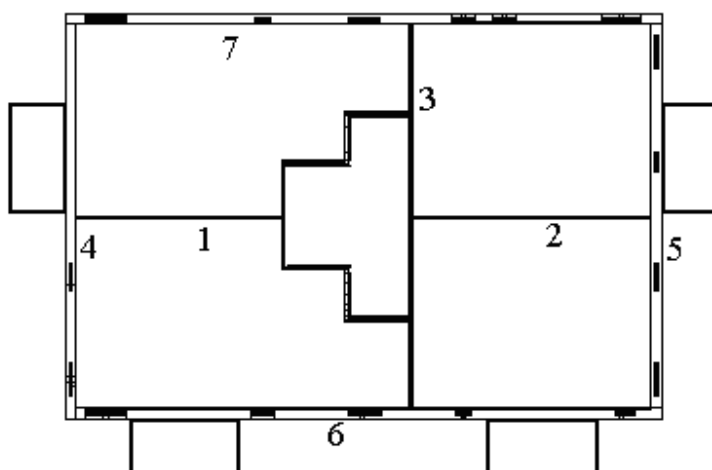
Jonsson Carl, 2008 oktober, allmänna samtal, Skanska Malmö

Skanska, 2008 augusti tom. december , allmänna samtal, Skanska Malmö

7. Bilaga A, Pålplacering

Pålarnas placering visas med modeller av husen som byggts upp i Ramanalys. Pålarna modelleras som fjädrar. Mellan varje fyrkant i modellen är avståndet en meter och den svarta fyrkanten representerar ett hörn. För varje hus visas pålplaceringen först under ytterväggarna där modellen endast visar långsida, kortsida och långsida. Den kortsida som ej visas har samma pålplacering som visad kortsida. Sedan följer figurer över pålplacering under innerväggarna. Vid vissa hustyper är de vertikala resp. horisontella huvudinnerväggen uppdelade på två väggar. Exempel hustyp Lindö, se figur 1 nedan, som har två huvudinnerväggar i horisontal led, vägg 1 och 2. Dessa två väggar har samma pålplacering till grunden men endast vägg 2:s placering visas nedan. Motsvarande resonemang återkommer vid övriga hustyper.

7.1. Hustyp Lindö



Figur 45 Lindö väggnrering

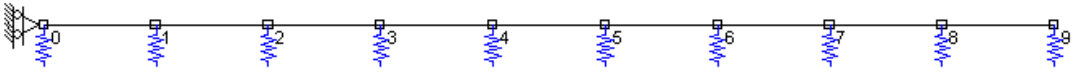
Åtta våningars punkthus



Figur 46 Pålplacering, Lindö 8 vån., yttervägg 7, 5 och 6



Figur 47 Pålplacering, Lindö 8 vån., innervägg 3

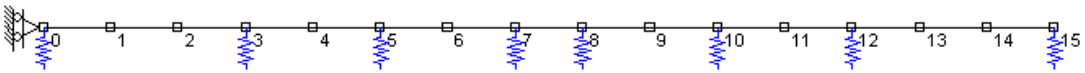


Figur 48 Pålplacering, Lindö 8 vån., innervägg 2

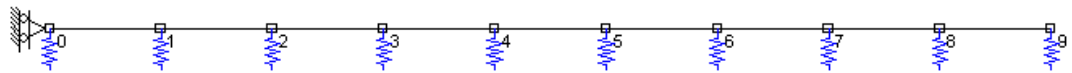
Sex våningars punkthus



Figur 49 Pålplacering, Lindö 6 vån., ytterväggar 7, 5 och 6

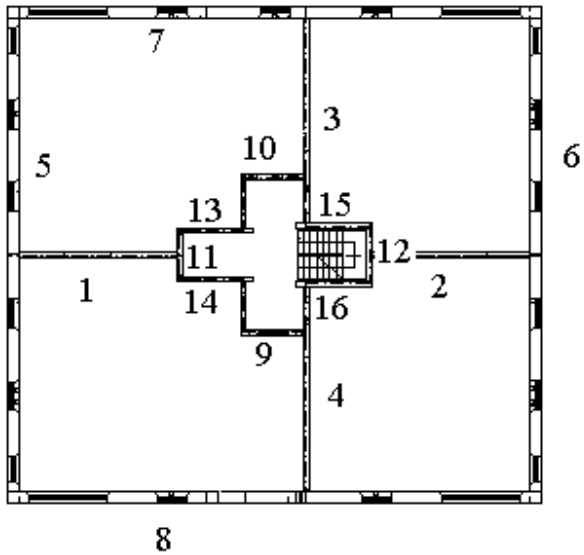


Figur 50 Pålplacering, Lindö 6 vån., innervägg 3



Figur 51 Pålplacering, Lindö 6 vån., innervägg 2

7.2. Hustyp Gyllin

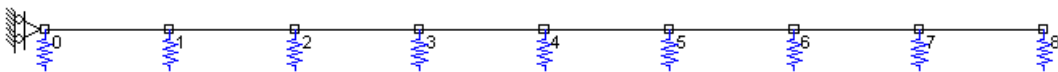


Figur 52 Gyllin väggnummering

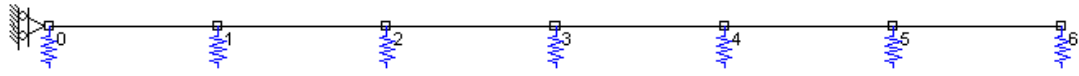
Åtta våningars punkthus



Figur 53 Pålplacering, Gyllin 8 vån., ytterväggar 7, 6 och 8



Figur 54 Pålplacering, Gyllin 8 vån., innervägg 3

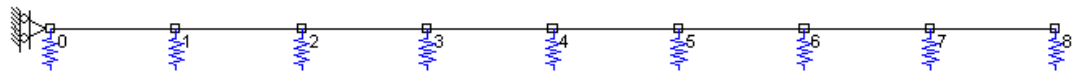


Figur 55 Pålplacering, Gyllin 8 vån., innervägg 2

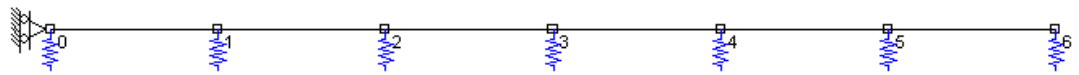
Sex våningars punkthus



Figur 56 Pålplacering, Gyllin 6 vån., ytterväggar 7, 6 och 8

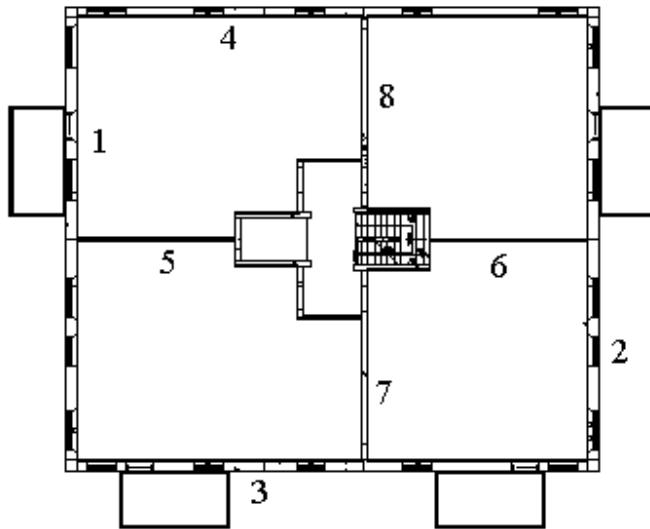


Figur 57 Pålplacering, Gyllin 6 vån., innervägg 3



Figur 58 Pålplacering, Gyllin 6 vån., innervägg 2

7.3. Hustyp Grönskär

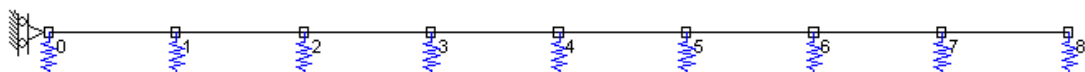


Figur 59 Grönskär väggnummering

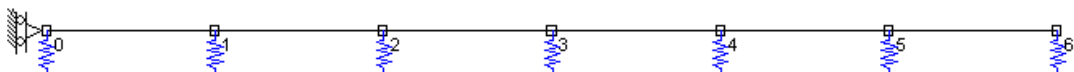
Åtta våningars punkthus



Figur 60 Pålplacering, Grönskär 8 vån., ytterväggar 4, 2 och 3



Figur 61 Pålplacering, Grönskär 8 vån., innervägg 8

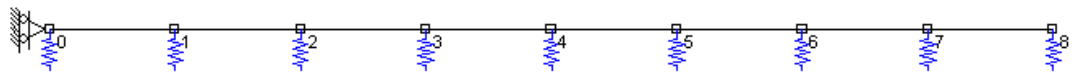


Figur 62 Pålplacering, Grönskär 8 vån., innervägg 6

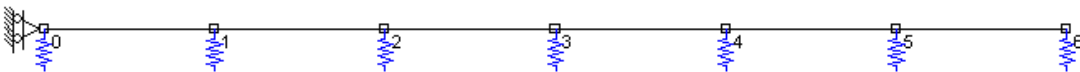
Sex våningars punkthus



Figur 63 Pålplacering, Grönskär 6 vån., ytterväggar 4, 2 och 3

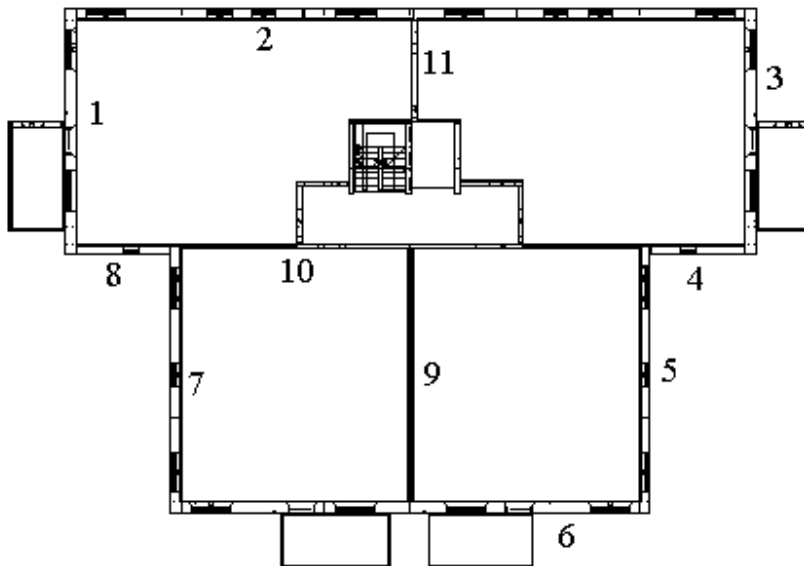


Figur 64 Pålplacering, Grönskär 6 vån., innervägg 8



Figur 65 Pålplacering, Grönskär 6 vån., innervägg 6

7.4. Hustyp Önneby

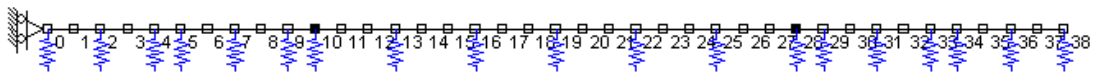


Figur 66 Önneby väggnummering

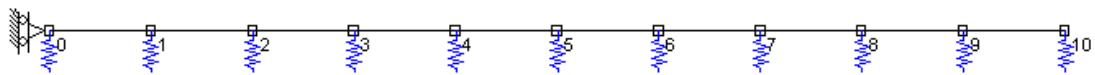
Åtta våningars punkthus



Figur 67 Pålplacering, Öneby 8 vån., väggar 2,3 och 10



Figur 68 Pålplacering, Öneby 8 vån., yttreväggar 5,6 och 7

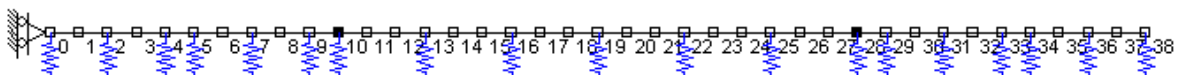


Figur 69 Pålplacering, Öneby 8 vån., innervägg 9

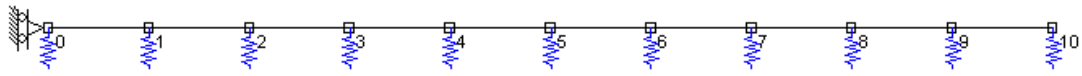
Sex våningars punkthus



Figur 70 Pålplacering, Öneby 6 vån., väggar 2,3 och 10

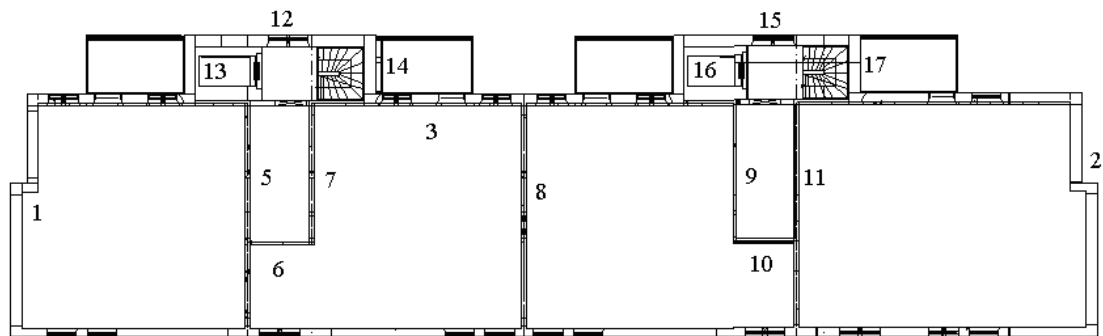


Figur 71 Pålplacering, Öneby 6 vån., yttreväggar 5,6 och 7



Figur 72 Pålplacering, Önneby 6 vån., innervägg 9

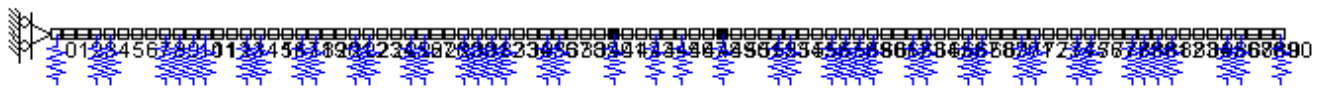
7.5. Hustyp Gärdsnäs



Figur 73 Gärdsnäs väggnummering

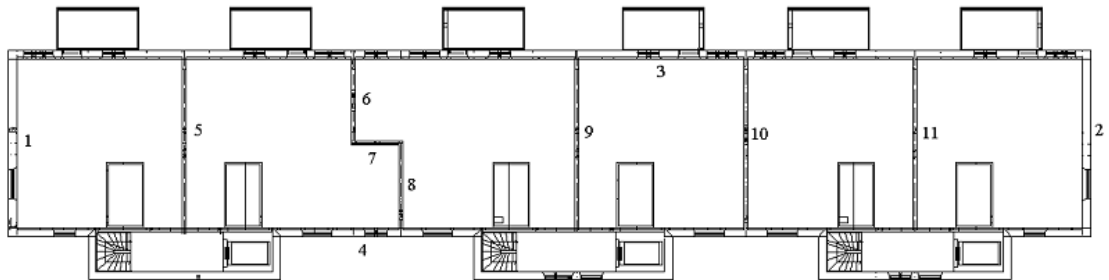
Fem våningars lamellhus

Innerväggarna står på balkar som är upplagda på ytterväggarnas grundbalkar. Där innervägg möter yttervägg står pålarna tätare för att ta upp punktlasten från innerväggarna.



Figur 74 Pålplacering, Gärdsnäs, ytterväggar 2,3 och 4

7.6. *Hustyp Almby*



Figur 75 Almby väggnmrering

Fem våningars lamellhus

Innerväggarna står på balkar som är upplagda på ytterväggarnas grundbalkar. Där innervägg möter yttervägg står pålarna tätare för att ta upp punktlasten från innerväggarna.



Figur 76 Pålplaceringen, Almby, ytterväggar 2,3 och 4

8. Bilaga B, Pålning

8.1. Pålarnas fjäderkonstant

Indata

- Odränerad skjuvhållfasthet för lös lera $C_k=15\text{kPa}$
→ $C_{uk}/y_m=15/(1,7 \times (1-0,2))=11\text{kPa}$ enligt Standardpålar av Betong-
lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga Pålkommissionen 1994
- Pällängd=15m
- E-modul för betongen = 30GPa enligt Standardpålar av Betong- lastkapacitet och
geoteknisk bärförmåga Pålkommissionen 1994
→ E-modul-långtid $30/(1+2)=10\text{GPa}$
- Antagen långtidslast $F=800\text{kN}$
- Area påle = $0,073\text{m}^2$

Beräkning

- Sättning $\lambda=C_k \times F / A$
→ $\lambda=16\text{mm}$
- Fjäderstyvhet $k=F / \lambda$
→ $k=50000\text{kN/m}$

8.2. Lastkapacitet SP2

Odränerad skjuvhållfasthet för lös lera $C_k=15\text{kPa}$

$C_{uk}/y_m=15/(1,7 \times (1-0,2))=11\text{kPa}$

→ Brottlast SK2 1040kN

→ Långtidslast SK2 915kN

enligt Standardpålar av Betong- lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga
Pålkommissionen 1994

8.3. Vindlast pålning

Lindö 8 våningar

Vindens horisontella kraft tas upp av snedställda pålar som slås ner under huset bärande
innerväggar.

Vind X:

Vindlast X dvs. vind mot kortsida, $B \times \text{Vindlast}=14,6 \times 33=482\text{kN}$ (se bilaga Last)

Last på påle från husets tyngd och vindmoment är max 309kN enligt Ramanalys.

Snedställning pålar, 4:1 → last på snedställd påle 2005kN

3st snedställda pålar, $2000/3\text{kN}+309\text{kN}=976\text{kN}<1000\text{kN}$ ok!

Vind Y:

Vindlast Y dvs. vind mot långsida, $B \times \text{Vindlast} = 22,6 \times 33 = 746 \text{ kN}$ (se bilaga Last)

Last på påle från husets tyngd och vindmoment är max 515 kN enligt Ramanalys.

Snedställning pålar, 4:1 \rightarrow last på snedställd påle 3108 kN

8st snedställda pålar, $3108/8 \text{ kN} + 505 \text{ kN} = 904 \text{ kN} < 1000 \text{ kN}$ ok!

8.4. Påhängslast pålning

Vid pålgrundläggning kan omgivande jord sätta i förhållande till pålarna vilket leder till negativ mantelfriktion så kallad påhängslast.

Påhängslasten i lera, $f_m = 0,7 \times c_u$ enligt Pålgrundläggning SIG, Statens Geotekniska Institut 1993 kap. 5.52

Längd påle: 15m

Pål mantelarea, SP 2: $4 \times 0,27 \times 15 = 16,2 \text{ m}^2$

Lera $c_u = 15 \text{ kPa}$

Påhängslast: $0,7 \times 15 \times 16,2 = 170 \text{ kN}$

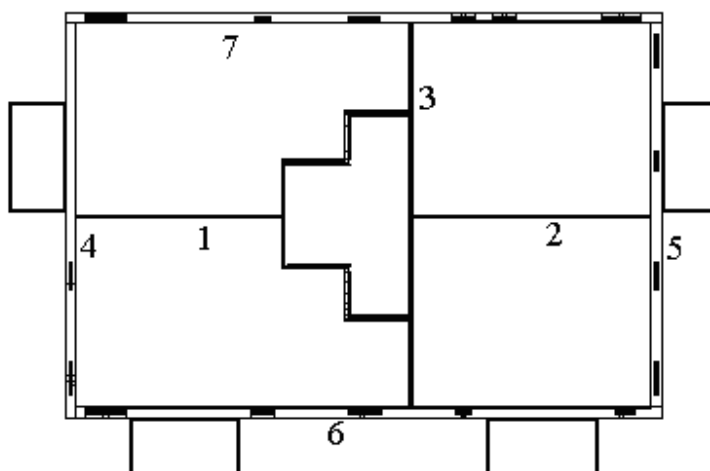
Denna påhängslast är överskattad för pålarna under innerväggarna detta beror på lasten spridning. Marken sätter sig framförallt runt byggnaden pga. fyllning som läggs runt byggnaden vilket påverkar ytterpålarna längs hela deras längd medan innerpålarna endast påverkas av sättningen i sin nedre del, enligt Pålgrundläggning SIG, Statens Geotekniska Institut 1993 kap. 5.53.

Exempel Lindö 8 våningar: $309 \text{ kN (Ramanalys)} + 170 \text{ kN} = 479 \text{ kN} < 915 \text{ kN}$ ok!

9. Bilaga C, Momentdiagram för sulor

För alla husen har ramanalys beräkningar gjorts på grundläggningen med sulor. Resultaten från dessa beräkningar presenteras nedan i diagram över momenten i sulorna. Momentdiagram visas när vinden blåser i antingen X riktning dvs. mot kortsidan eller i Y riktning dvs. långsidan på husen.

9.1. Hus Lindö

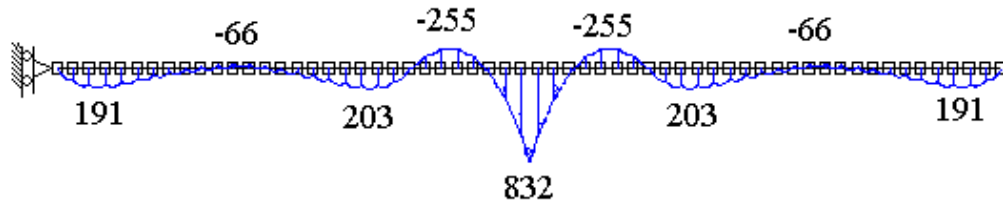


Figur 77 Lindö väggnummering

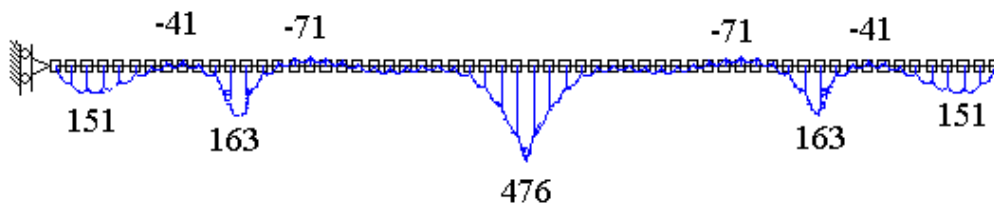
Vägg	7	5	3	2
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	1x0,8	3x1
Fyllning m	-	-	-	-

Tabell 24 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån.

Först visas två kurvor över momentet i ytterväggarna, en kurva för varje vindriktning. Kurvan visar momentet i vägg 7, 5 och 6. Vägg 7 sträcker från vänster fram till där kurvan passerar noll mellan 203kNm och -255kNm. Vägg 6 börjar där kurvan passerar -255kNm och 203kNm.



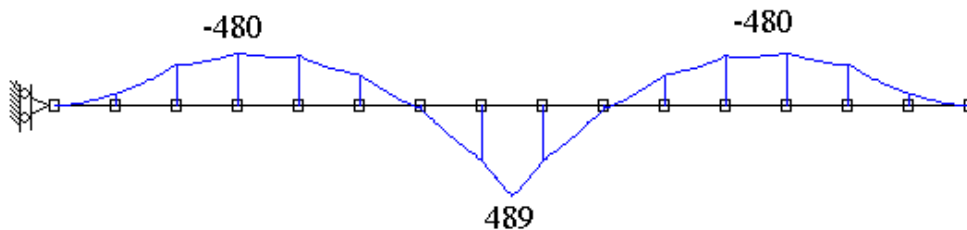
Figur 78 Friktionsvinkel 38 Lindö åtta vån., ytterväggar, vindriktning X



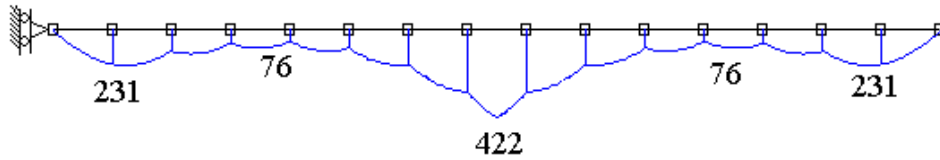
Figur 79 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån., ytterväggar vindriktning Y

För Lindö åtta våningars punkthus vid grundläggning på fribärande sulor på en friktionsjord med friktionsvinkel 38° ger vindriktning X dvs. vind mot husets kortsida de dimensionerande momenten i husets yttersulor under vägg 7, 5 och 6. Innervägg 3 ger upphov till det stora momentet i mitten av yttervägg 7 och 6. Det stora momentet i mitten av vägg 5 kommer från innervägg 2.

Nedan visas två kurvor över momenten i innervägg 3.



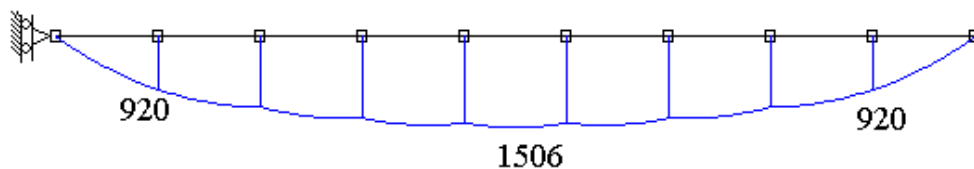
Figur 80 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån., innervägg 3, vindriktning X



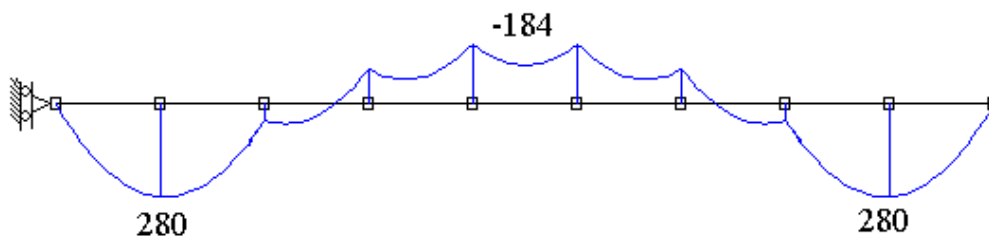
Figur 81 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån. innervägg 3, vindriktning Y

Det stora momentet i innervägg 3 kommer från innervägg 2. För innervägg 3 blir den dimensionerande vindriktningen X dvs. vind mot kortsidan på hus Lindö.

Nedan visa två kurvor över innervägg 2.



Figur 82 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån. innervägg 2, vindriktning X



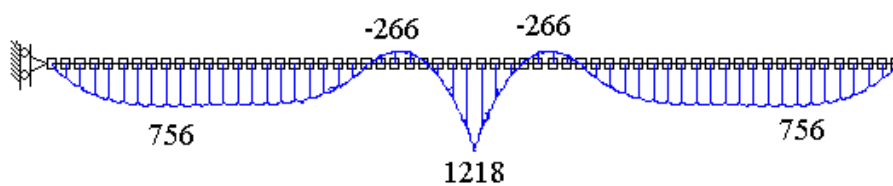
Figur 83 Friktionsvinkel 38, Lindö åtta vån. innervägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande positivt moment för innervägg 2 uppkommer i vindriktning X dvs. vind mot hus Lindös kortsida. Dimensionerande negativt moment uppkommer i vindriktning Y.

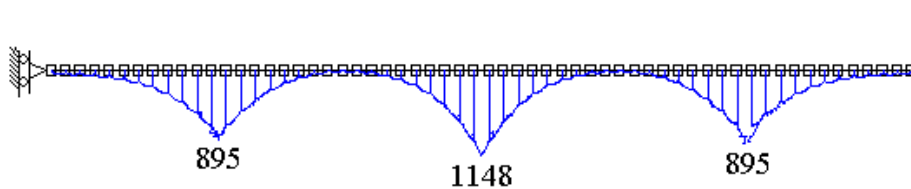
Vägg	7	5	3	2
Dimension BxH m ²	3x1	1,5x0,8	2x0,8	3x1
Fyllning m	0,5	0,5	0,5	1

Tabell 25 Friktionsvinkel 34, Lindö sex våningar

Momentkurvorna för friktionsvinkel 34° ska tolkas på motsvarande sätt som för friktionsvinkel 38°.

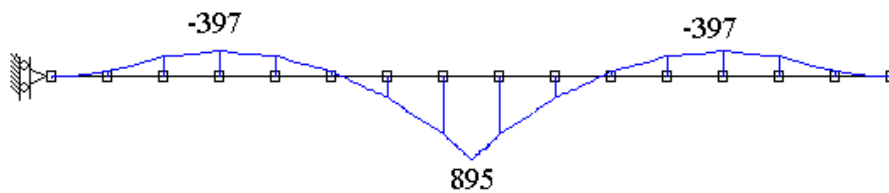


Figur 84 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. yttervägg, vindriktning X

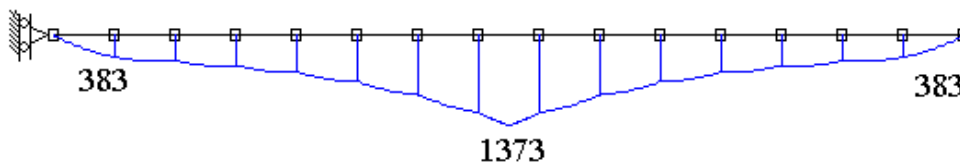


Figur 85 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 7,5 och 6 blir riktning Y men hänsyn till negativt moment i vägg 5 vindriktning X måste tas.

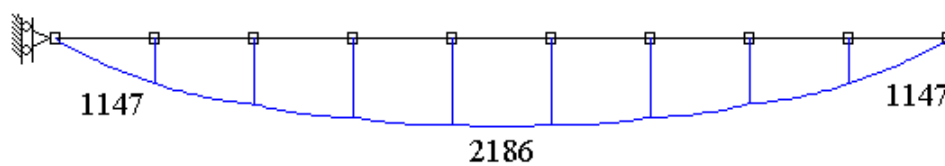


Figur 86 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. innervägg 3, vindriktning X

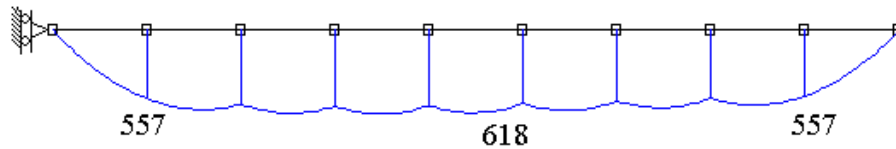


Figur 87 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. innervägg 3, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 blir riktning Y men hänsyn till negativt moment i riktning X måste tas.



Figur 88 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. innervägg 2, vindriktning X



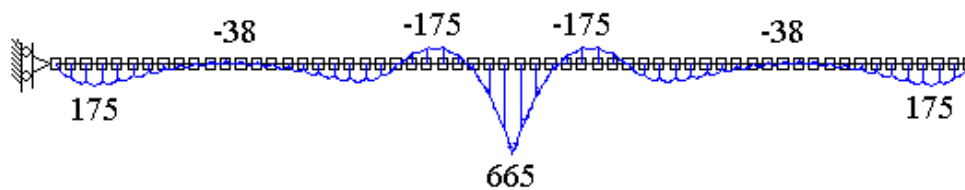
Figur 89 3 Friktionsvinkel 34, Lindö åtta vån. innervägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 blir riktning X.

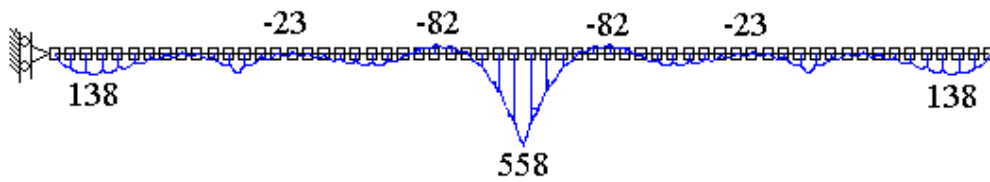
Vägg	7	5	3	2
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	1x0,8	2x0,8
Fyllning m	-	-	-	-

Tabell 26 Friktionsvinkel 38, Lindö sex våningar

Momentkurvorna tolkas på motsvarande vis som vid Lindö 8 våningar.

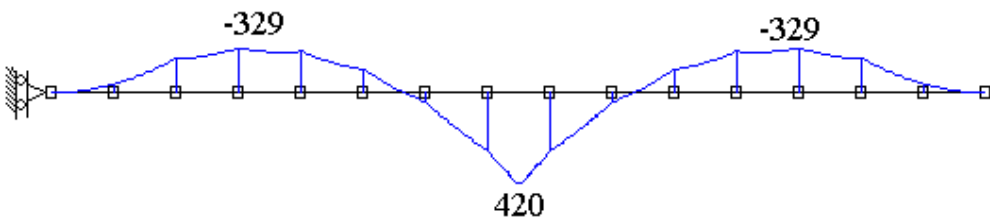


Figur 90 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. yttervägg, vindriktning X

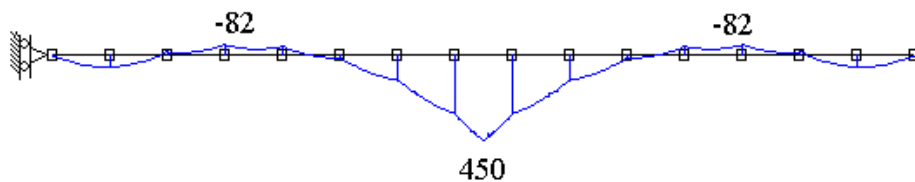


Figur 91 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för ytterväggarna är riktning Y men det större negativa momentet i vägg 5 vid vindriktning X måste uppmärksammas.

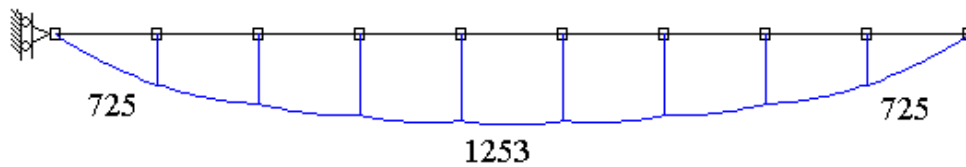


Figur 92 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. innervägg 3, vindriktning X

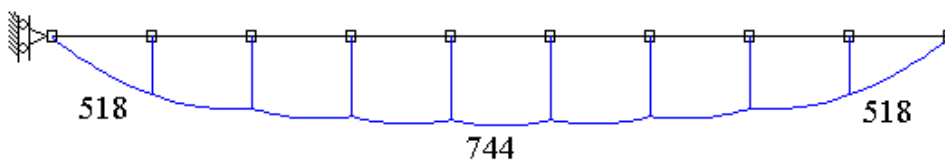


Figur 93 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. innervägg 3, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning är för vägg 3 är riktning X men hänsyn till det något större positiva momentet i riktning Y måste tas.



Figur 94 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. innervägg 2, vindriktning X



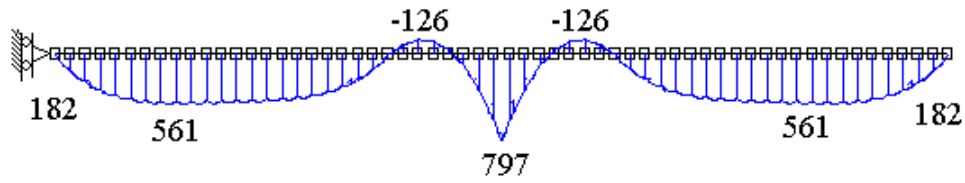
Figur 95 Friktionsvinkel 38, Lindö sex vån. innervägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

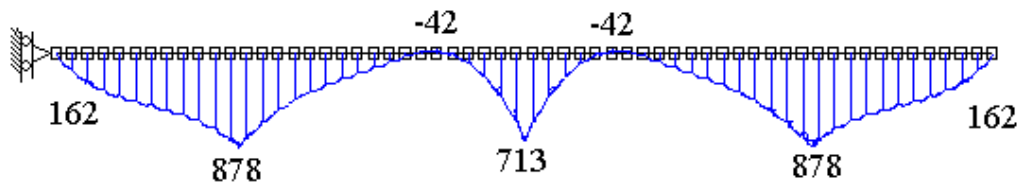
Vägg	7	5	3	2
Dimension BxH m ²	3x1	1,5x0,8	1,5x0,8	3x1
Fyllning m	0,5	0,5	0,5	1

Tabell 27 Friktionsvinkel 34, Lindö sex våningar

Momentkurvorna tolkas på motsvarande vis som vid Lindö 8 våningar.

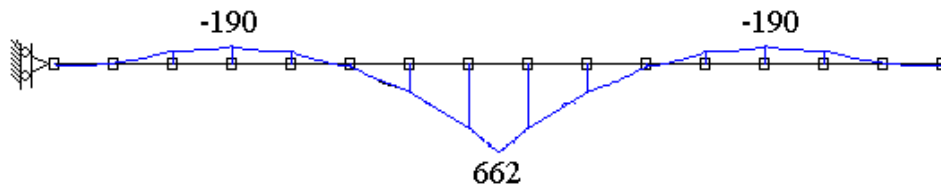


Figur 96 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. yttervägg, vindriktning X

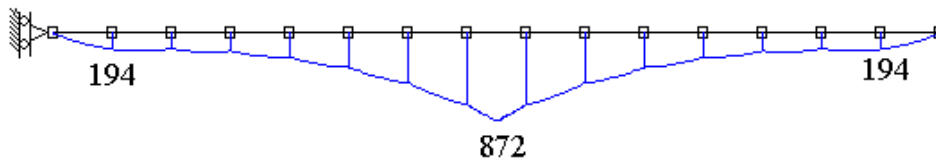


Figur 97 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för yttervägg 7 och 6 är riktning Y medan dimensionerande riktning för vägg 5 är X.

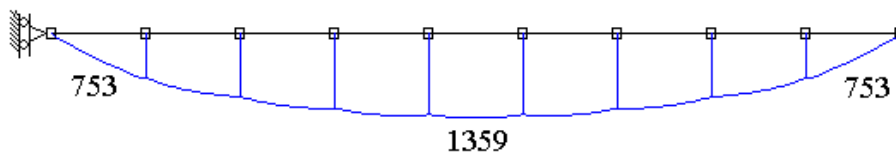


Figur 98 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. innervägg 3, vindriktning X

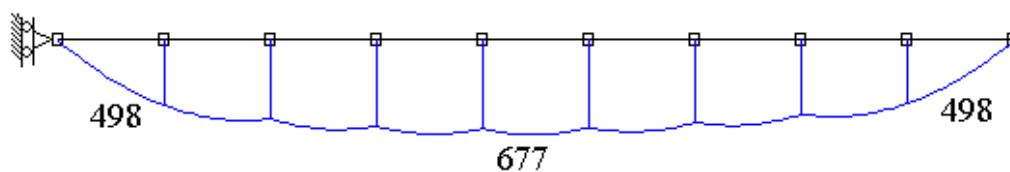


Figur 99 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. innervägg 3, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 är riktning Y men hänsyn till det negativa momentet i riktning X måste tas.



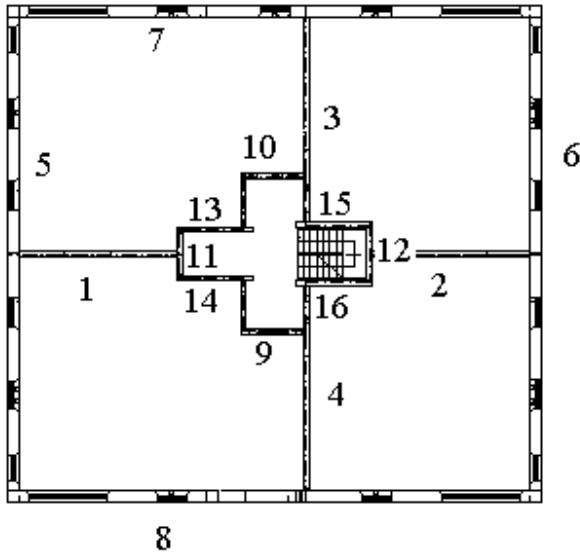
Figur 100 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. innervägg 2, vindriktning X



Figur 101 Friktionsvinkel 34, Lindö sex vån. innervägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

9.2. Hustyp Gyllin



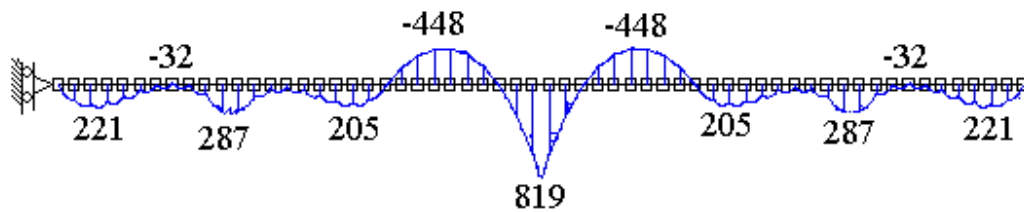
Figur 102 Gyllin väggnrering

Vägg	7	6	2
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	3x1
Fyllning m	-	-	-

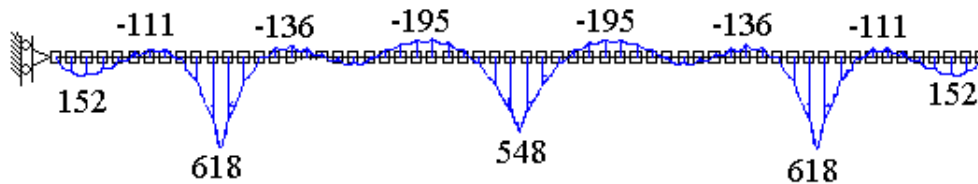
Tabell 28 Friktionsvinkel 38, Gyllin åtta våningar

Vid Gyllin åtta våningar, friktionsvinkel 38° är vägg 3 satt på en grundbalk som är upplagd på sulan under hisschakt och yttervägg 7. Detta görs för att minska problemen med sättningsdifferenser.

Först visas två kurvor över momentet i ytterväggarna, en kurva för varje vindriktning. Kurvan visar momentet i vägg 7, 6 och 8. Vägg 7 sträcker från vänster fram till där kurvan passerar noll mellan 205kNm och -448kNm. Vägg 8 börjar där kurvan passerar noll mellan -448kNm och 205kNm.

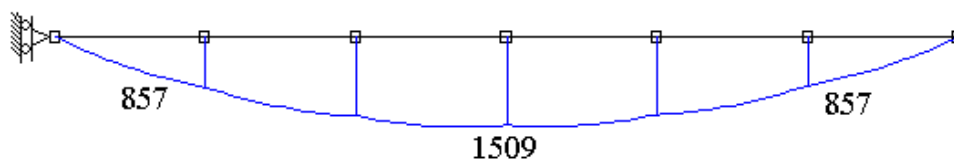


Figur 103 Friktionsvinkel 38, Gyllin åtta vån. yttervägg, vindriktning X

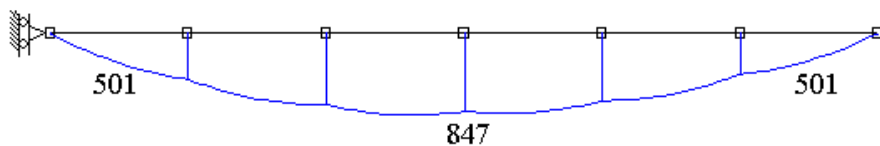


Figur 104 Friktionsvinkel 38, Gyllin åtta vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 7 och 8 är riktning Y medan dimensionerande riktning för vägg 6 är X.



Figur 105 Friktionsvinkel 38, Gyllin åtta vån. vägg 2, vindriktning X



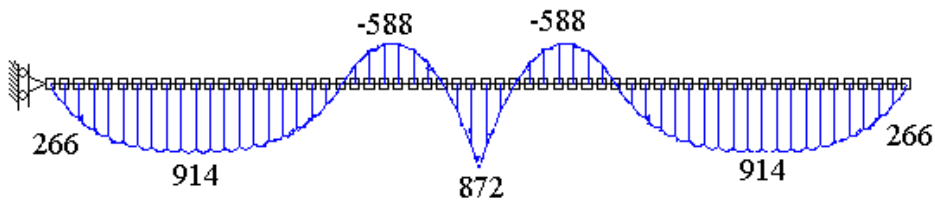
Figur 106 Friktionsvinkel 38, Gyllin åtta vån. vägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

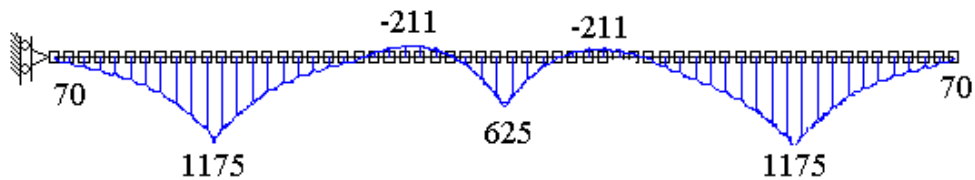
Vägg	7	6	3	2
Dimension BxH m ²	3x1	1x0,8	1x0,8	3x1
Fyllning m	0,5	0,5	-	0,5

Tabell 29 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta våningar

Motsvarande resonemang används som vid friktionsvinkel 38° med skillnaden att vägg 3 nu har en egen sula.

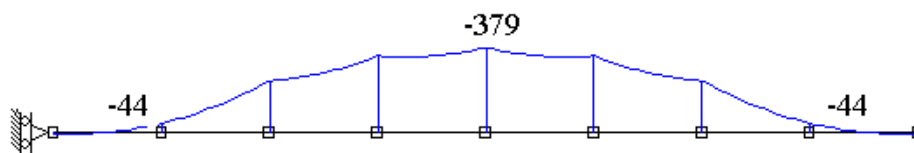


Figur 107 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. yttervägg, vindriktning X

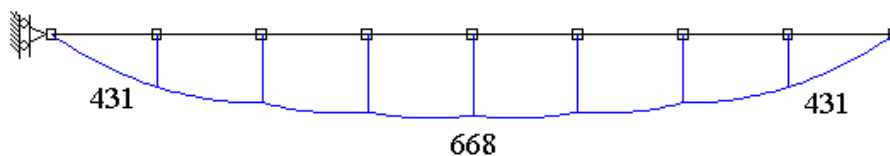


Figur 108 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för yttervägg 7 och 8 är riktning Y medan dimensionerande riktning för vägg 6 är X.

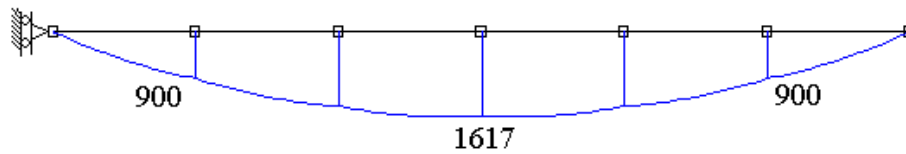


Figur 109 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. vägg 3, vindriktning X

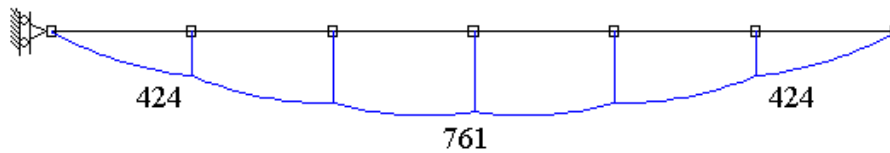


Figur 110 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. vägg 3, vindriktning Y

För vägg 3 är båda vindriktningarna dimensionerande, X riktningen ger dimensionerande negativt moment och Y riktningen ger dimensionerande positivt moment.



Figur 111 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. vägg 2, vindriktning X



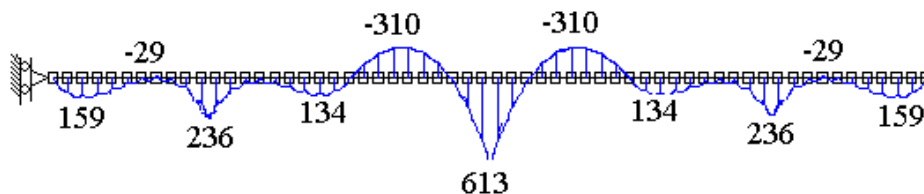
Figur 112 Friktionsvinkel 34, Gyllin åtta vån. vägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

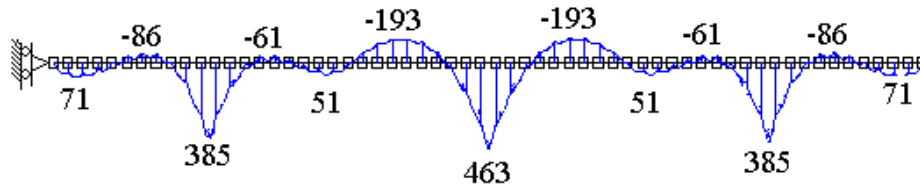
Vägg	7	6	2
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	2x0,8
Fyllning m	-	-	-

Tabell 30 Friktionsvinkel 38, Gyllin sex våningar

Motsvarande resonemang används som vid friktionsvinkel 38° Gyllin åtta våningar.

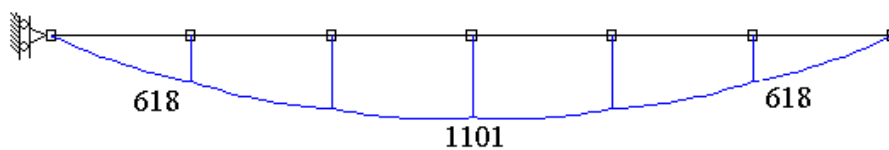


Figur 113 Friktionsvinkel 38, Gyllin sex vån. yttervägg, vindriktning X

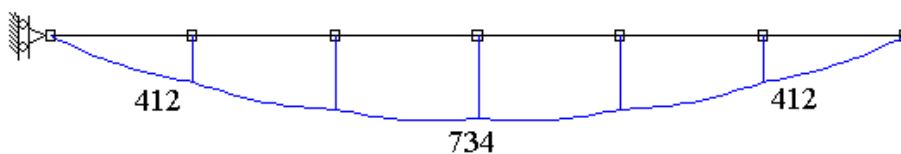


Figur 114 Friktionsvinkel 38, Gyllin sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 7 och 8 är riktning Y medan dimensionerande riktning för vägg 6 är X.



Figur 115 Friktionsvinkel 38, Gyllin sex vån. vägg 2, vindriktning X



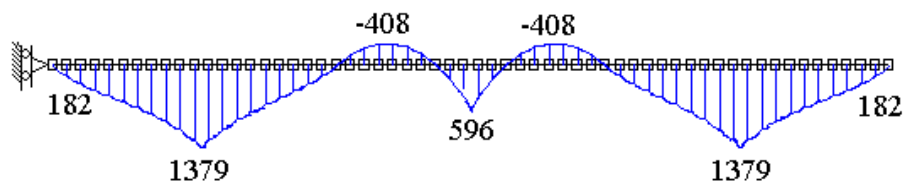
Figur 116 Friktionsvinkel 38, Gyllin sex vån. vägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

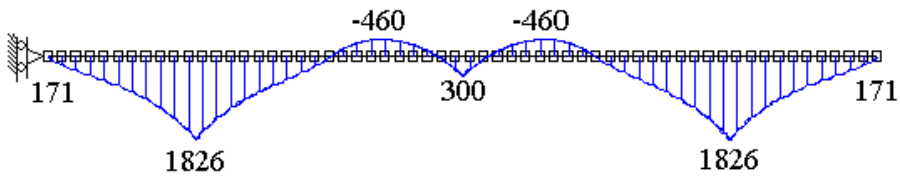
Vägg	7	6	2
Dimension BxH m ²	3x1	1x0,8	3x1
Fyllning m	0,5	0,5	0,5

Tabell 31 Friktionsvinkel 34, Gyllin sex våningar

Motsvarande resonemang som används vid friktionsvinkel 38° Gyllin åtta våningar.

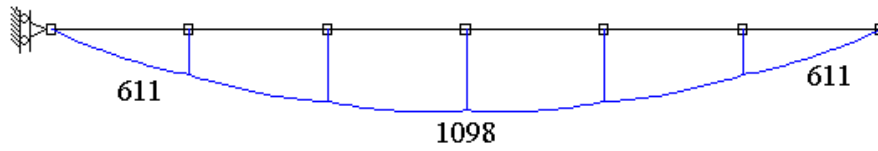


Figur 117 Friktionsvinkel 34, Gyllin sex vån. yttervägg, vindriktning X

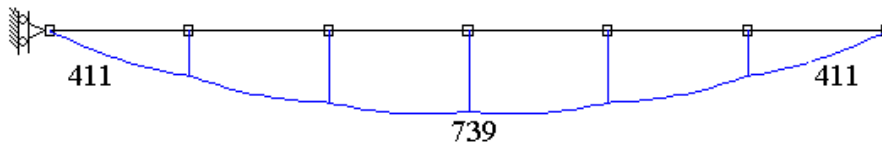


Figur 118 Friktionsvinkel 34, Gyllin sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 7 och 8 är riktning Y. Vägg 6 har dimensionerande vindriktning både i riktning X och Y, negativt dimensionerande moment i riktning Y och positivt dimensionerande moment i riktning X.



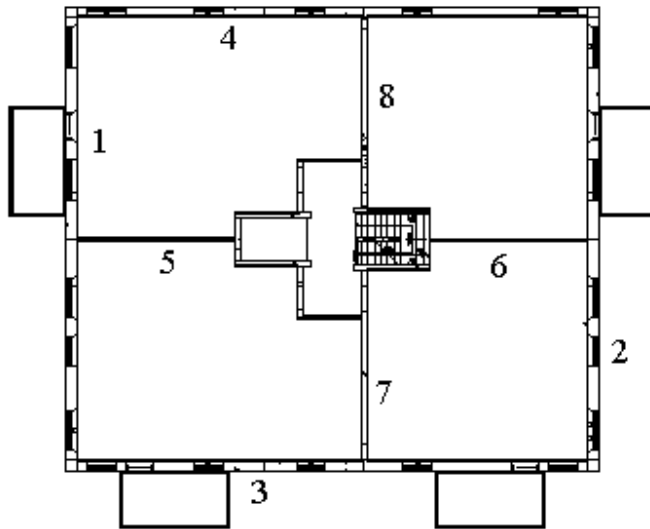
Figur 119 Friktionsvinkel 34, Gyllin sex vån. vägg 2, vindriktning X



Figur 120 Friktionsvinkel 34, Gyllin sex vån. vägg 2, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning X.

9.3. Hustyp Grönskär



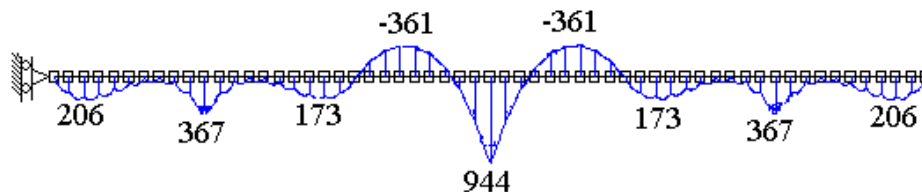
Figur 121 Grönskär väggnummering

Vägg	4	2	6
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	3x1
Fyllning m	-	-	-

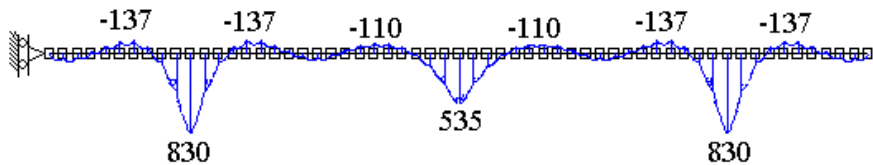
Tabell 32 Friktionsvinkel 38, Grönskär åtta våningar

Vid Grönskär åtta våningar, friktionsvinkel 38° är vägg 8 satt på en grundbalk som är upplagd på sulan under hisschakt och yttervägg 4. Detta görs för att minska problemen med sättningsdifferenser.

Först visas två kurvor över momentet i ytterväggarna, en kurva för varje vindriktning. Kurvan visar momentet i vägg 4, 2 och 3. Vägg 4 sträcker från vänster fram till där kurvan passerar noll mellan 173kNm och -361kNm. Vägg 3 börjar där kurvan passerar noll mellan -361kNm och 173kNm.

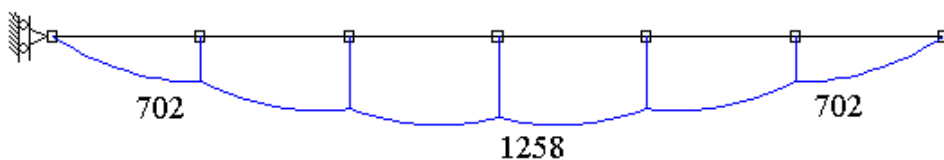


Figur 122 Friktionsvinkel 38, Grönskär åtta vån. yttervägg, vindriktning X



Figur 123 Friktionsvinkel 38, Grönskär åtta vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för yttervägg 4 och 3 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande vindriktning X.



Figur 124 Friktionsvinkel 38, Grönskär åtta vån. vägg 6, vindriktning X



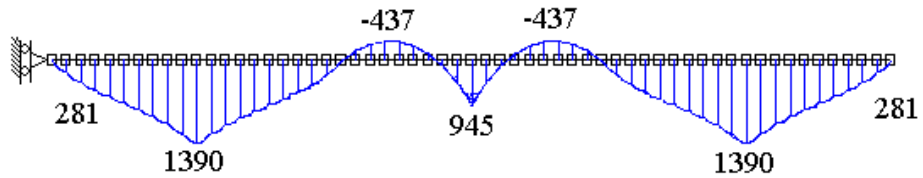
Figur 125 Friktionsvinkel 38, Grönskär åtta vån. vägg 6, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 6 är riktning X.

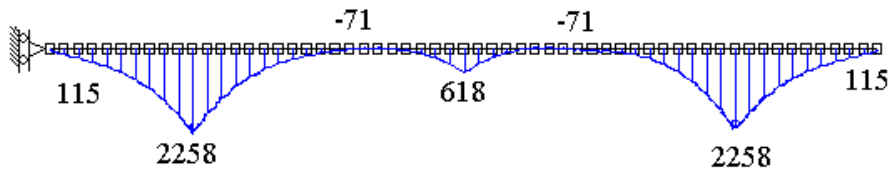
Vägg	4	2	6
Dimension BxH m ²	3x1	1x0,8	3x1
Fyllning m	1	0,5	2

Tabell 33 Friktionsvinkel 34, Grönskär åtta våningar

Motsvarande resonemang som vid friktionsvinkel 38°, Grönskär åtta våningar.

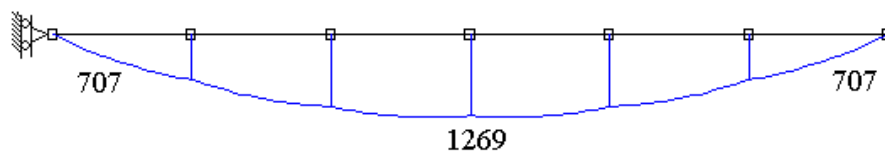


Figur 126 Friktionsvinkel 34, Grönskär åtta vån. yttervägg, vindriktning X

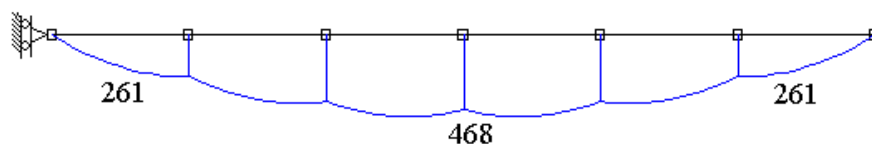


Figur 127 Friktionsvinkel 34 Grönskär åtta vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 4 och 3 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande vindriktning X.



Figur 128 Friktionsvinkel 34, Grönskär åtta vån. vägg 6, vindriktning X



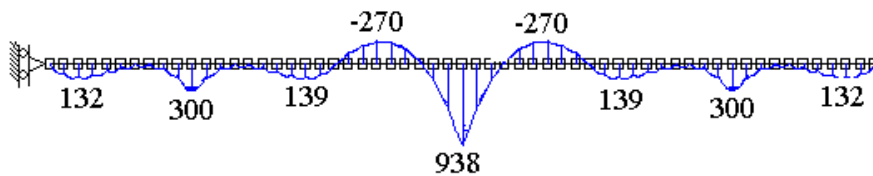
Figur 129 Friktionsvinkel 34, Grönskär åtta vån. vägg 6, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 6 är riktning X.

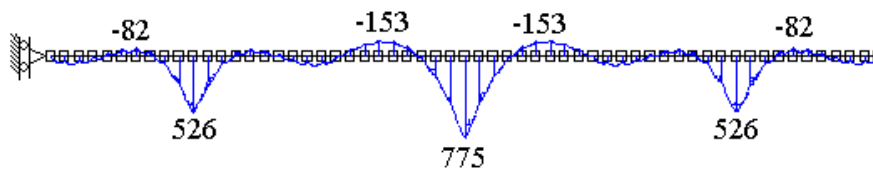
Vägg	4	2	6
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	2x0,8
Fyllning m	-	-	-

Tabell 34 Friktionsvinkel 38, Grönskär sex våningar

Motsvarande resonemang används som för friktionsvinkel 38°, Grönskär åtta våningar.

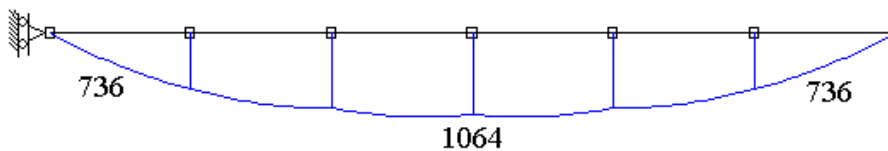


Figur 130 Friktionsvinkel 38, Grönskär sex vån. yttervägg, vindriktning X

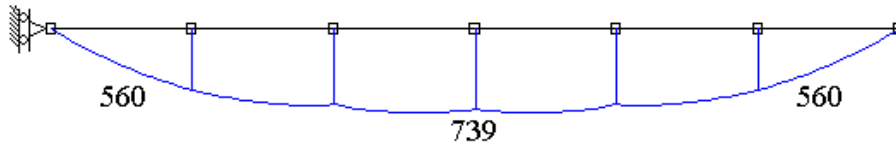


Figur 131 Friktionsvinkel 38, Grönskär sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 4 och 3 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande vindriktning X.



Figur 132 Friktionsvinkel 38, Grönskär sex vån. vägg 6, vindriktning X



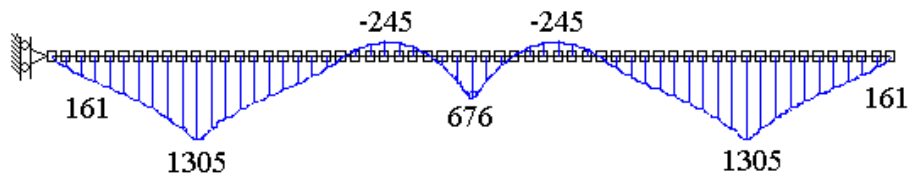
Figur 133 Friktionsvinkel 38, Grönskär sex vån. vägg 6, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 6 är riktning X.

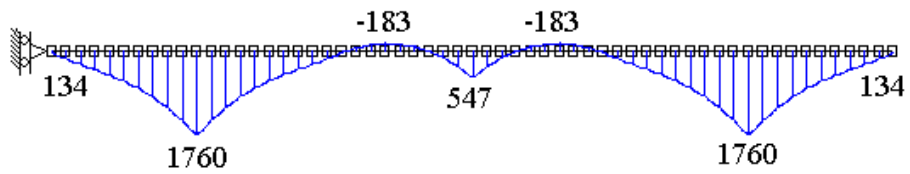
Vägg	4	2	6
Dimension BxH m ²	3x1	1,5x0,8	3x1
Fyllning m	0,5	0,5	1

Tabell 35 Friktionsvinkel 34, Grönskär sex våningar

Motsvarande resonemang används som för friktionsvinkel 38°, Grönskär åtta våningar.

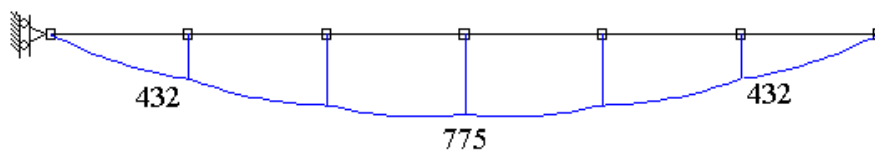


Figur 134 Friktionsvinkel 34, Grönskär sex vån. yttervägg, vindriktning X

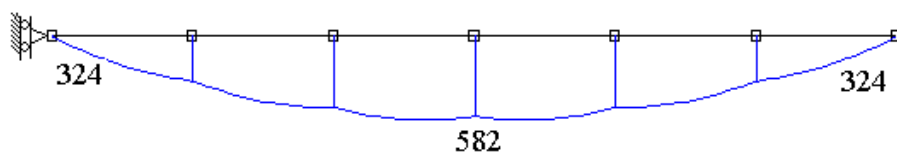


Figur 135 Friktionsvinkel 34, Grönskär sex vån. yttervägg, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 4 och 3 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande vindriktning X.



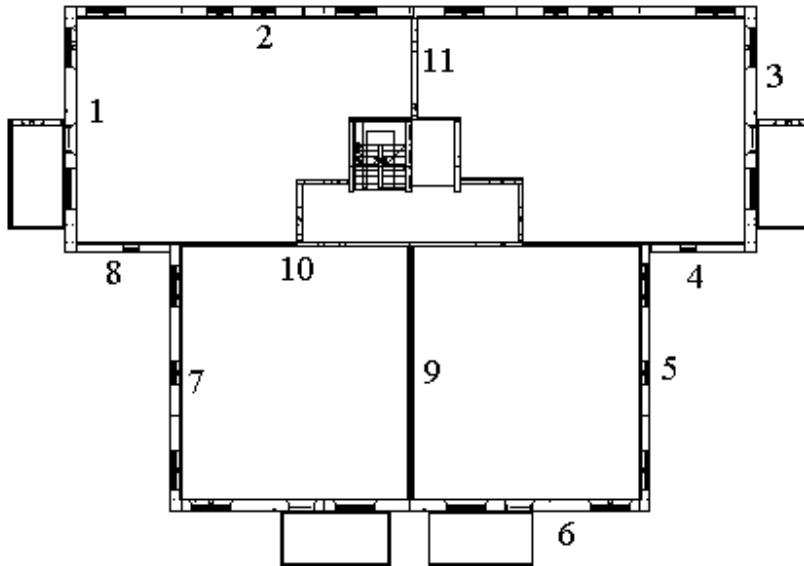
Figur 136 Friktionsvinkel 34, Grönskär sex vån. vägg 6, vindriktning X



Figur 137 Friktionsvinkel 34, Grönskär sex vån. vägg 6, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 6 är riktning X.

9.4. Hustyp Önneby



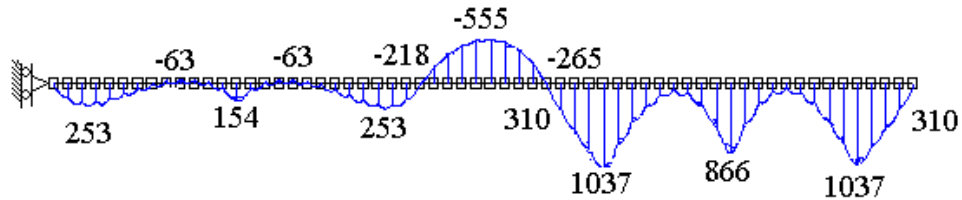
Figur 138 Önneby väggnummering

Vägg	2	3	10	5	6	9
Dimension BxH m ²	1,5x0,5	1x0,8	2x0,8	1,5x0,5	1x0,8	3x1
Fyllning m	-	-	-	-	-	-

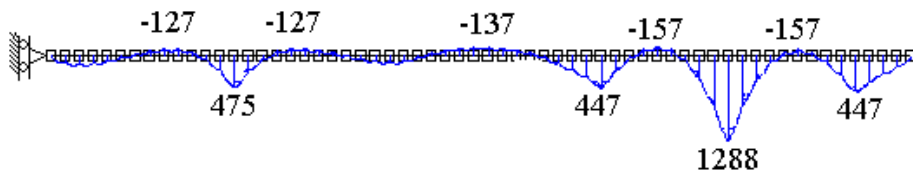
Tabell 36 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta våningar

Önneby är modellerad med väggarna 2, 3 och 10 i en modell, vägg 5, 6 och 7 i en modell och innervägg 9 har en enskild modell. Vägg 11 är satt på grundbalk som är upplagd mellan hisschakt och vägg 2.

Först visas två momentkurvor över vägg 2, 3 och 10 vid olika vindriktningar. Vägg 2 sträcker sig från vänster t.o.m. där kurvan passerar noll mellan 253kNm och -218kNm. Vägg 10 börjar där kurvan passerar noll mellan -265kNm och 310kNm, väggen sträcker sedan hela vägen ut till höger på figuren.



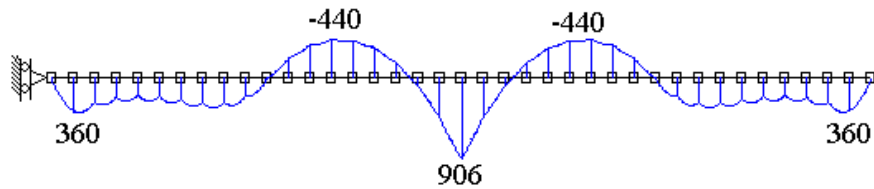
Figur 139 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. yttervägg 2, 3 och 10, vindriktning X



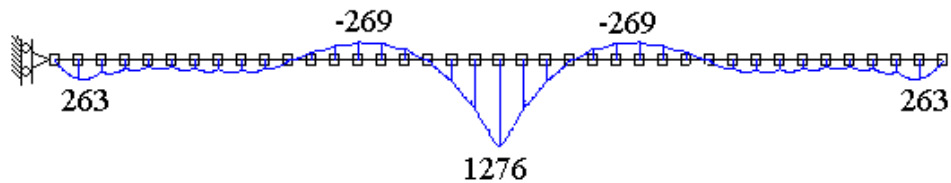
Figur 140 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. yttervägg 2, 3 och 10, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 är riktning Y, vägg 3 har dimensionerande vindriktning X och vägg 10 har dimensionerande riktning Y.

Nedan visas modellen med de övriga ytterväggarna. Vägg 5 sträcker sig från vänster t.o.m. där kurvan passerar noll mellan 360kNm och -440kNm. Vägg 7 sträcker sig från där kurvan passerar noll mellan -440kNm och 360kNm fram till högra änden på figuren.

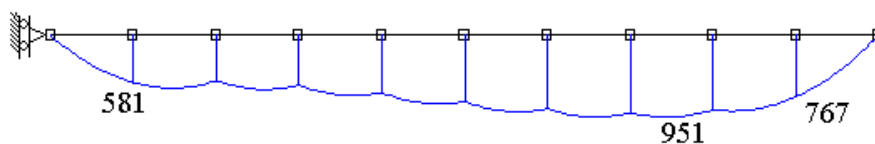


Figur 141 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. yttervägg 5, 6 och 7, vindriktning X

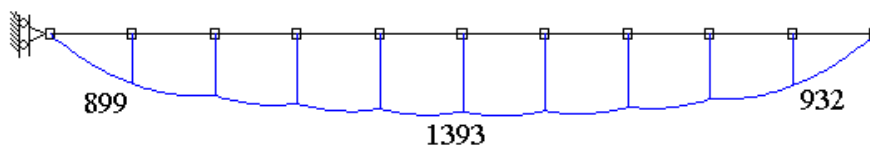


Figur 142 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. yttervägg 5, 6 och 7, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 5 och 7 är riktning X. Dimensionerande vindriktning för vägg 6 är riktning X för negativt dimensionerande moment och riktning Y för dimensionerande positivt moment.



Figur 143 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. vägg 9, vindriktning X



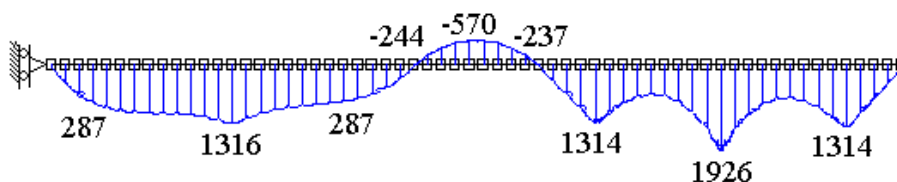
Figur 144 Friktionsvinkel 38, Önneby åtta vån. vägg 9, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 9 är riktning Y.

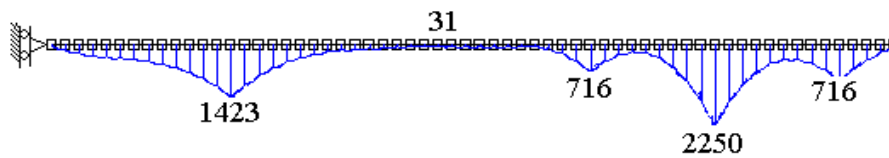
Vägg	2	3	10	5	6	9
Dimension	3x1m ²	1x0,8m ²	3x1m ²	1,5x0,8m ²	1,5x0,8m ²	3x1m ²
Fyllning	0,5	0,5	2	0,5	0,5	2

Tabell 37 Friktionsvinkel 34, Önneby åtta våningar

Motsvarande resonemang används som för friktionsvinkel 38°, Önneby åtta våningar.

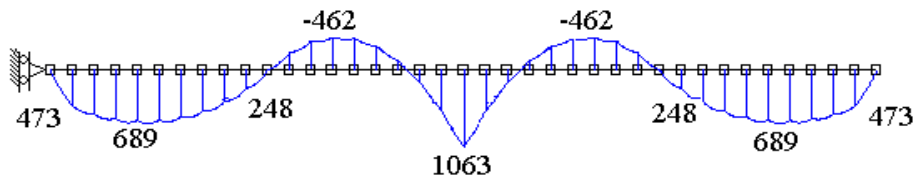


Figur 145 Friktionsvinkel 34, Önneby åtta vån. vägg 2, 3 och 10, vindriktning X

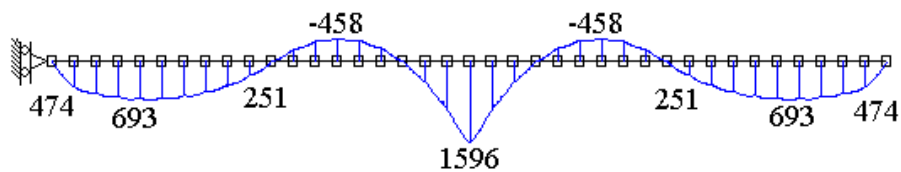


Figur 146 Friktionsvinkel 34, Önneby åtta vån. vägg 2, 3 och 10, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 och 3 är riktning X och dimensionerande riktning för vägg 10 är Y.

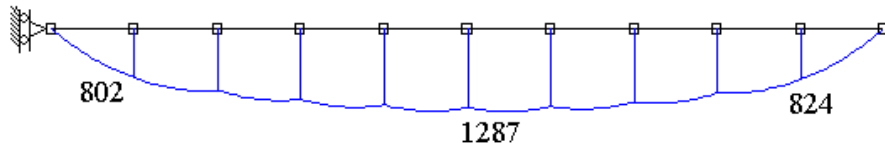


Figur 147 Friktionsvinkel 34, Önneby åtta vån. vägg 5, 6 och 7, vindriktning X

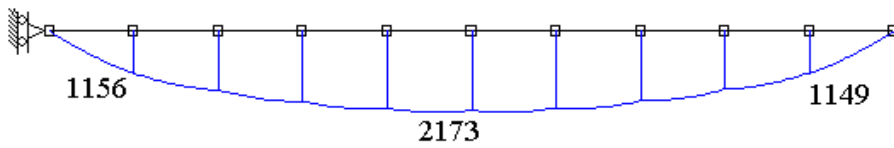


Figur 148 Friktionsvinkel 34, Önneby åtta vån. vägg 5, 6 och 7, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 5, 6 och 7 är riktning X.



Figur 149 Friktionsvinkel 34, Öneby åtta vån. vägg 9, vindriktning X



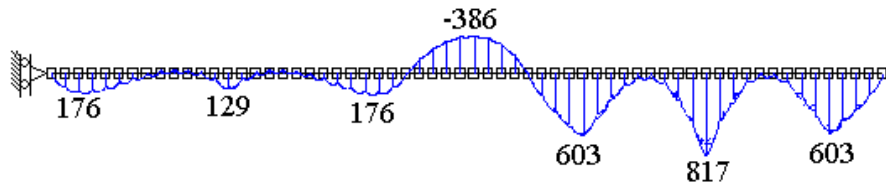
Figur 150 Friktionsvinkel 34, Öneby åtta vån. vägg 9, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 9 är riktning Y.

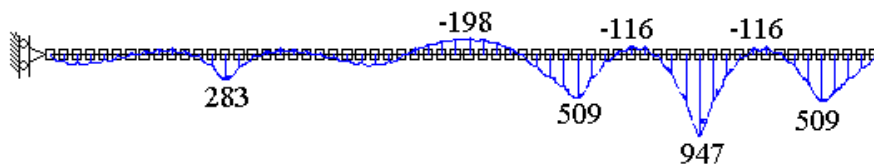
Vägg	2	3	10	5	6	9
Dimension	1,5x0,5m ²	1x0,8m ²	2x0,8m ²	1,5x0,5m ²	1x0,8m ²	2x0,8m ²
Fyllning	-	-	-	-	-	-

Tabell 38 Friktionsvinkel 38, Öneby sex våningar

Motsvarande resonemang används som för friktionsvinkel 38, Öneby åtta våningar.

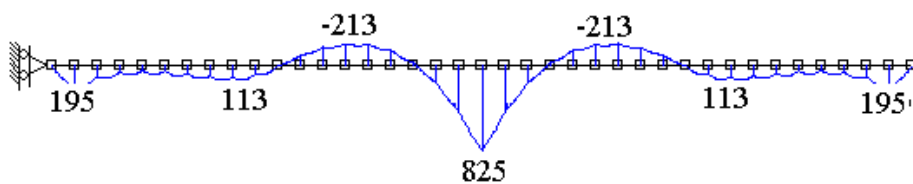


Figur 151 Friktionsvinkel 38, Önneby sex vån. vägg 2,3 och 10, vindriktning X

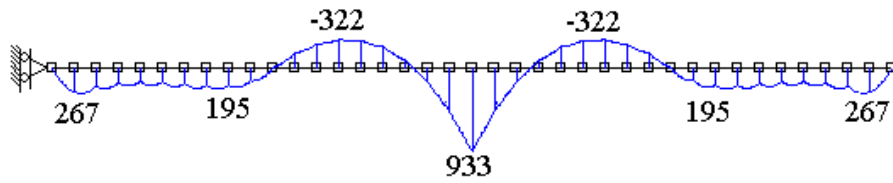


Figur 152 Friktionsvinkel 38, Önneby sex vån. vägg 2,3 och 10, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 och 10 är riktning Y medan vägg 3 har dimensionerande vindriktning X.

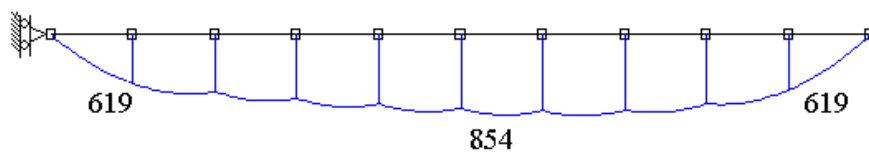


Figur 153 Friktionsvinkel 38, Önneby sex vån. vägg 5,6 och 7, vindriktning X

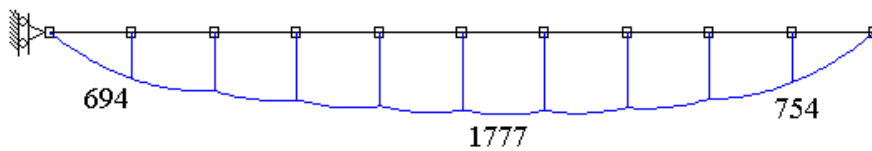


Figur 154 Friktionsvinkel 38, Örneby sex vån. vägg 5,6 och 7, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 5,6 och 7 är riktning Y.



Figur 155 Friktionsvinkel 38, Örneby sex vån. vägg 9, vindriktning X



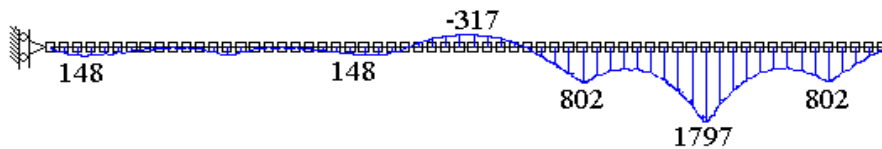
Figur 156 Friktionsvinkel 38, Örneby sex vån. vägg 9, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 9 är riktning Y.

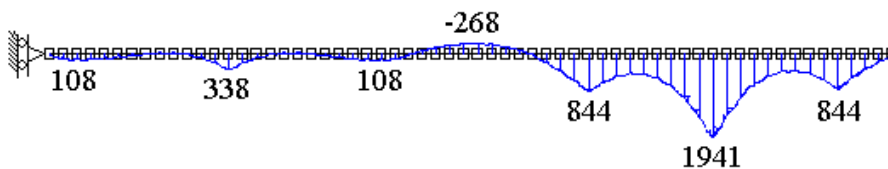
Vägg	2	3	10	5	6	9
Dimension	1,5x0,5m ²	1x0,8m ²	3x1m ²	1,5x0,5m ²	1x0,8m ²	3x1m ²
Fyllning	-	-	-	-	-	-

Tabell 39 Friktionsvinkel 34, Öneby sex våningar

Motsvarande resonemang används som för friktionsvinkel 38', Öneby åtta våningar.

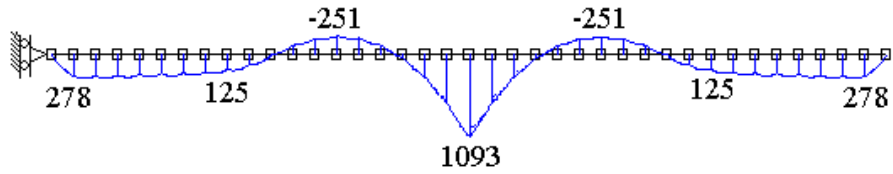


Figur 157 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 2,3 och 10, vindriktning X

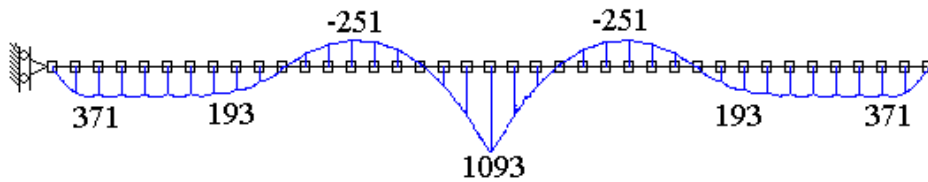


Figur 158 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 2,3 och 10, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 2 och 10 är riktning Y medan vägg 3 har dimensionerande vindriktning X.

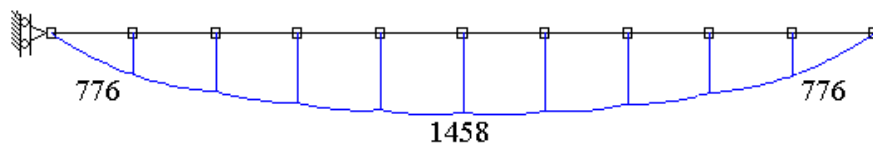


Figur 159 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 5,6 och 7, vindriktning X

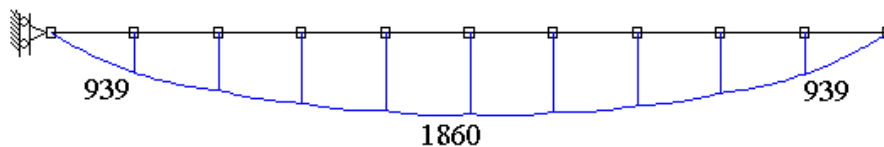


Figur 160 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 5,6 och 7, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 5,6 och 7 är riktning Y.



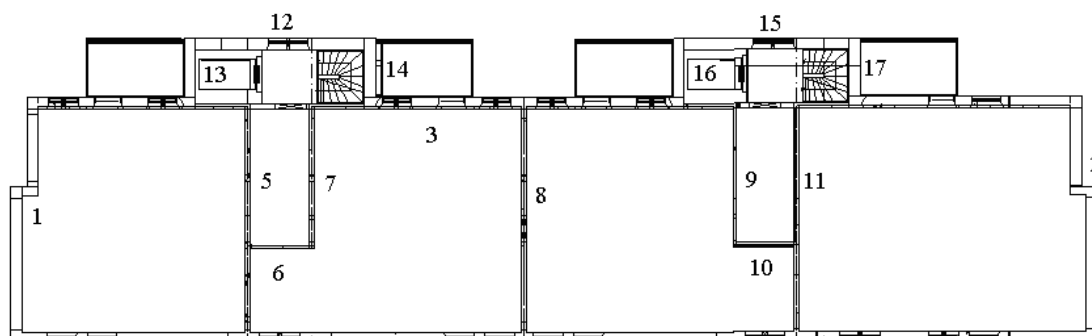
Figur 161 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 9, vindriktning X



Figur 162 Friktionsvinkel 34, Öneby sex vån. vägg 9, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 9 är riktning Y.

9.5. Hustyp Gärdsnäs



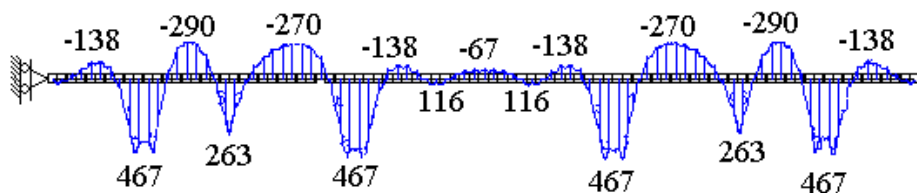
Figur 163 Gärdsnäs väggnrering

Vägg	3	2
Dimension	1,5x0,5m ²	1x0,5m ²
Fyllning	-	-

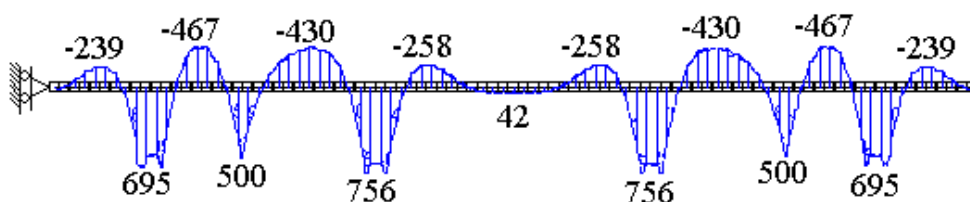
Tabell 40 Friktionsvinkel 38, Gärdsnäs fem våningars lamellhus

Gärdsnäs fem våningars lamellhus har ändats sulor under ytterväggarna. Innerväggarna står på grundbalkar upplagda på ytterväggarnas sulor. Detta är för att minimera problem med sättningsdifferenserna.

Nedan visas momentkurvorna för ytterväggarna i vindriktning X och Y. Vägg 3:s sula sträcker sig från vänster t.o.m. punkten där kurvan passerar noll mellan 467kNm och -138kNm. Kortsidans vägg (vägg 2) sträcker sig från punkten där kurvan passerar noll mellan 467kNm och -138kNm t.o.m. punkten där kurvan passerar noll mellan -138kNm och 467kNm. Efter vägg 2:s yttersula följer vägg 4:s sula.



Figur 90 Friktionsvinkel 38, Gärdsnäs fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning X



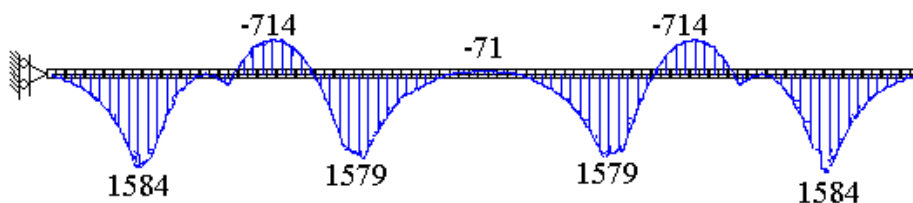
Figur 164 Friktionsvinkel 38, Gärdsnäs fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 och 4 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande riktning för positivt moment i riktning X och dimensionerande negativt moment i riktning Y.

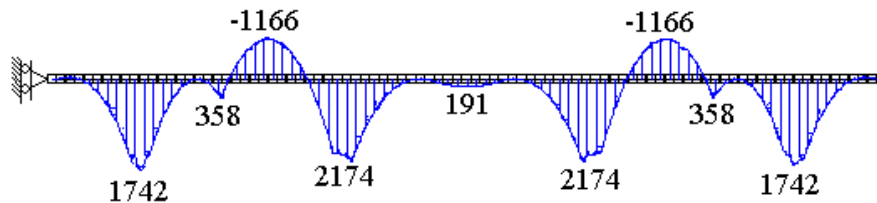
Vägg	3	2
Dimension	3x1m ²	1x0,8m ²
Fyllning		

Tabell 41 Friktionsvinkel 34, Gärdsnäs fem våningars lamellhus

Motsvarande resonemang som för friktionsvinkel 38, Gärdsnäs fem våningars lamellhus.



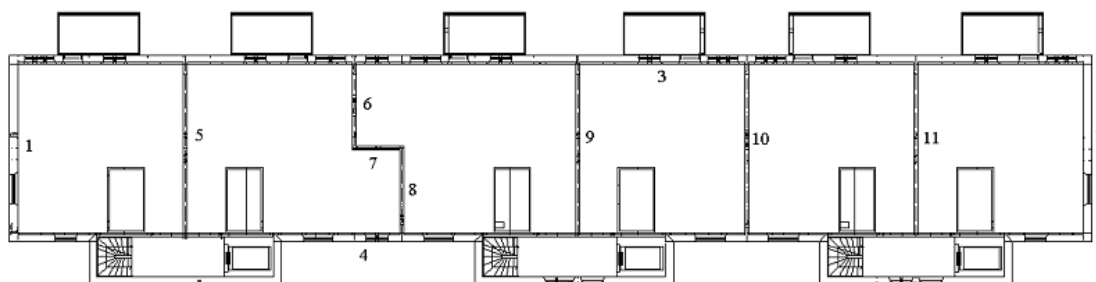
Figur 165 Friktionsvinkel 34, Gärdsnäs fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning X



Figur 166 Friktionsvinkel 34, Gärdsnäs fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 och 4 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande riktning för positivt moment i riktning Y och dimensionerande negativt moment i riktning X.

9.6. Hustyp Almby



Figur 167 Almby väggnummering

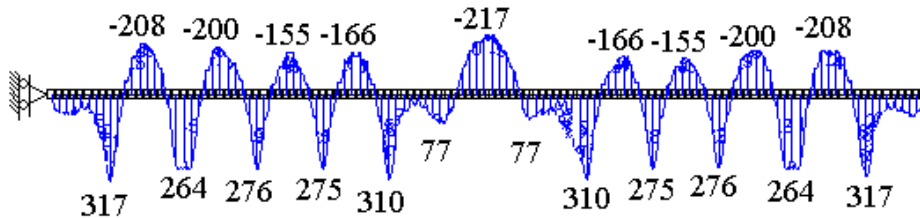
Vägg	3	2
Dimension	1,5x0,5m ²	1x0,8m ²
Fyllning		

Tabell 42 Friktionsvinkel 38, Almby fem våningars lamellhus

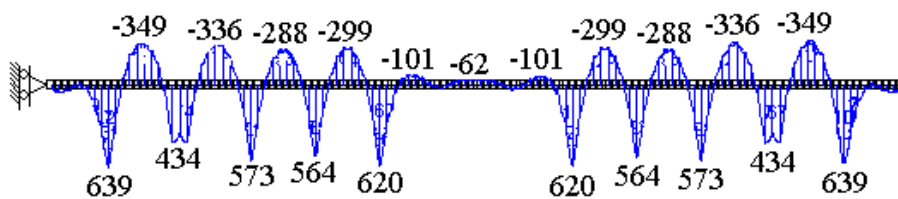
Almby fem våningars lamellhus har ändats sulor under ytterväggarna. Innerväggarna står på grundbalkar upplagda på ytterväggarnas sulor. Detta är för att minimera problem med sättningsdifferenserna.

Nedan visas momentkurvorna för ytterväggarna i vindriktning X och Y. Vägg 3:s sula sträcker sig från vänster t.o.m. punkten där kurvan passerar noll mellan 77kNm och -217kNm. Kortsidans vägg (vägg 2) sträcker sig från punkten där kurvan passerar noll

mellan 77kNm och -217kNm t.o.m. punkten där kurvan passerar noll mellan -217kNm och 77kNm. Efter vägg 2:s yttersula följer vägg 4:s sula.



Figur 168 Friktionsvinkel 38, Almby fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning X



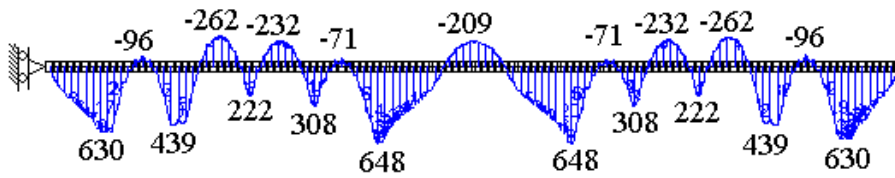
Figur 169 Friktionsvinkel 38, Almby fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 och 4 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande riktning X.

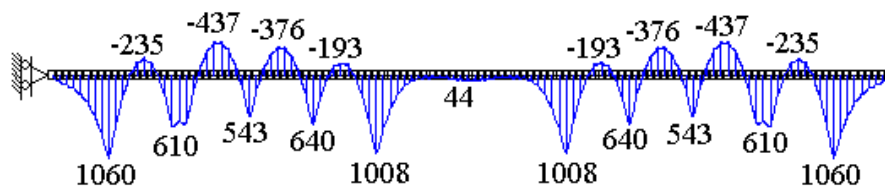
Vägg	3	2
Dimension	2x0,8m ²	1x0,8m ²
Fyllning		

Tabell 43 Friktionsvinkel 38, Almby fem våningars lamellhus

Motsvarande resonemang som för friktionsvinkel 38, Almby fem våningars lamellhus.



Figur 170 Friktionsvinkel 34, Almby fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning X



Figur 171 Friktionsvinkel 34, Almby fem vån. vägg 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande vindriktning för vägg 3 och 4 är riktning Y medan vägg 2 har dimensionerande riktning för negativt moment i vindriktning X och för positivt moment i vindriktning Y.

9.7. Sammanfattning

Nedan följer en uppräknig av lämpliga dimensionerande moment för de olika storlekarna på sulor. De dimensionerande momenten har valts från moment kurvorna ovan. För vissa har även en uppskattning av armeringsmängden gjorts. Uppskattningen har gjorts enligt BBK04, för uppskattad brukslast och enligt nämnda förutsättningar (se huvudtext avsnitt Förutsättningar).

För en standardisering är det inte lämpligt med det stora antalet olika dimensionerande moment till armering. Två armeringskorgar för varje dimension på en sula skulle ge ett bra underlag för standardisering av armeringskorgar.

Dimension 1x0,8 Armering för 500kNm, -500kNm (14st θ 16 uppe och nere i sulan)
Dimension 1x0,8 Armering för 600kNm
Dimension 1x0,8 Armering för 700kNm, -400kNm (18st θ 16 nere och 11st θ 16 uppe i sulan)
Dimension 1x0,8 Armering för 800kNm(19st θ 16 nere i sulan)
Dimension 1x0,8 Armering för 950kNm (23st θ 16 ger två lager med stänger nere i sulan)
Dimension 1x0,8 Armering för 1100kNm
Dimension 1x0,8 Armering för -300kNm
Dimension 1x0,8 Armering för -400kNm
Dimension 1x0,8 Armering för -600kNm

Dimension 1,5x0,5 Armering för 200kNm (7st θ 16 nere i sulan)
Dimension 1,5x0,5 Armering för 300kNm (14st θ 16 nere i sulan)

Dimension 1,5x0,8 Armering för max 700Nm (20st θ 16 nere i sulan)
Dimension 1,5x0,8 Armering för max 800Nm
Dimension 1,5x0,8 Armering för max 900Nm
Dimension 1,5x0,8 Armering för max 1200kNm, -270kNm (30st θ 16 nere i sulan)
Dimension 1,5x0,8 Armering för max 1600kNm, -500kNm (28st θ 20 ger två lager stänger nere i sulan)

Dimension 2x0,8 Armering för max 600kNm
Dimension 2x0,8 Armering för max 1000kNm
Dimension 2x0,8 Armering för max 1100kNm
Dimension 2x0,8 Armering för max 1300kNm
Dimension 2X0,8 Armering för max 1400kNm
Dimension 2x0,8 Armering för max 1800kNm

Dimension 3x1 Armering för max 800kNm
Dimension 3x1 Armering för max 900kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1100kNm

Dimension 3x1 Armering för max 1200kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1400kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1506kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1617kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1800kNm
Dimension 3x1 Armering för max 1900kNm
Dimension 3x1 Armering för max 2200kNm

10. Bilaga D, Momentdiagram för grundbalkar vid pålning

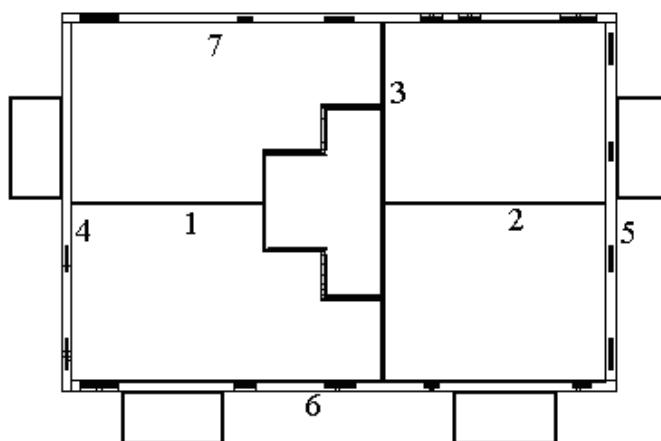
För alla husen har ramanalys beräkningar gjorts på grundläggningen med pålar och grundbalkar. Resultaten från dessa beräkningar presenteras nedan i diagram över momenten i grundbalkarna. Momentdiagram visas när vinden blåser i antingen X riktning dvs. mot kortsidan eller i Y riktning dvs. långsidan på husen.

I jämförelse med momentkurvorna i sulorna vid grundläggning med fribärande sulor, är kurvorna mer oregelbundna. Utseendet på kurvorna för grundbalkarna beror på fler punktlaster och att balkarna är upplagda på pålar som ej står med jämna avstånd. Punktlasterna kommer från balkar som bär upp golvet i entréplan och innerväggar som ej har egna grundbalkar med pålar. Pålarna är placerade under punktlaster och jämt utplacerade under jämtutbredda laster.

I modellen av ytterväggarna har endast tre av ytterväggarna modellerats vilket gör att momentkurvan inte helt överensstämmer med verkligheten. Långsidornas moment i ytterkant ska vara lika för att ge en korrekt bild av verkligheten, se *figur 2*. Modellen har korrigerats med hjälp av fjäderkonstanterna som modellerar pålarna men en helt korrekt bild är svår att få fram. Vid tolkning av momentkurvorna är det viktigt att ta hänsyn till modellerings svårigheter.

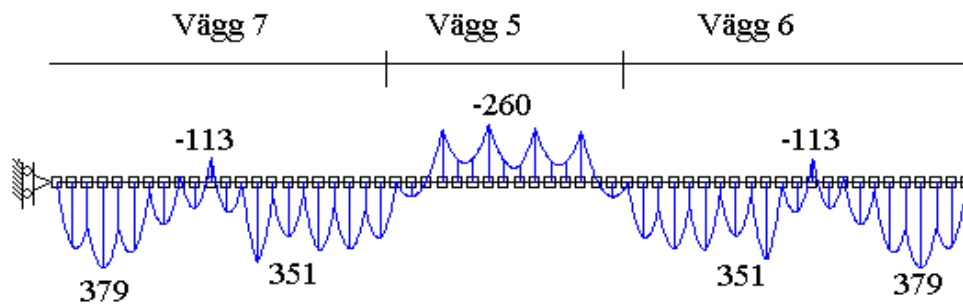
Alla grundbalkar har dimensionen BxH, 1,2 m x 0,8 m.

10.1. Hustyp Lindö

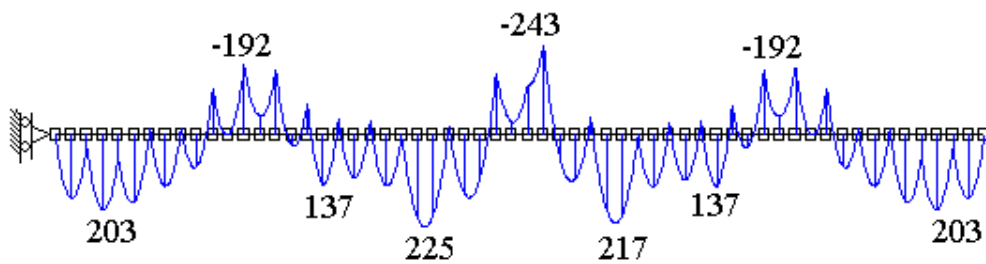


Figur 172 Lindö väggnrering

Lindö 8 vån.

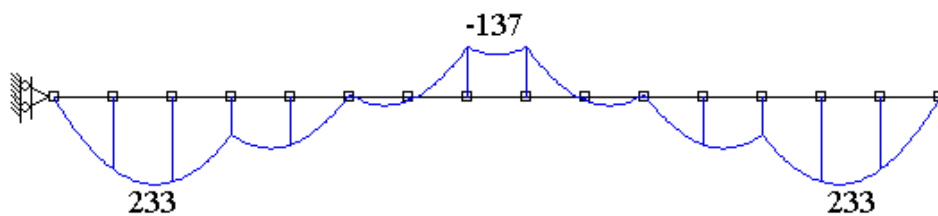


Figur 173 Lindö 8 vån., yttreväggar 7, 5 och 6, vindriktning X

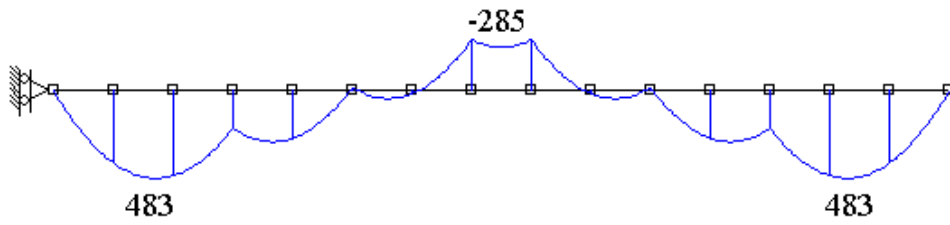


Figur 174 Lindö 8 vån., yttreväggar 7, 5 och 6, vindriktning Y

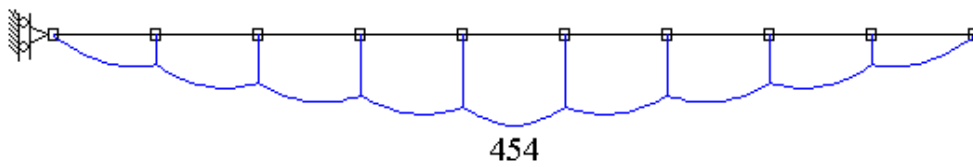
Dimensionerande moment för vägg 7 alt. vägg 6 är 370 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -192kNm. Dimensionerande moment för vägg 5 är 225 kNm och -260 kNm.



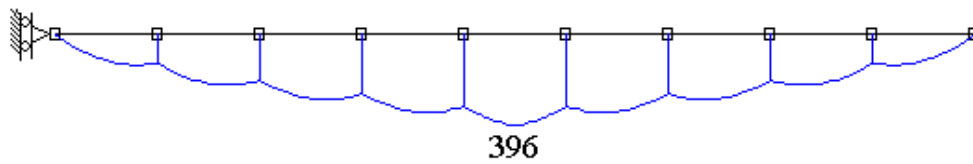
Figur 175 Lindö 8 vån., innervägg 3, vindriktning X



Figur 176 Lindö 8 vån., innervägg 3, vindriktning Y

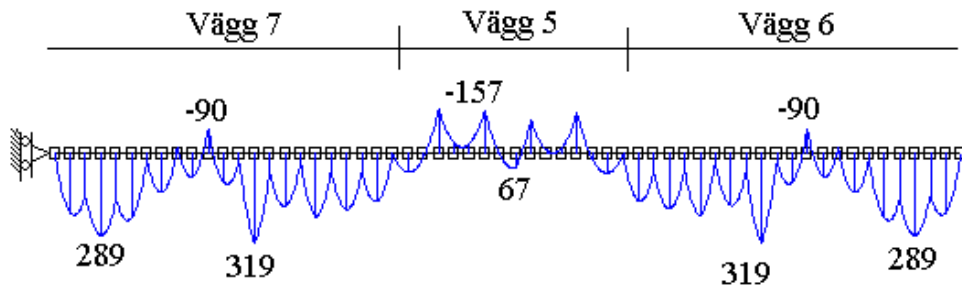


Figur 177 Lindö 8 vån., innervägg 2, vindriktning X

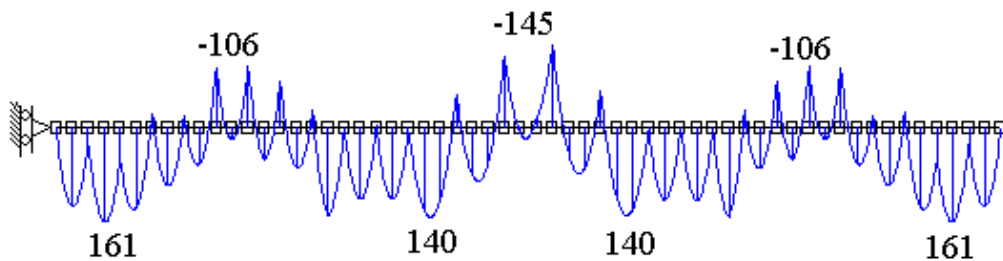


Figur 178 Lindö 8 vån., innervägg 2, vindriktning Y

Lindö 6 vån.

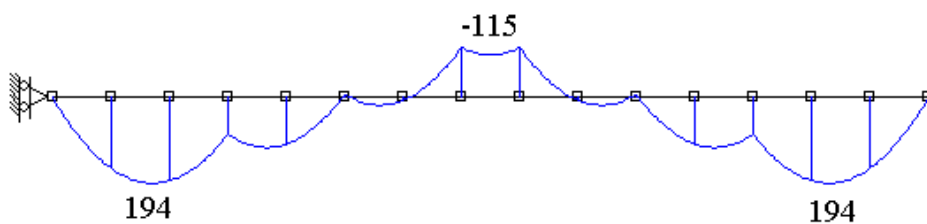


Figur 179 Lindö 6 vån., ytterväggar 7,5 och 6, vindriktning X

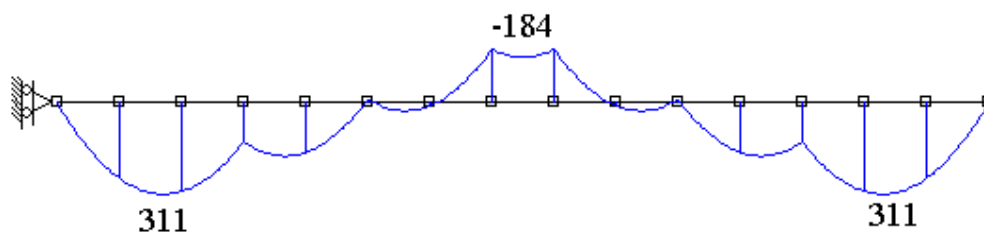


Figur 180 Lindö 6 vån., ytterväggar 7,5 och 6, vindriktning Y

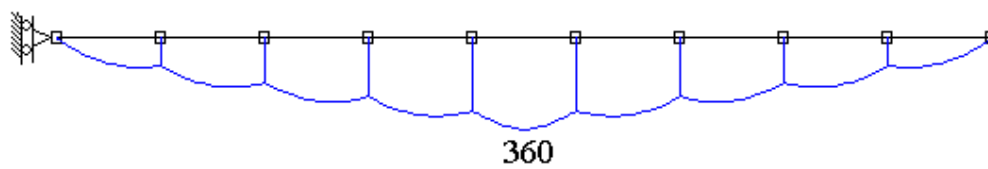
Dimensionerande moment för vägg 7 alt. vägg 6 är 300 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -106kNm. Dimensionerande moment för vägg 5 är 140 kNm och -157 kNm.



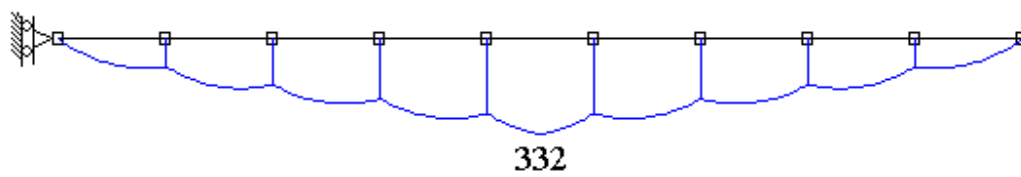
Figur 181 Lindö 6 vån., innervägg 3, vindriktning X



Figur 182 Lindö 6 vån., innervägg 3, vindriktning Y

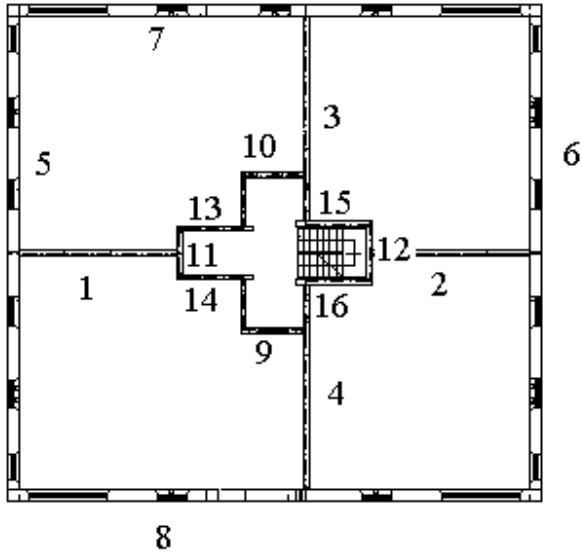


Figur 183 Lindö 6 vån., innervägg 2, vindriktning X



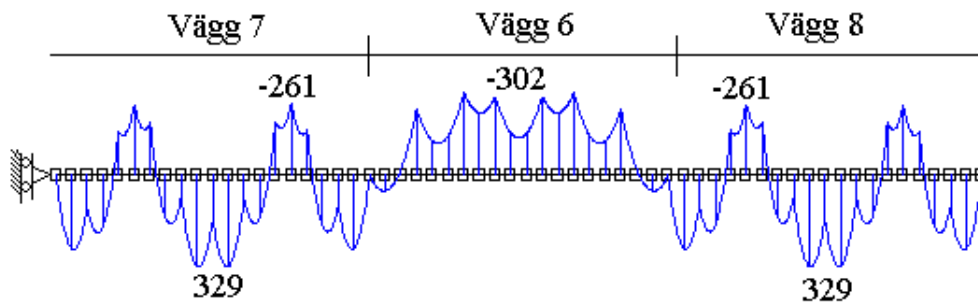
Figur 184 Lindö 6 vån., innervägg 2, vindriktning Y

10.2. Hustyp Gyllin

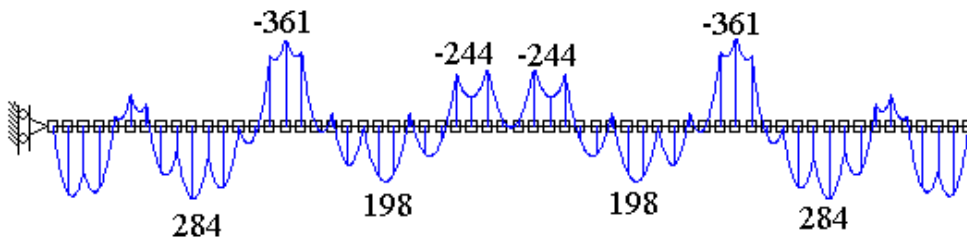


Figur 185 Gyllin väggnummering

Gyllin 8 vån.

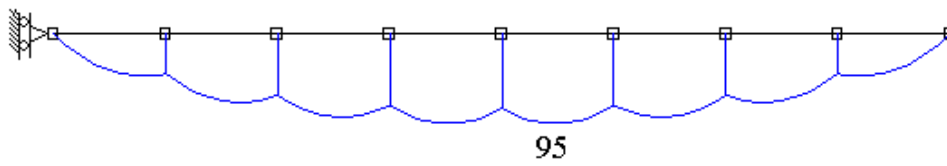


Figur 186 Gyllin 8 vån., yttreväggar 7,6 och 8, vindriktning X

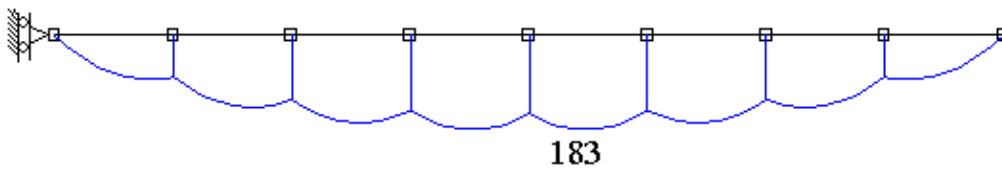


Figur 187 Gyllin 8 vån., yttreväggar 7,6 och 8, vindriktning Y

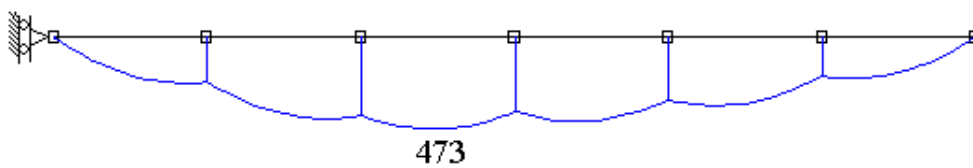
Dimensionerande moment för vägg 7 alt. vägg 8 är 329 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -361kNm. Dimensionerande moment för vägg 6 är 198 kNm och -244 kNm.



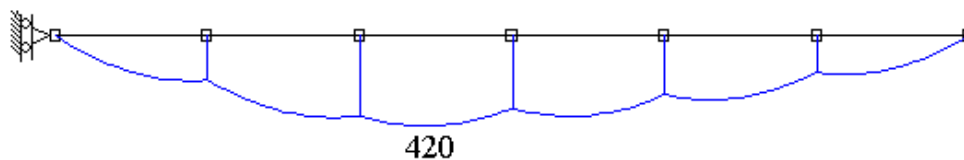
Figur 188 Gyllin 8 vån., innervägg 3, vindriktning X



Figur 189 Gyllin 8 vån., innervägg 3, vindriktning Y

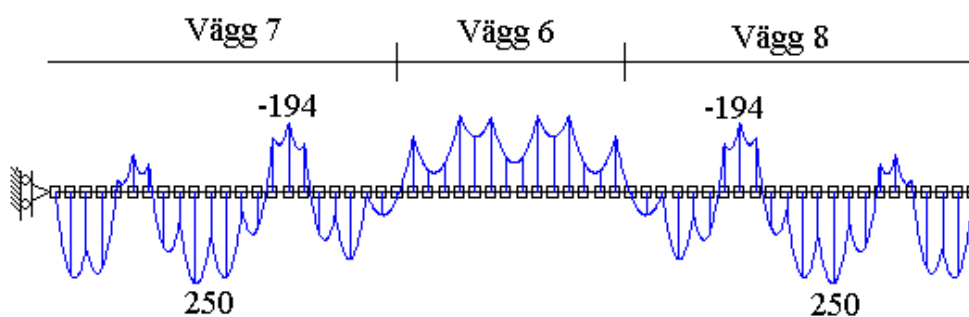


Figur 190 Gyllin 8 vån., innervägg 2, vindriktning X

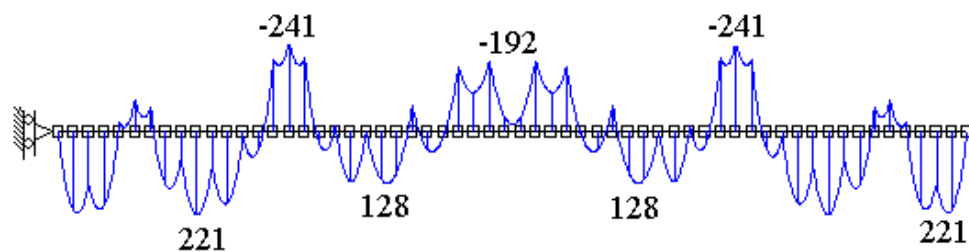


Figur 191 Gyllin 8 vån., innervägg 2, vindriktning Y

Gyllin 6 vån.

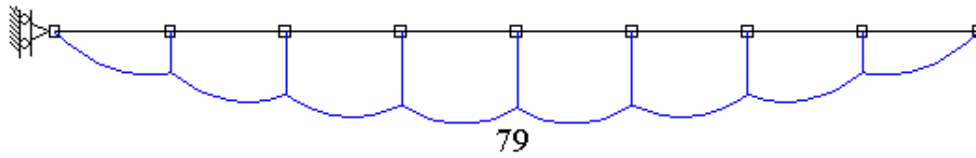


Figur 192 Gyllin 6 vån., yttreväggar 7,6 och 8, vindriktning X

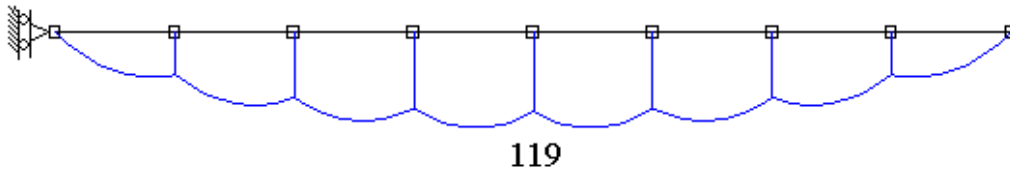


Figur 193 Gyllin 6 vån., yttreväggar 7,6 och 8, vindriktning Y

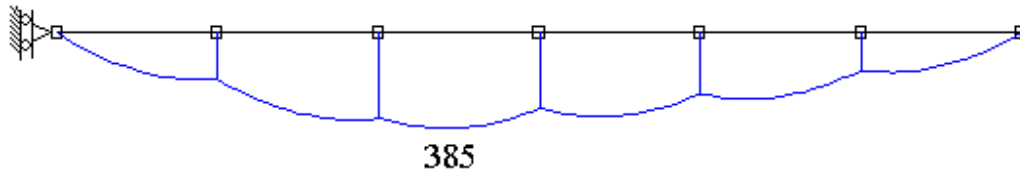
Dimensionerande moment för vägg 7 alt. vägg 8 är 250 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -241kNm. Dimensionerande moment för vägg 6 är 128 kNm och -192 kNm.



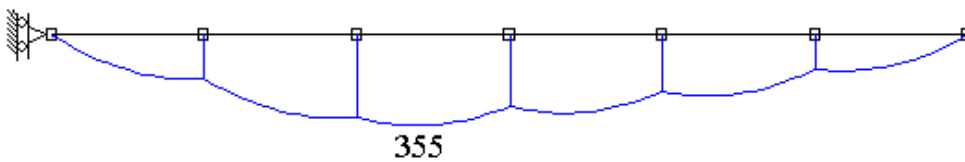
Figur 194 Gyllin 6 vån., innervägg 3, vindriktning X



Figur 195 Gyllin 6 vån., innervägg 3, vindriktning Y

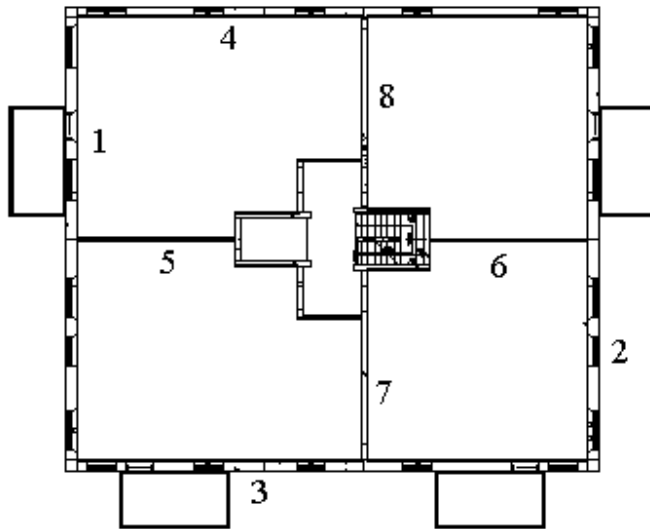


Figur 196 Gyllin 6 vån., innervägg 2, vindriktning X



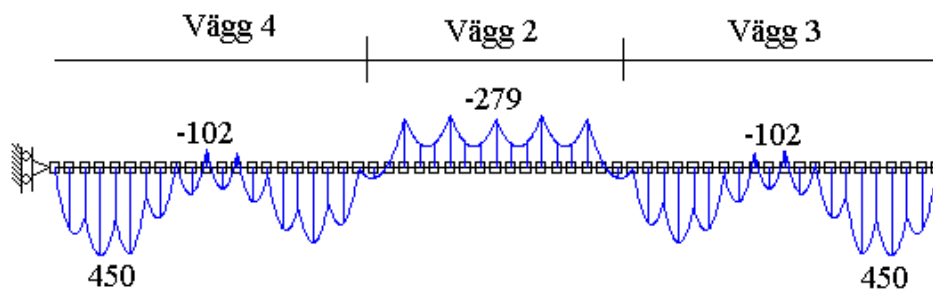
Figur 197 Gyllin 6 vån., innervägg 2, vindriktning Y

10.3. Hustyp Grönskär

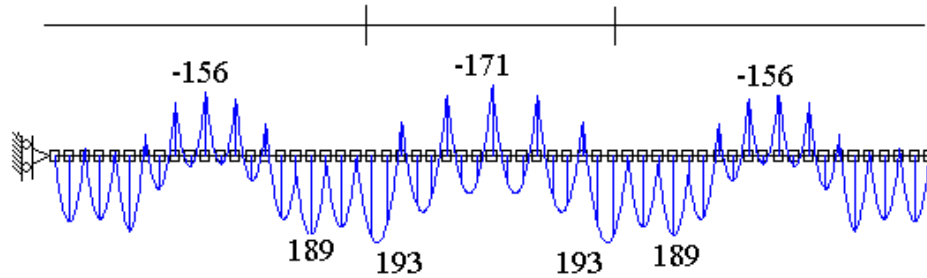


Figur 198 Grönskär väggnummerering

Grönskär 8 vån.

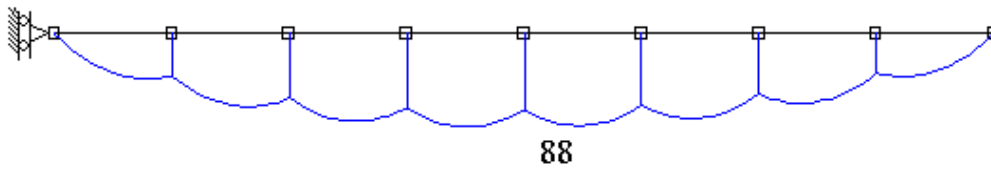


Figur 199 Grönskär 8 vån., ytterväggar 4, 2 och 3, vindriktning X

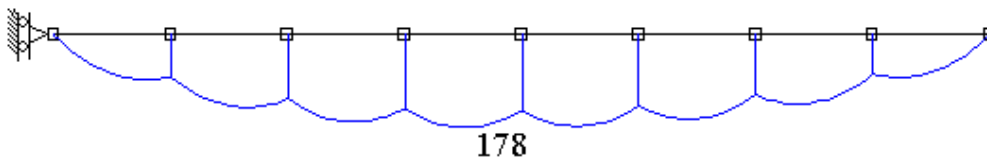


Figur 200 Grönskär 8 vån., ytterväggar 4, 2 och 3, vindriktning Y

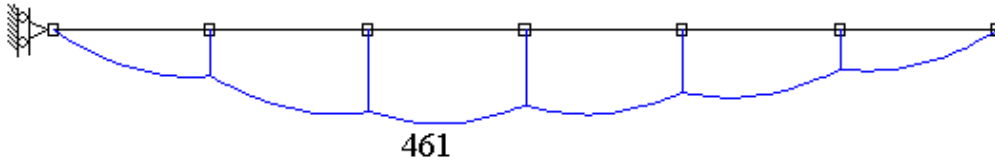
Dimensionerande moment för vägg 4 alt. vägg 3 är 450 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -156 kNm. Dimensionerande moment för vägg 2 är 193 kNm och -279 kNm.



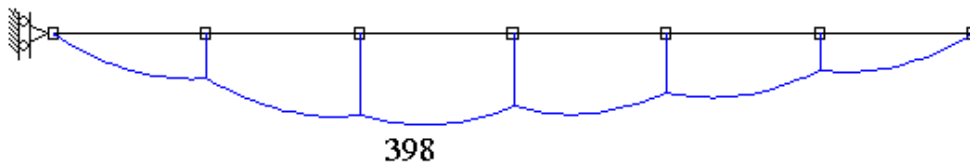
Figur 201 Grönskär 8 vån., innervägg 8, vindriktning X



Figur 202 Grönskär 8 vån., innervägg 8, vindriktning Y

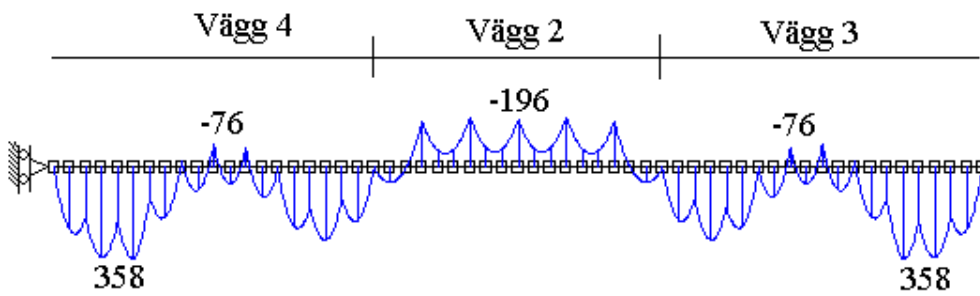


Figur 203 Grönskär 8 vån., innervägg 6, vindriktning X

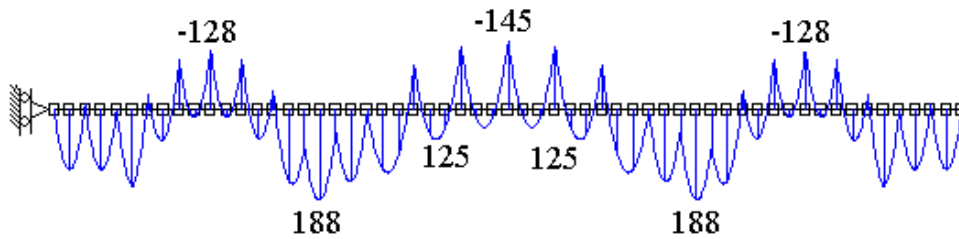


Figur 204 Grönskär 8 vån., innervägg 6, vindriktning Y

Grönskär 6 vån.

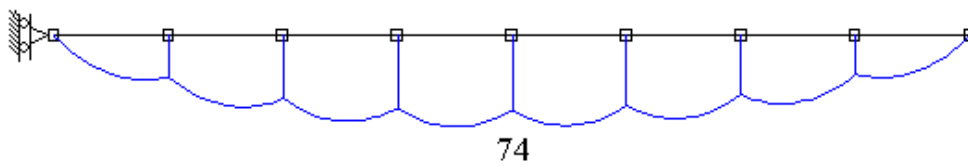


Figur 205 Grönskär 6 vån., ytterväggar 4, 2 och 3, vindriktning X

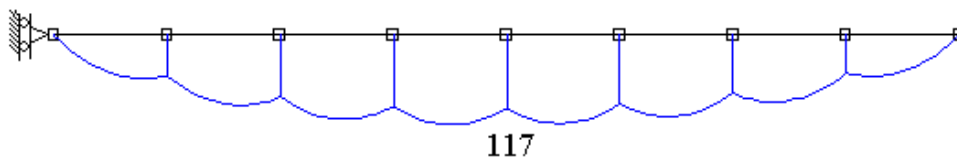


Figur 206 Grönskär 6 vån., ytterväggar 4, 2 och 3, vindriktning Y

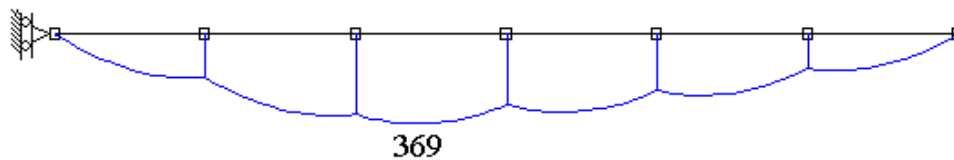
Dimensionerande moment för vägg 4 alt. vägg 3 är 358 kNm (hänsyn tas till modelleringsproblemet) och -128 kNm. Dimensionerande moment för vägg 2 är 125 kNm och -145 kNm.



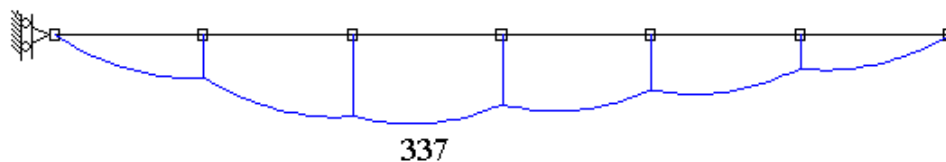
Figur 207 Grönskär 6 vån., innervägg 8, vindriktning X



Figur 208 Grönskär 6 vån., innervägg 8, vindriktning Y

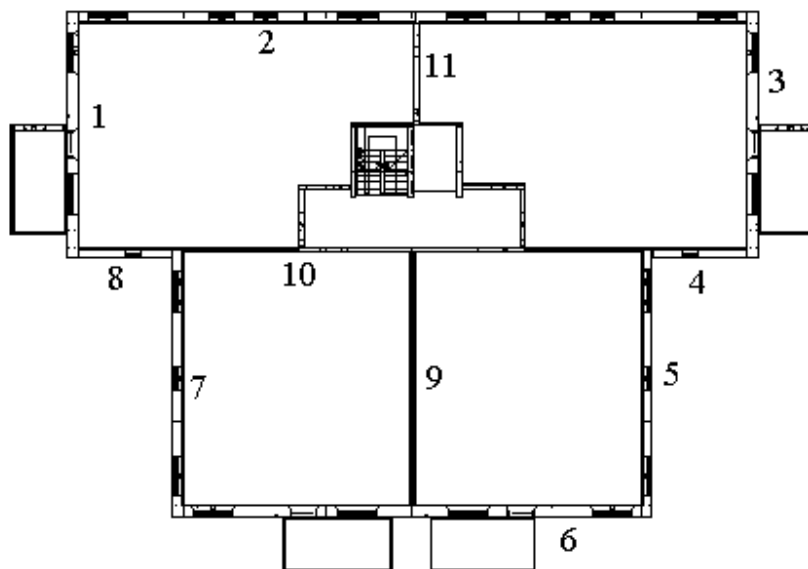


Figur 209 Grönskär 6 vån., innervägg 6, vindriktning X



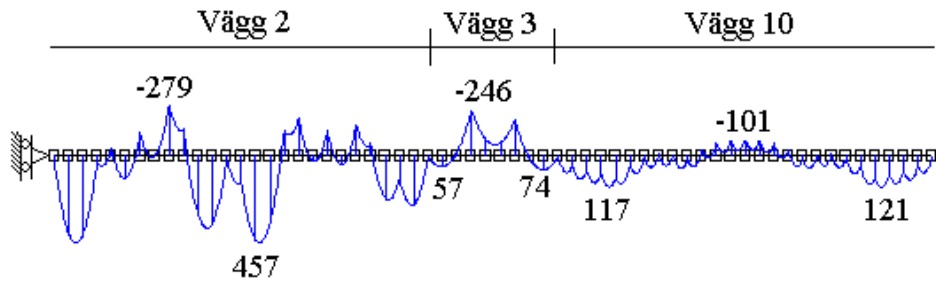
Figur 210 Grönskär 6 vån., innervägg 6, vindriktning Y

10.4. Hustyp Önneby

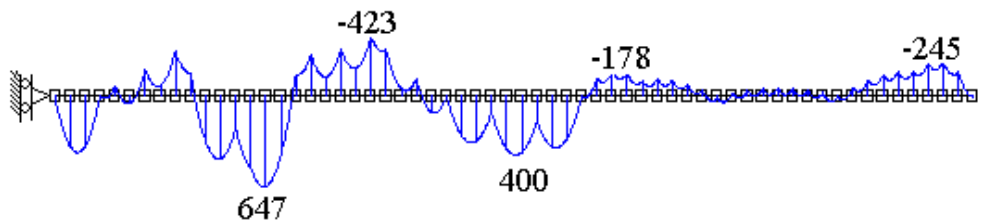


Figur 211 Önneby väggnummering

Önneby 8 vån.

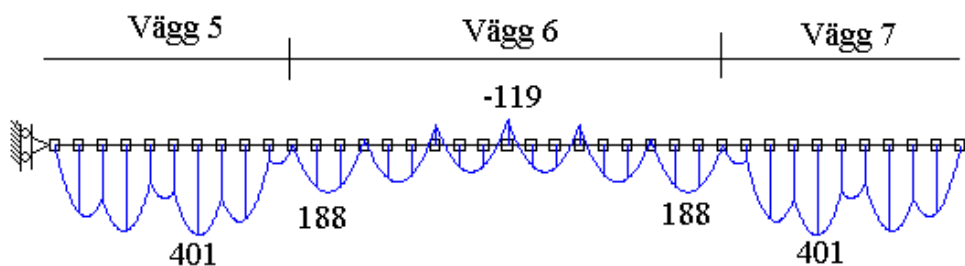


Figur 212 Önneby åtta vån., ytterväggar 2, 3 o 10, vindriktning X

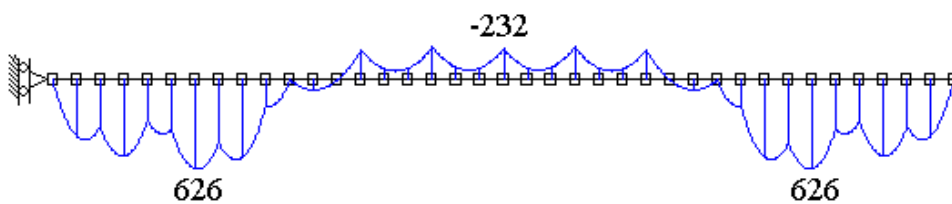


Figur 213 Önneby åtta vån., ytterväggar 2, 3 o 10, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 2 är 647 kNm och -423 kNm, för vägg 3 är 400 kNm och -246 kNm och för vägg 10 är 119 kNm och -220 kNm (hänsyn tas till modellerings problem).

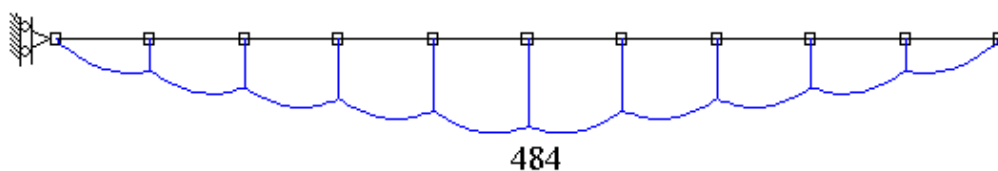


Figur 214 Önneby åtta vån., ytterväggar 5, 6 o 7, vindriktning X

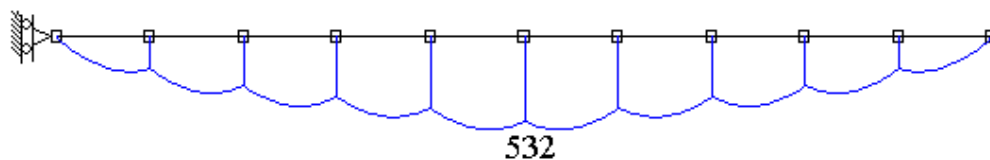


Figur 215 Önneby åtta vån., ytterväggar 5, 6 o 7, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 5 alt. vägg 7 är 626 kNm. Dimensionerande moment för vägg 6 är 188 kNm och -232 kNm.

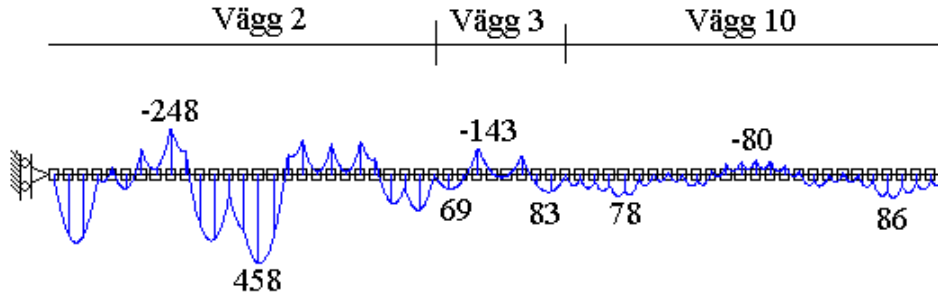


Figur 216 Önneby åtta vån., innervägg 9, vindriktning X

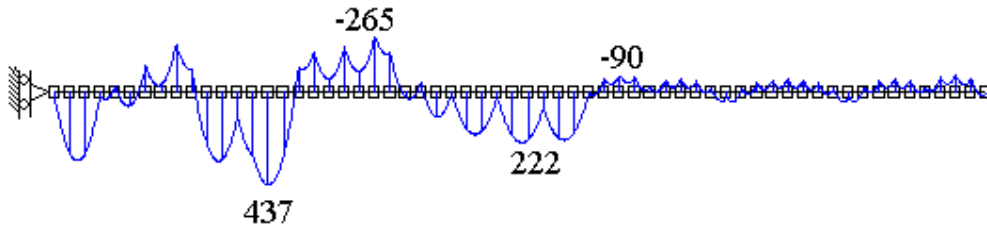


Figur 217 Önneby åtta vån., innervägg 9, vindriktning Y

Önneby 6 vån.

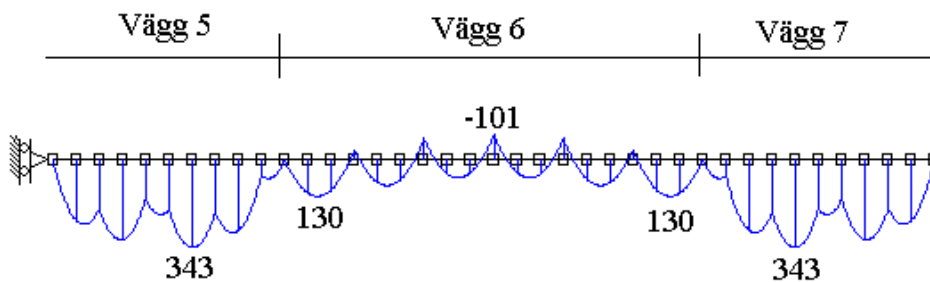


Figur 218 Önneby sex vån., ytterväggar 2, 3 o 10, vindriktning X

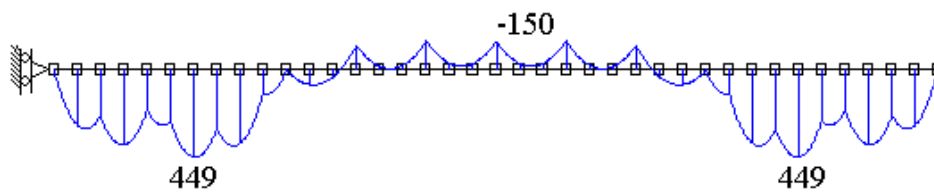


Figur 219 Önneby sex vån., ytterväggar 2, 3 o 10, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 2 är 458 kNm och -248 kNm, för vägg 3 är 222 kNm och -143 kNm och för vägg 10 är 82 kNm och -90 kNm (hänsyn tas till modellerings problem).

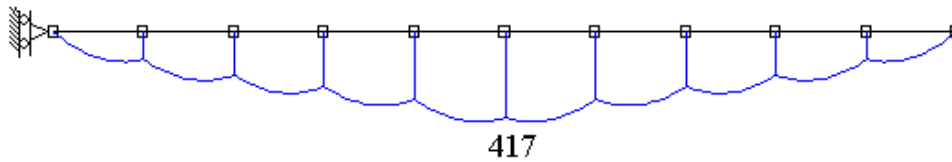


Figur 220 Önneby sex vån., ytterväggar 5, 6 o 7, vindriktning X

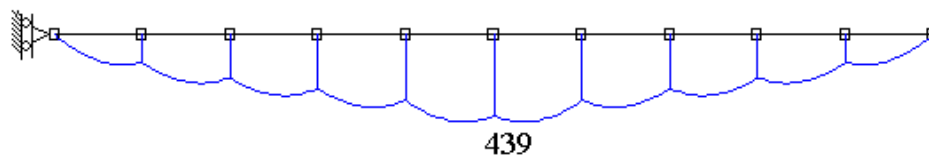


Figur 221 Önneby sex vån., ytterväggar 5, 6 o 7, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 5 alt. vägg 7 är 449 kNm. Dimensionerande moment för vägg 6 är 130 kNm och -150 kNm.

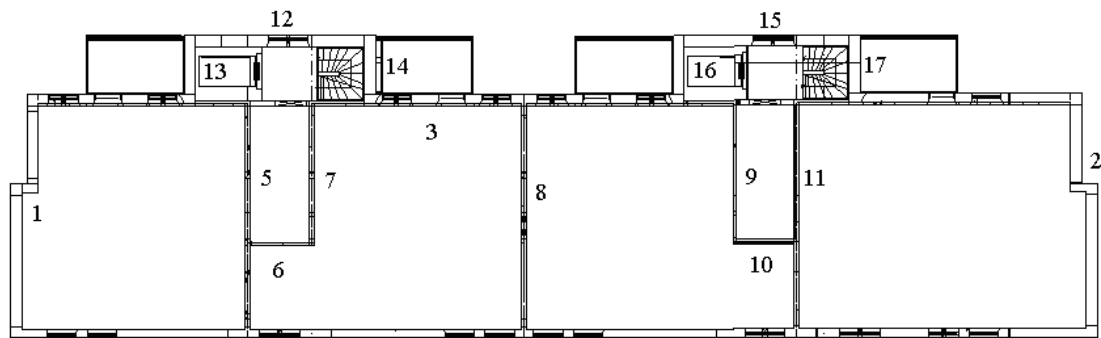


Figur 222 Önneby sex vån., innervägg 9, vindriktning X



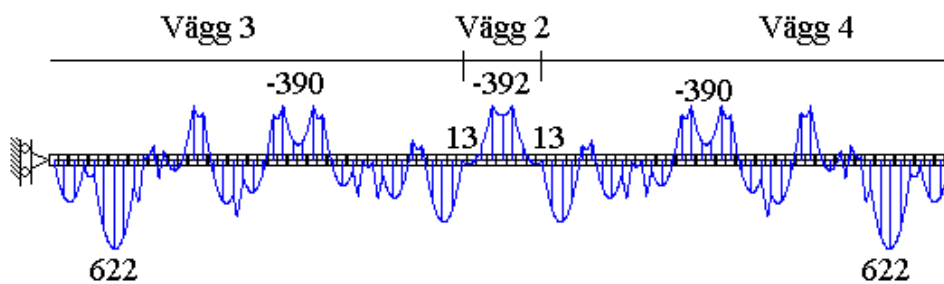
Figur 223 Önneby sex vån., innervägg 9, vindriktning Y

10.5. Hustyp Gärdsnäs

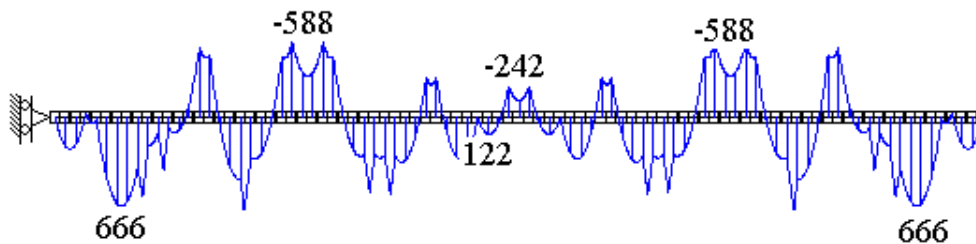


Figur 224 Gärdsnäs väggnummering

Gärdsnäs 5 vån.



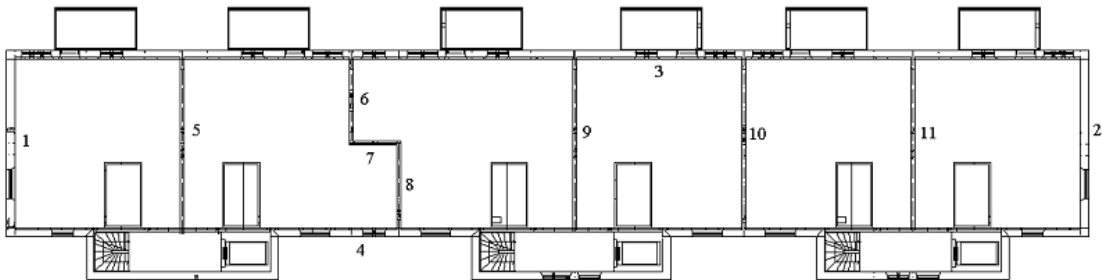
Figur 225 Gärdsnäs, ytterväggar 3, 2 och 4, vindriktning X



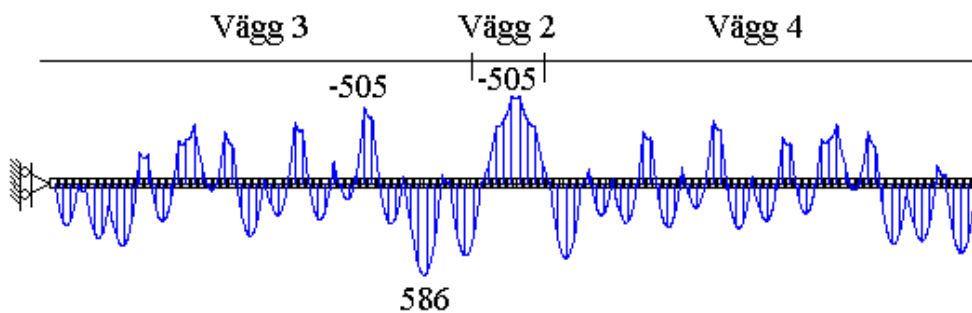
Figur 226 Gärdsnäs, ytterväggar 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 3 och 4 är 666 kNm och -588 kNm. Dimensionerande moment för vägg 2 är 122 kNm och -392 kNm.

10.6. Hustyp Almby

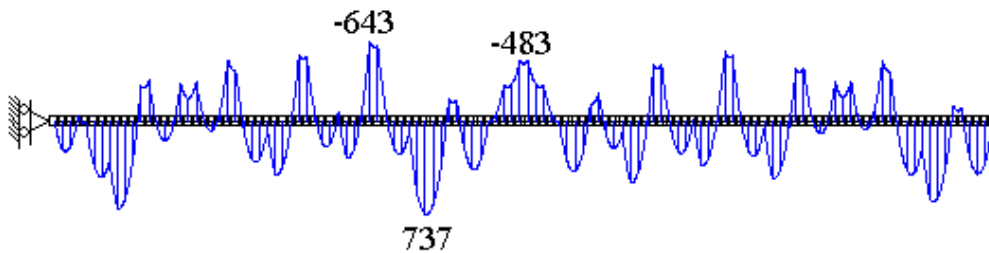


Figur 227 Almby väggnummering



Figur 228 Almby, ytterväggar 3, 2 och 4, vindriktning X

Momentkurvorna till vägg 3 och vägg 4 är inte identiska vilket skulle kunna förklaras med väggarn 6, 7 och 8 placering.



Figur 229 Almby, ytterväggar 3, 2 och 4, vindriktning Y

Dimensionerande moment för vägg 3 och 4 är 737 kNm och -643 kNm. Dimensionerande moment för vägg 2 är -505 kNm.

10.7. Sammanfattning

Nedan visas alla dimensionerande moment från momentkurvorna ovan. Utifrån dessa dimensionerande moment dras slutsatsen att en standard skulle kunna bestå av tre stycken armeringskorgar. Armeringskorgarna skulle, vid behov, kunna förstärkas vid stora punktlaster.

kNm

370, -192	532
225, -260	458, -248
483, -285	222, -143
454	82, -90
300, -106	449
140, -157	130, -150
311, -184	439
360	
329, -361	
198, -244	
183	
473	
250, -241	
128, -192	
119	
385	
450, -156	
193, -279	
178	
461	
358, -128	
125, -145	
117	
369	
329, -361	
198, -244	
183	
473	
250, -241	
128, -192	
119	
385	
647, -423	
400, -246	
119, -220	
626	
188, -232	

11. Bilaga E, Lastberäkningar

Lindö 8 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/m ²	Egentyngd pågjutning kN/m ²	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m ²	Nyttig last bunden kN/m ²	Snö kN/m ²	Horisontelllast kN	LK 1 vind y rikt	LK 1 vind x rikt	LK 8 bruksgräns X rikt	
	1	2,83	4,8	1	7,8	7,3	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	86	513	624	598	
	2	8	2,83	4,8	1	9	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	81	513	619	594	
	3	8	2,83	4,8	1	14,6	0	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	134	319	144	144
	4	8	2,83	5,28	0,75	14,6	0	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	98	257	129	129
	5	8	2,83	5,28	0,75	14,6	0	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	72	223	129	129
	6	8	2,83	5,28	0,75	22,64	3,65	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	38	314	363	352
	7	8	2,83	5,28	0,75	22,64	3,65	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	38	314	363	352
	8	8	2,83	4,8	1	2,3	1,64	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	21	227	254	248
	9	8	2,83	4,8	1	2,3	1,64	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	21	227	254	248
	10	8	2,83	4,8	1	3,85	0	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	12	160	144	144

Horisontellast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågj+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontellast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågj+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontellast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpågj))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontellast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpågj+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågj+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontellast

Horisontell lasträkning

yrikt	Moment kNm	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned
3	422,1	22,64	0,4	3822,5376	96,11779726
4	422,1	22,64	0,29	2771,33976	96,11779726
5	422,1	22,65	0,21	2007,71865	96,11779726

xrikt					
1	422,1	15,44	0,19	1238,27256	96,11779726
2	422,1	15,44	0,21	1368,61704	96,11779726
6	422,1	15,44	0,25	1629,306	96,11779726
7	422,1	15,44	0,25	1629,306	96,11779726

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Våning	qk kN/m	Qkvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	1,36255392	1,90757488
2	2,71	3,252	4,2	13,6684	1,5721776	6,60314592
3	2,99	3,588	7	25,116	0,294336	2,060352
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,3237696	3,17294208
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,3237696	4,07949696
6	3,55	4,26	15,4	65,604	2,251303488	34,67007372
7	3,69	4,428	18,2	80,5896	2,251303488	40,97322348
8	5,71	6,852	21	143,892	0,126213696	2,650467616
				422,1		96,11779726

Qkvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Qkvind

Sned=0,0042*lvägg*((Gbjälk+Gpågj)*Lastlängd+Gvägg)

Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Socketbalk kN/m2altm3	5,28	24			1,5	7,92	0,3	0,5
Betongplatta kN/m3	24	24		1	0,2	4,8	1	0,2
Fyllning kN/m3	18	18		1	0,5	9	1	0,5
Egentyngd sula kN/m3	24	24	1,5		0,5	18	1,5	0,5
						40		35

Last från bottenplatta vid pågrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m ²	Area m	Tjocklek m	Last kN/m	Läggs till vid pålning
Kortsidlast	24	2	0,2	10	
Mitervägg	24	4	0,2	19	
				Last kN	
Punktlast YV	24	14	0,2	67	Obs! Läggs på som punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m vid pålning
Balk YV	5,28	3,5		86	
		Summa YV		86	
		Summa IV		171	

Lindö 6 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Väningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Väggglämd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/m2	Egentyngd pågjutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m2	Nyttig last bunden kN/m2	Snö kN/m2	Horisontelllast kN	LK 1 vind y rik	LK 1 vind x rikt	LK 8 bruksgräns X rikt	
1	6	2,83	4,8		1	7,8	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	41	397	450	438	
2	6	2,83	4,8		1	9	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	39	397	447	436	
3	6	2,83	4,8		1	14,6	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	63	199	117	117	
4	6	2,83	5,28		0,75	14,6	0	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	46	167	107	107
5	6	2,83	5,28		0,75	14,6	0	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	34	151	107	107
6	6	2,83	5,28		0,75	22,64	3,65	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	18	247	271	265
7	6	2,83	5,28		0,75	22,64	3,65	39,72	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	18	247	271	265
8	6	2,83	4,8		1	2,3	1,64	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	11	180	195	191
9	6	2,83	4,8		1	2,3	1,64	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	11	180	195	191
10	6	2,83	4,8		1	3,85	0	35,4	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	7	126	117	117

Horisontellast= $(Hvind+Hsned)/Väggglämd/2$

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontellast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontellast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontellast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Väningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpågi+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontellast

Horisontell lasträkning

yrikt.	Moment kN/m	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned
3	197,6184	22,64	0,4	1789,63223	52,49358616
4	197,6184	22,64	0,29	1297,483367	52,49358616
5	197,6184	22,65	0,21	939,9719196	52,49358616

xrikt					
1	197,6184	15,44	0,19	579,733382	52,49358616
2	197,6184	15,44	0,21	640,7579002	52,49358616
6	197,6184	15,44	0,25	762,807024	52,49358616
7	197,6184	15,44	0,25	762,807024	52,49358616

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Qkvind=(utryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk
Våning qk kN/m

Våning	qk kN/m	Qkvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	1,36255392	1,907575488
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	1,5721776	6,60314592
3	2,99	3,588	7	25,116	0,294336	2,060352
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,3237696	3,17294208
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,3237696	4,07949696
6	3,55	4,26	15,4	65,604	2,251303488	34,67007372

197,6184 52,49358616

Qkvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk
Momentvind=höjd*Qkvind
Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpågi)*Lastlängd+Gvägg)
Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2	5,28	24	24	1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betongplatta kN/m3	24	24	1	0,2	4,8	1	0,2	4,8
Fyllning kN/m3	18	18	1	0,5	9	1	0,5	9
Egentyngd sula kN/m3	24	24	1,5	0,5	18	1,5	0,5	18
					40			35

Last från bottenplatta vid pälgrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m2	Area m	Tjocklek m	Last kN/m	Lägs till vid pålning
Kortsidlast	24	2	0,2	10	
Mittenvägg	24	4	0,2	19	
				Last kN	
Punktlast YV	24	14	0,2	67	Obs! Lägs på som punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m vid pålning
Balk YV	5,28	3,5		18	
		Summa YV		86	
		Summa IV		171	

Gyllin 8 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under kN/m	Egentyngd bjälklag kN/m ²	Egentyngd pågjutning kN/m ²	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m ²	Nyttig last bunden kN/m ²	Snö kN/m ²	Horisontellast kN	LK 1 vind x	LK 1 vind y	Bruksgräns vind x
1	8	2,83	4,8		1	6	8,9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	109	735	594	702
2	8	2,83	4,8		1	6	8,9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	109	735	594	702
3	8	2,83	4,8		1	7,8	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	117	144	296	144
4	8	2,83	4,8		1	7,8	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	117	144	296	144
5	8	2,83	5,28	0,75	1	18,8	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	60	125	207	129
6	8	2,83	5,28	0,75	18,8	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	60	125	207	129
7	8	2,83	5,28	0,75	20,2	4,45	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	52	417	354	406
8	8	2,83	5,28	0,75	20,2	4,45	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	52	417	354	406

Horisontallast= $(Hvind+Hsned)/Vägglänge/2$

LK 1 Antal Våningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontallast

LK 1 vind AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpågi+MV))

Horisontell lasträkning

yrikt.	Moment kN/m	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned
3	422,1	20,2	0,2	1705,284	113,4719389
4	422,1	20,2	0,2	1705,284	113,4719389
5	422,1	20,2	0,25	2131,605	113,4719389
6	422,1	20,2	0,25	2131,605	113,4719389
xrikt					
1	422,1	18,8	0,15	1190,322	113,4719389
2	422,1	18,8	0,15	1190,322	113,4719389
7	422,1	18,8	0,25	1983,87	113,4719389
8	422,1	18,8	0,25	1983,87	113,4719389

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel

Hsned=SummaMoment

Okvind=(utryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	1,2513312	1,75186388
2	2,71	3,252	4,2	13,6684	1,2513312	5,25559104
3	2,99	3,588	7	25,116	0,157248	1,100736
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,157248	1,5410304
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,4169088	5,25305088
6	3,55	4,26	15,4	65,604	0,4169088	6,42039552
7	3,69	4,428	18,2	80,5896	2,35074672	42,7835903
8	5,71	6,852	21	143,892	2,35074672	49,36568112
					422	113

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind

Sned=0,0042*L*vägg*((Gbjälk+Gpågi)*Lastlängd+Gvägg)

Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2altm3	5,28	24	24	1	1,5	7,92	0,3	0,5
Betongplatta kN/m3	24	24	24	1	0,2	4,8	1	0,2
Fyllning kN/m3	18	18	18	1	0,5	9	1	0,5
Egentyngd sula kN/m3	24	24	24	1,5	0,5	18	1,5	0,5
						40		35

Last från bottenplatta vid pågrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m2 Area m	Tjocklek m	Last kN/m
Kortsidlast	24	2	0,2
Mittenvägg	24	4	0,2
			Last kN
Punktlast YV	24	16	0,2
Balk YV	5,28	4	21
		Summa YV	98
		Summa IV	196

Läggs till vid pålning

Obs! Läggs på spm punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m

Gyllin 6 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Väggglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under kN/m	Egentyngd bjälklag kN/m ²	Egentyngd pågjutning kN/m ²	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m ²	Nyttig last bunden kN/m ²	Snö kN/m ²	Horisontelllast kN	LK 1 vind x LK 1 vind y	Bruksgräns vind x	
1	6	2,83	4,8	1	6	8,9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	48	522	459	507
2	6	2,83	4,8	1	6	8,9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	48	522	459	507
3	6	2,83	4,8	1	7,8	0	0	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	53	117	185	117
4	6	2,83	4,8	1	7,8	0	0	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	53	117	185	117
5	6	2,83	5,28	0,75	18,8	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	27	103	142	107
6	6	2,83	5,28	0,75	18,8	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	27	103	142	107
7	6	2,83	5,28	0,75	20,2	4,45	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	24	304	278	301
8	6	2,83	5,28	0,75	20,2	4,45	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	24	304	278	301

Horisontallast=(Hvind+Hsned)/Väggglängd/2

LK 1 AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontallast

LK 1 vind AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpågi+MV))

Horisontell lasträkning

yrkt.	Moment kN/m	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned	
3	197,6184	20,2	0,2	798,378336	21,32266752	
4	197,6184	20,2	0,2	798,378336	21,32266752	
5	197,6184	20,2	0,25	997,97292	21,32266752	
6	197,6184	20,2	0,25	997,97292	21,32266752	
xrikt	1	197,6184	18,8	0,15	557,283888	21,32266752
2	197,6184	18,8	0,15	557,283888	21,32266752	
7	197,6184	18,8	0,25	928,80648	21,32266752	
8	197,6184	18,8	0,25	928,80648	21,32266752	

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Okvind=(tryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	1,2513312	1,75186368
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	1,2513312	5,25559104
3	2,99	3,588	7	25,116	0,157248	1,100736
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,157248	1,5410304
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,4169088	5,25305088
6	3,55	4,26	15,4	65,604	0,4169088	6,42039552

198 21

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind
Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpågi)*Lastlängd+Gvägg)
Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2altm3	5,28	24	24	1	1,5	7,92	0,3	0,5
Betongplatta kN/m3	24	24	24	1	0,2	4,8	1	0,2
Fyllning kN/m3	18	18	18	1	0,5	9	1	0,5
Egentyngd sula kN/m3	24	24	24	1,5	0,5	18	1,5	0,5
						40		35

Last från bottenplatta vid pålgrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m ²	Area m	Tjocklek m	Last kN/m
Kortsidlast	24	2	0,2	10
Mittenvägg	24	4	0,2	19
				Last kN
Punktlast YV	24	16	0,2	77
Balk YV	5,28	4		21
		Summa YV		98
		Summa IV		196

Obs! Lägg på spm punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m

Grönskär 8 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Väningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/n	Egentyngd pågjutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m2	Nyttig last bunden kN/m2	Snö kN/m2	Horisontelllast	LK 1 vind y rikt	LK 1 vind x rikt	LK 8 bruksgräns	X rikt
1	8	2,83	5,28	0,75	17,64	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	63	211	129	129	
2	8	2,83	5,28	0,75	17,64	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	63	211	129	129	
3	8	2,83	5,28	0,75	20,24	4	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	48	331	394	379	
4	8	2,83	5,28	0,75	20,24	4	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	48	331	394	379	
5	8	2,83	4,8	1	6	8	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	99	548	677	648	
6	8	2,83	4,8	1	6	8	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	99	548	677	648	
7	8	2,83	4,8	1	7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	127	310	144	144	
8	8	2,83	4,8	1	7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	122	303	144	144	

Horisontellast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontellast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontellast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontellast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Väningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpåg+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontellast

Horisontell lasträkning

yrikt.	Moment kN/m	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
1	422,1	20,24	0,25	2135,826	75,8909491
2	422,1	20,24	0,25	2135,826	75,8909491
7	422,1	20,24	0,2	1708,6608	75,8909491
8	422,1	20,24	0,2	1708,6608	75,8909491

xrikt	Moment kN/m	Andel	Hvind	Hsned	
3	422,1	17,64	0,25	1861,461	75,8909491
4	422,1	17,64	0,25	1861,461	75,8909491
5	422,1	17,64	0,15	1116,8766	75,8909491
6	422,1	17,64	0,15	1116,8766	75,8909491

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel

Hsned=SummaMoment

Okvind=(utryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,39118464	0,547658496
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	0,39118464	1,642975488
3	2,99	3,588	7	25,116	2,16260352	15,13822464
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	2,16260352	21,1935145
5	3,4	4,08	12,6	51,408	1,137024	14,3265024
6	3,55	4,26	15,4	65,804	1,137024	17,5101696
7	3,69	4,428	18,2	80,5896	0,14112	2,568384
8	5,71	6,852	21	143,892	0,14112	2,96352
				422,1		75,89094912

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind

Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpåg))*Lastlängd+Gvägg

Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2allm3	5,28	24	24	1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betongplatta kN/m3	24	24	24	1	0,2	4,8	1	4,8
Fyllning kN/m3	18	18	18	1	0,5	9	1	9
Egentyngd sulä kN/m3	24	24	24	1,5	0,5	18	1,5	18
						40		35

Last från bottenplatta vid pågrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m	Area m	Tjocklek m	Last kN/m	Läggs till vid påning
Kortsidlast	24	2	0,2	10	
Mittvägg	24	4	0,2	19	
				Last kN	
Punktlast YV	24	16	0,2	77	Obs! Läggs på som punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m vid påning
Balk YV	5,28	4		21	
		Summa YV		98	
		Summa IV		196	

Grönskr 6 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Väningshöjd m	Egentyngd vägg kN/r	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/m2	Egentyngd pågjutning kN/m2	Mellanvägg + div. installationer	Nyttigt last fri kN/m2	Nyttigt last bunden kN/m2	Snö kN/m2	Horisontellast kN	LK 1 vind y rikt	LK 1 vind x rikt	LK 8 bruksgräns X rikt
1	6	2,83	5,28	0,75	17,64	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	30	146	107	107
2	6	2,83	5,28	0,75	17,64	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	30	146	107	107
3	6	2,83	5,28	0,75	20,24	4	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	23	261	291	284
4	6	2,83	5,28	0,75	20,24	4	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	23	261	291	294
5	6	2,83	4,8	1	6	8	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	49	424	489	474
6	6	2,83	4,8	1	6	8	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	49	424	489	474
7	6	2,83	4,8	1	7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	62	198	117	117
8	6	2,83	4,8	1	7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	62	198	117	117

Horisontallast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontallast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Väningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpåg+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontallast

Horisontell lasträkning

Yrikt	Moment kNm	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
1	197,6184	20,24	0,25	999,949104	70,35904512
2	197,6184	20,24	0,25	999,949104	70,35904512
7	197,6184	20,24	0,2	799,9592832	70,35904512
8	197,6184	20,24	0,2	799,9592832	70,35904512

Xrikt	Moment kNm	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
3	197,6184	17,64	0,25	871,497144	70,35904512
4	197,6184	17,64	0,25	871,497144	70,35904512
5	197,6184	17,64	0,15	522,8982864	70,35904512
6	197,6184	17,64	0,15	522,8982864	70,35904512

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Okvind=(stryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,39118464	0,547658496
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	0,39118464	1,642975488
3	2,99	3,588	7	25,116	2,16260352	15,13822464
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	2,16260352	21,1935145
5	3,4	4,08	12,6	51,408	1,137024	14,3265024
6	3,55	4,26	15,4	65,604	1,137024	17,5101696

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind
Sned=0,0042*Lvägg*(Gbjälk+Gpåg)*Lastlängd+Gvägg
Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2altm3	5,28	24	24	1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betongplatta kN/m3	24	24	24	0,2	4,8	1	0,2	4,8
Fyllning kN/m3	18	18	18	1	0,5	9	1	9
Egentyngd sulia kN/m3	24	24	24	1,5	0,5	18	1,5	18
						40		35

Last från bottenplatta vid pålgrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m2	Area m	Tjocklek m	Last kN/m	Läggs till vid pålning
Kortsidlast	24	2	0,2	10	
Mittenvägg	24	4	0,2	19	
					Last kN
Punktlast YV	24	16	0,2	77	Obs! Lägg på som punktlast i Ramanalys med ca. c/c 4m vid pålning
Balk YV	5,28	4		21	
				98	
				Summa YV	
				Summa IV	196

Önneby 8 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Tyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/m2	Egentyngd pågjutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m2	Nyttig last bunden kN/m2	Snö kN/m2	Horisontellast kN	LK 1 vind y rikt.	LK 1 vind x rikt	LK 8 bruksgräns Y rikt
1	8	2,83	5,28	0,75	9,34	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	78	231	129	207
2	8	2,83	5,28	0,75	26,24	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	39	357	407	357
3	8	2,83	5,28	0,75	9,34	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	78	231	129	207
4	8	2,83	5,28	0,75	4	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	58	357	432	357
5	8	2,83	5,28	0,75	9,8	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	74	453	357	431
6	8	2,83	5,28	0,75	18,23	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	45	129	188	129
7	8	2,83	5,28	0,75	9,8	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	74	453	357	431
8	8	2,83	5,28	0,75	4	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	58	357	432	357
9	8	2,83	4,8	1	9,8	9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	117	695	598	715
10	8	2,83	4,8	1	18,23	4,5	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	77	371	471	371
11	8	2,83	4,8	1	3,7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	159	351	144	303

Horisontellast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontellast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontellast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontellast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpåg+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontellast

Horisontell lasträkning

yrkt.	Moment kN/m	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
1	422,1	26,24	0,125	1384,488	70,82081798
3	422,1	26,24	0,125	1384,488	70,82081798
5	422,1	26,24	0,125	1384,488	70,82081798
7	422,1	26,24	0,125	1384,488	70,82081798
9	422,1	26,24	0,2	2215,1808	70,82081798
11	422,1	26,24	0,1	1107,5904	70,82081798

xrikt					
2	422,1	18,5	0,25	1952,2125	70,82081798
4	422,1	18,5	0,05	390,4425	70,82081798
6	422,1	18,5	0,2	1561,77	70,82081798
8	422,1	18,5	0,05	390,4425	70,82081798
10	422,1	18,5	0,35	2733,0975	70,82081798

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,20712384	0,289973376
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	3,08141568	12,94194586
3	2,99	3,588	7	25,116	0,20712384	1,44986688
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,469728	4,6033344
5	3,4	4,08	12,6	51,408	1,1508336	14,50050336
6	3,55	4,26	15,4	65,604	0,40426848	6,225734592
7	3,69	4,428	18,2	80,5896	1,1508336	20,94517152
8	5,71	6,852	21	143,892	0,469728	9,864288
				422,1		70,82081798

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk
Momentvind=höjd*Okvind
Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpåg))*Lastlängd+Gvägg
Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/mZaltm3	5,28	24		1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betongplatta kN/m3	24	24		1	0,2	4,8	1	4,8
Fyllning kN/m3	18	18		1	0,5	9	1	9
Egentyngd sula kN/m3	24	24		1,5	0,5	18	1,5	18
						40		35

Last från bottenplatta vid pågrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m2Area m	Tjocklek m	Last kN/m	Läggs till vid pålning	Obs! Vad som är kortsia beror på riktning på bjälklag
Kortsidlast	24	2	0,2	10	
Mittenvägg	24	2	0,2	10	
Mittennitten vägg	24	4	0,2	19	
			Last kN		
Punktlast YV	24	18	0,2	86	Obs! Läggs på som punktlast i Ramanalys med ca. c/c 4m vid pålning
Balk YV	5,28	4,5		24	
		Summa		110	

Önneby 6 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Väningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Nytyngd under marknivå	Egentyngd bjälklag kN/m ²	Egentyngd pågiutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m ²	Nyttig last bunden kN/m ²	Sn6 kN/m ²	Horisontelllast kN	LK 1 vind y rik	LK 1 vind x rik	LK 8 bruksgräns Y rikt t	
	1	6	2,83	5,28	0,75	9,34	0	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	37	155	107	144	
	2	6	2,83	5,28	0,75	26,24	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	18	280	304	280
	3	6	2,83	5,28	0,75	9,34	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	37	155	107	144
	4	6	2,83	5,28	0,75	4	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	28	280	316	280
	5	6	2,83	5,28	0,75	9,8	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	35	326	280	315
	6	6	2,83	5,28	0,75	18,23	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	21	107	134	107
	7	6	2,83	5,28	0,75	9,8	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	35	326	280	315
	8	6	2,83	5,28	0,75	4	4,5	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	28	280	316	280
	9	6	2,83	4,8	1	9,8	9	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	55	508	463	518
	10	6	2,83	4,8	1	18,23	4,5	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	36	290	337	290
	11	6	2,83	4,8	1	3,7	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	75	215	117	192

Horisontallast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Sn6+0,25*Horisontallast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Sn6+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Väningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpågi+MV))

LK 8 Bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Väningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpågi+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Sn6+Horisontallast

Horisontell lasträkning

yrkt.	Moment kN/m	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
1	197,6184	26,24	0,125	648,188352	40,01135846
3	197,6184	26,24	0,125	648,188352	40,01135846
5	197,6184	26,24	0,125	648,188352	40,01135846
7	197,6184	26,24	0,125	648,188352	40,01135846
9	197,6184	26,24	0,2	1037,101363	40,01135846
11	197,6184	26,24	0,1	518,5506816	40,01135846

xrikt	Moment kN/m	Andel	Hvind	Hsned	
2	197,6184	18,5	0,25	913,9851	40,01135846
4	197,6184	18,5	0,05	182,79702	40,01135846
6	197,6184	18,5	0,2	731,18808	40,01135846
8	197,6184	18,5	0,05	182,79702	40,01135846
10	197,6184	18,5	0,35	1279,57914	40,01135846

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel

Hsned=SummaMoment

Okvind=(utryck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,20712384	0,289973376
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	3,08141568	12,94194596
3	2,99	3,588	7	25,116	0,20712384	1,44986688
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	0,469728	4,6033344
5	3,4	4,08	12,6	51,408	1,1508336	14,50050336
6	3,55	4,26	15,4	65,604	0,40426848	6,225734592

197,6184 40,01135846

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind

Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpågi)*Lastlängd+Gvägg)

Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m ² altim3	5,28	24	24	1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betongplatta kN/m ³	24	24	1	0,2	4,8	1	0,2	4,8
Fyllning kN/m ³	18	18	1	0,5	9	1	0,5	9
Egentyngd sula kN/m ³	24	24	1,5	0,5	18	1,5	0,5	18
					40			35

Last från bottenplatta vid pålgrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m ²	Area m ²	Tjocklek m	Last kN/m	Läggs till vid pålning	Obs! Vad som är kortisa beror på riktning på bjälklag
Kortsidalast	24	2	0,2	10		
Mittenvägg	24	2	0,2	10		
Mittennitten vägg	24	4	0,2	19		
Punktlast YV	24	18	0,2	86		
Balk YV	5,28	4,5		24		
Summa				110		

Obs! Läggs på som punktlaster i Ramanalys med ca. c/c 4m vid pålning

Gårdsnäs 5 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Last under mark	Egentyngd bjälklag kN/m	Egentyngd pågjutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttig last fri kN/m ²	Nyttig last bunden kN/m ²	Snö kN/m ²	Horisontallast kN	LK 1 vind Yrit	LK 1 vind Xrit	LK 8 bruksgläns	Xrit LK 8	bruks vind Y rit	Xrit LK 8
1	5	2,83	5,28	0,75	8,31	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	46	179	120		121	167	
2	5	2,83	5,28	0,75	8,31	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	46	179	120		121	167	
3	5	2,83	5,28	0,75	41,04	4,16	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	9	230	242		235	226	
4	5	2,83	5,28	0,75	41,04	4,16	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	9	230	242		235	226	
5	5	2,83	4,8	1	8,31	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	70	218	127		129	199	
6	5	2,83	4,8	1	2,2	1,53	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	9	153	164		161	152	
7	5	2,83	4,8	1	5,16	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	28	164	127		129	157	
8	5	2,83	4,8	1	8,31	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	86	254	142		142	229	
9	5	2,83	4,8	1	5,16	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	28	164	127		129	157	
10	5	2,83	4,8	1	2,2	1,53	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	9	153	164		161	152	
11	5	2,83	4,8	1	8,31	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	70	218	127		129	199	

Horisontallast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpålg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontallast

LK 1 vind Tyngd under mark*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpålg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpålg))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpålg+MV))

LK 8 bruksgläns Tyngd under mark*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpålg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontallast

Horisontell lasträkning

yrkt.	Moment kNm	Angreppsbredd m	Andel	Hvind	Hsned
1	132,0144	41,04	0,125	677,233872	79,14671848
2	132,0144	41,04	0,125	677,233872	79,14671848
5	132,0144	41,04	0,2	1083,574195	79,14671848
8	132,0144	41,04	0,25	1354,467744	79,14671848
11	132,0144	41,04	0,2	1083,574195	79,14671848

xrit					
3	132,0144	11,35	0,45	674,263548	79,14671848
4	132,0144	11,35	0,45	674,263548	79,14671848

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel
Hsned=SummaMoment

Qkvind=(utyck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Qkvind kN/m	Höjd hävetång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,18428256	0,257995584
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	0,18428256	0,773986752
3	2,59	3,588	7	25,116	4,524039475	31,6827633
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	4,524039475	44,33558686
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,1675296	2,11087296
				132,0144		79,14671848

Qkvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Qkvind

Sned=0,0042*Lvågg*(Gbjälk+Gpålg)*Lastlängd+Gvägg

Momentsned=höjd*Sned

Övriga väggar horisontella last

Vägg	Andel	av vägg
6	0,05	3
7	0,25	5
9	0,25	11
10	0,05	3
12	0,05	3
13	0,05	1
14	0,05	1
15	0,05	3
16	0,05	1
17	0,05	1

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/mZalm3	5,28	24		1,5	7,92	0,3	0,5	3,6
Betonplatta kN/m3	24	24	1	0,2	4,8	1	0,2	4,8
Fyllning kN/m3	18	18	1	0,5	9	1	0,5	9
Egentyngd sulä kN/m3	24	24	1,5	0,5	18	1,5	0,5	18
					40			35

Last från bottenplatta vid på grundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m ²	Area m	Tjocklek m	Last kN/m
Kortsidlast	24	5	0,2	24
Mittersvägg	24	5	0,2	24
Mittersvägg mitten	24	8	0,2	38
Punktlast	24	16	0,2	77
Balk	5,28	4		21
		Summa		98

Läggs som jämt utbredd last nämd vägg
OBS! Dessa laster används vid Ramanalys Påning

Läggs på långsidornas yttervägg som punktlast med c/c 4m

Almby 5 våningar

Vertikal lastnedräkning

Vägg nr	Antal våningar	Våningshöjd m	Egentyngd vägg kN/m	Yt reduktion	Vägglängd m	Lastlängd, bjälklag m	Last under mark	Egentyngd bjälklag kN/m2	Egentyngd pågjutning kN/m	Mellanvägg + div. installationer	Nyttigt last fri kN/m2	Nyttigt last bunden kN/m2	Snö kN/m2	Horisontelllast kN	LK 1 vind Yrikt	LK 1 vind Xrikt	LK 8 bruksgrän: LK 8 bruks vind Y rikt	LK 8 bruksgrän: LK 8 bruks vind X rikt
1	5	2,83	5,28	0,75	8,56	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	41	149	96	97	138
2	5	2,83	5,28	0,75	8,56	0	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	41	149	96	97	138
3	5	2,83	5,28	0,75	54,64	4,28	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	6	234	242	236	229
4	5	2,83	5,28	0,75	54,64	4,28	40	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	6	234	242	236	229
5	5	2,83	4,8	1	8,56	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	77	203	103	105	181
6	5	2,83	4,8	1	4,38	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	81	208	103	105	185
7	5	2,83	4,8	1	2,2	4,28	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	0	242	242	237	237
8	5	2,83	4,8	1	4,38	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	81	208	103	103	185
9	5	2,83	4,8	1	8,56	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	77	203	103	105	181
10	5	2,83	4,8	1	8,56	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	77	203	103	105	181
11	5	2,83	4,8	1	8,56	0	35	3,48	1,56	0,5	1,5	0,5	1	77	203	103	105	181

Horisontallast=((Hvind+Hsned)/Vägglängd)/2

LK 1 Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*(AntalVåningar-1)+1,3*Lastlängd*(Nfri+Nbunden)+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+0,25*Horisontallast

LK 1 vind Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+1,3*Horisontallast

LK 2 0,85*AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+0,85*AntalVåningar*(Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg))+1*Nbunden*Lastlängd*AntalVåningar+0,33*3*Nfri*Lastlängd+1,3*Horisontallast

LK 3 1,15*AntalVåningar*Våningshöjd*Ytreduktion*Gvägg+1,15*Nvån*(L*(Gbjälk+Gpåg+MV))

LK 8 bruksgräns Tyngd under mark+AntalVåningar*Våningshöjd*Gvägg*Ytreduktion+AntalVåningar*Lastlängd*(Gbjälk+Gpåg+MV)+1*Lastlängd*Nbunden*AntalVåningar+3*0,33*Lastlängd*Nfri+0,7*Lastlängd*Snö+Horisontallast

Horisontell lasträkning

Yrikt.	Moment kN/m	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned
1	132,0144	54,64	0,083	598,7011457	106,7594792
2	132,0144	54,64	0,083	598,7011457	106,7594792
5	132,0144	54,64	0,167	1204,615558	106,7594792
6	132,0144	54,64	0,083	598,7011457	106,7594792
8	132,0144	54,64	0,083	598,7011457	106,7594792
9	132,0144	54,64	0,167	1204,615558	106,7594792
10	132,0144	54,64	0,167	1204,615558	106,7594792
11	132,0144	54,64	0,167	1204,615558	106,7594792

Xrikt	Moment kN/m	Angreppsbredd	Andel	Hvind	Hsned
3	132,0144	8,56	0,5	565,021632	106,7594792
4	132,0144	8,56	0,5	565,021632	106,7594792
7	132,0144	8,56	0	0	0

Hvind=SummaMoment*Angreppsbredd*Andel

Hsned=SummaMoment

Okvind=(utyck+usug)*qk=(0,85+0,35)*qk

Våning	qk kN/m	Okvind kN/m	Höjd hävstång m	Momentvind kNm/m	Sned	Momentsned kNm
1	2,43	2,916	1,4	4,0824	0,18982656	0,265757184
2	2,71	3,252	4,2	13,6584	0,18982656	0,797271552
3	2,99	3,588	7	25,116	6,162028186	43,1341973
4	3,21	3,852	9,8	37,7496	6,162028186	60,38787622
5	3,4	4,08	12,6	51,408	0,1725696	2,17437696
				132,0144		106,7594792

Okvind=(sug+tryck)*qk=(0,85+0,35)*qk

Momentvind=höjd*Okvind

Sned=0,0042*Lvägg*((Gbjälk+Gpåg)*Lastlängd+Gvägg)

Momentsned=höjd*Sned

Last under golv

Tyngd under mark nivå	Tyngd YV kN	Tyngd IV kN	Bredd YV m	Höjd YV m	Last YV kN/m	Bredd IV m	Höjd IV m	Last IV kN/m
Sockelbalk kN/m2allm3	5,28	24			1,5	7,92	0,3	0,5
Betongplatta kN/m3	24	24		1	0,2	4,8	1	0,2
Fyllning kN/m3	15	24		1	0,5	9	1	0,5
Egentyngd sula kN/m3	24	24		1,5	0,5	18	1,5	0,5
						40		35

Last från bottenplatta vid pålgrundläggning

Bottenplattlast	Egentyngd 24kN/m2	Area m	Tjocklek m	Last kN/m
Kortsidlast	24	4	0,2	19
Mittenvägg	24	8	0,2	38
Mittenvägg mitten	24	8	0,2	38
Punktlast	24	16	0,2	77
Balk	5,28	4		21
Summa				98

Läggs som jämt utbredd last nämnd vägg OBS! Dessa laster används vid Ramanalys Pålning

Läggs på långsidornas yttrevägg som punktlast med c/c 4m