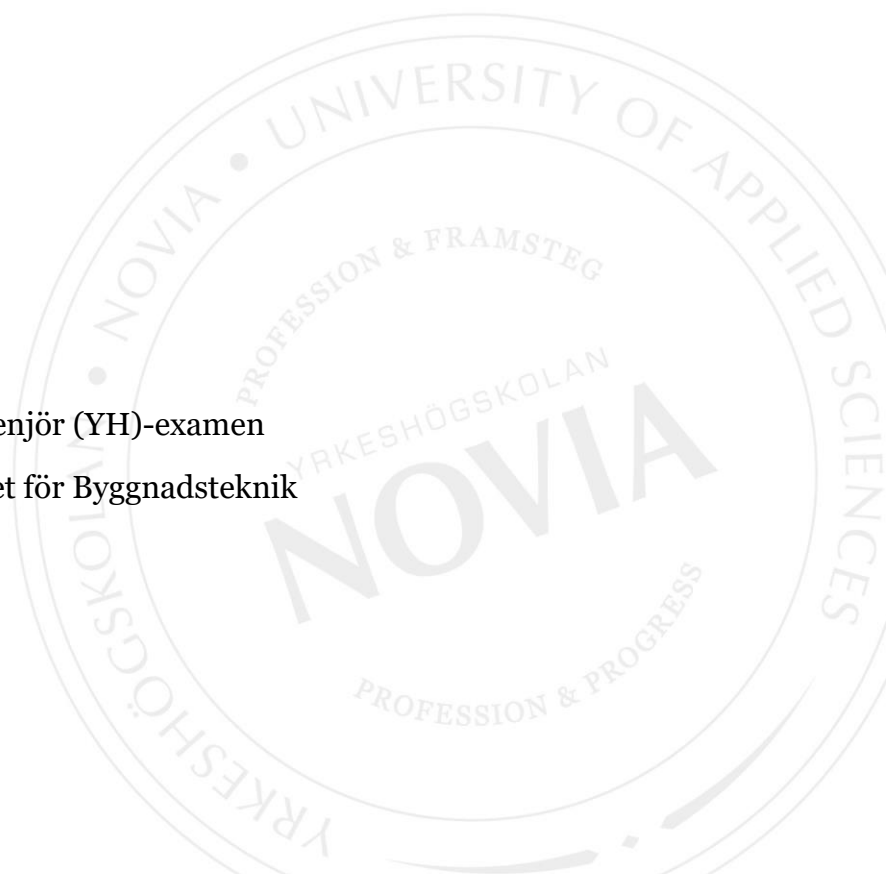


# **Ombyggnad av hus med mansardtak**

Tea Heimbürger

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för Byggnadsteknik  
Raseborg 2017



## **EXAMENSARBETE**

Författare: Tea Heimbürger  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg  
Inriktningsalternativ/Fördjupning: Projektering och byggnadskonstruktion  
Handledare: Towe Andersson

Titel: Ombyggnad av hus med mansardtak

---

Datum 11.4.2017 Sidantal 43 Bilagor 2

---

### **Abstrakt**

Det finns många gamla hus som redan är renoverade och underhållna, men det finns också många husägare som ännu vill utföra dylika ändringar. Därför vill jag i mitt examensarbete lyfta fram några alternativ på hurdana renoveringar man kan göra och vad man skall ta i beaktande innan man påbörjar renoveringen. Jag har begränsat arbetet så att jag fokuserar på byggnadens tak och på vad man kan göra för ändringar i takkonstruktionen.

I och med att det finns olika takformer som har en del olika funktioner, så har jag först allmänt lyft fram information om tak och sedan fokuserat mest på mansardtak. I mitt arbete behandlar jag ett exempelobjekt, som är ett hus som till stor del byggs om för att kunna underhålla det på bästa möjliga sätt.

Det jag kommit fram till i mitt arbete är att det är viktigt att ta reda på information om byggnaden före man gör beslut om hurdan renovering man gör. En viktig detalj man skall ta i beaktan är isoleringen och att man måste isolera på rätt sätt, det påverkar hela byggnaden.

För att nå mina mål i examensarbetet har jag använt mig av informationen från exempelobjektet, litteratur, egna beräkningar, samt även gjort en intervju med byggnadstillsynen för att få höra deras åsikter om liknande projekt.

---

Språk: svenska Nyckelord: tak, mansardtak, ombyggnad, renovering

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Tea Heimbürger
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Raasepori
Suuntautumisvaihtoehto / syventävät opinnot:	Rakennesuunnittelu
Ohjaajat:	Towe Andersson

Nimike: Mansardikattoisen talon kunnostaminen

---

Päivämäärä 11.4.2017 Sivumäärä 43

Liitteet 2

---

### Tiivistelmä

Useita vanhoja taloja on kunnostettu ja ylläpidetty, mutta monet talojen omistajat haluavat vielä tehdä lisää muutostöitä. Opinnäytetyössäni esittelen muutaman vaihtoehdon, miten voi kunnostaa ja mitä pitää ottaa huomioon ennen kuin aloittaa korjaustyöt. Olen rajannut työni niin, että keskityn katon rakennusosaan ja siihen, mitä muutoksia katonrakennusosaan voi tehdä.

Kattomuotoja on erilaisia ja niillä on myös hieman eri tehtävät. Kerron ensin yleistä tietoa katoista ja sen jälkeen keskityn mansardikattoihin. Käsittelen työssäni yhden taloesimerkin, joka on suurelta osin rakennettu uudelleen, rakennuksen parhaan ylläpidon takaamiseksi.

Opinnäytetyössäni nousi esille, että on tärkeätä olla tietoinen rakennukseen liittyvistä yksityiskohdista ennen kuin tekee päätöksen siitä, millaisesta remontista on kysymys ja mitä kannatta tehdä. Tärkeintä on ottaa huomioon eristys, koska se vaikuttaa koko rakennukseen.

Saavuttaakseni opinnäytetyöni tavoitteet olen kerännyt esimerkkikohteesta tietoa, kirjallisuutta ja omia laskelmia. Sen lisäksi olen haastatellut rakennusvalvontaa kuullakseni heidän mielipiteensä samanlaisista projekteista.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: katto, mansardikatto, kunnostaminen, remontointi

---

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Tea Heimbürger  
Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg  
Specialization: Structural Engineering  
Supervisor: Towe Andersson

Title: Rebuilding of Mansard Roof Houses

---

Date 11 April 2017    Number of pages 43                      Appendices 2

---

### **Summary**

There are several old houses that are already renovated and maintained, but there are also several owners who still want to accomplish such changes. This thesis highlights certain renovation options and different aspects which have to be taken into consideration before starting a renovation. The focus of this work is limited to the roofs of the buildings. Furthermore, some suggestions on possible changes concerning the roof construction will be presented.

Since there are different roof types with different functions the first section of this work will provide a general overview of roof types, it will then go on to examine mansard roofs in particular. In my thesis, an example object is begin used, this is a building that is being largely rebuilt in order to maintain the house in the best possible way.

Before making any decisions about the renovation that should be done it is important to have enough information about the building being renovated, this is the conclusion I have come to in my thesis. An essential detail to be taken into consideration is the insulation of a building, it has to be done correctly as it can affect the whole building.

To accomplish the aim stated in my thesis, information has been provided by the example object, my own calculations and from an interview with the building inspectorate, which was conducted to find out their opinions on similar projects.

---

Language: Swedish                      Key words: roof, mansard roof, rebuilding, renovation

---

## Innehållsförteckning

1. Inledning .....	1
1.1 Metoder .....	1
2. Bakgrund.....	1
3. Tak.....	3
3.1 Takets uppbyggnad .....	4
3.2 Varmt/kallt tak.....	6
4. Mansardtak .....	7
4.1 Typiska egenskaper.....	7
4.2 Användning av utrymmen .....	9
4.3 Jämförelser.....	10
4.3.1 Nackdelar .....	10
4.3.2 Fördelar .....	10
4.4 Fönster och taklyktor.....	11
4.5 Takmaterial.....	14
4.6 Moderna mansardtak.....	14
5. Underhåll.....	15
6. Exempelobjekt: Holmströmska huset.....	16
6.1 Bakgrund om huset.....	16
6.2 Processen inför byggandet .....	16
6.3 Ombyggnad.....	17
6.4 Resultatet.....	20
7. Värme och U-värden.....	21
7.1 Kraven i byggbestämmelserna.....	21
7.2 Bygglandstillsynens krav .....	21
7.3 U-värdesberäkningar .....	24
7.3.1 Gamla takkonstruktionen .....	24
7.3.2 Nya takkonstruktionen .....	29
7.3.3 Jämförelse mellan nya och gamla .....	31
7.4 Sammanfattning om isoleringen .....	31
8. Hållfasthet.....	32
8.1 Snölast.....	32
8.1.1 Snölast beräkningar för Holmströmska huset .....	34
8.1.2 Snölastberäkningar med gamla värden .....	37

8.2 Vindlast.....	38
9. Avslutning.....	41
Källförteckning.....	42

## **Bilageförteckning**

- Bilaga 1      Intervjufrågor om Holmströmska huset
- Bilaga 2      Intervjufrågor till byggnadstillsynen i Ingå

## 1. Inledning

Inspirationen till mitt examensarbete, som handlar om ombyggnad av hus med mansardtak, fick jag under min praktik våren 2016. Jag praktiserade på Planjo hos Johanna Nummelin som har planerat och är ansvarig för det projekt jag använder som ett exempel i mitt examensarbete. För en person som är ansvarig för ett bygge innebär det att personen med jämna mellanrum kontrollerar hur man bygger och att arbetet är gjort enligt planen. Under min praktik fick jag bekanta mig med projekt Holmström och det tyckte jag att var intressant.

Huset är byggt på 1920-talet. Idag renoveras huset och i samband med det bygger man om en del. Det som blev kvar av det gamla huset var en del av grunden och stommen av nedervåningen som är av stock. Byggarna rev bort hela övervåningen som hade ett mansardtak. Byggnaden byggdes ut en aning och så gjordes det ett nytt tak och övervåning. Själva takformen bibehölls och ersattes alltså av ett nytt mansardtak.

### 1.1 Metoder

Examensarbetet bygger dels på den information samt hjälp som jag har fått av Johanna Nummelin och dels på det Holmströmska objektet som jag har haft möjlighet att bekanta mig med. Därtill har jag även använt litteratur, egna beräkningar och även gjort en intervju med byggnadstillsynen för att få höra deras syn på liknande projekt.

Syftet med arbetet är att få fram för- och nackdelar med mansardtak och varför man ändrar på själva konstruktionen en aning i samband med att man renoverar ett mansardtak på gamla hus. Jag vill dessutom lyfta fram och beskriva olika alternativ på hur man kan renovera och förnya ett äldre mansardtak.

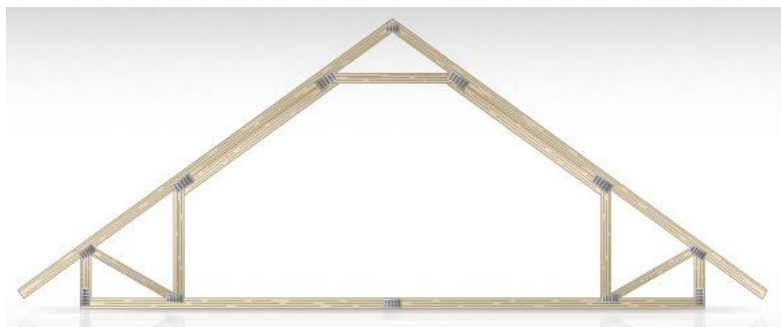
## 2. Bakgrund

Det är vanligt att man vill renovera gamla hus och fixa upp dem. Renovering av gamla hus är ett vanligt sätt att underhålla huset, samtidigt som man ser till att det mår bra. I det här arbetet fokuserar jag på hus med mansardtak. Det är en av de hustyperna där man i samband med renoveringen kan göra stora ändringar även fast man nödvändigtvis inte ser ändringen utifrån. Mansardtak har byggts sedan 1600-talet och tekniken härstammar från Frankrike. (*Wikipedia*)

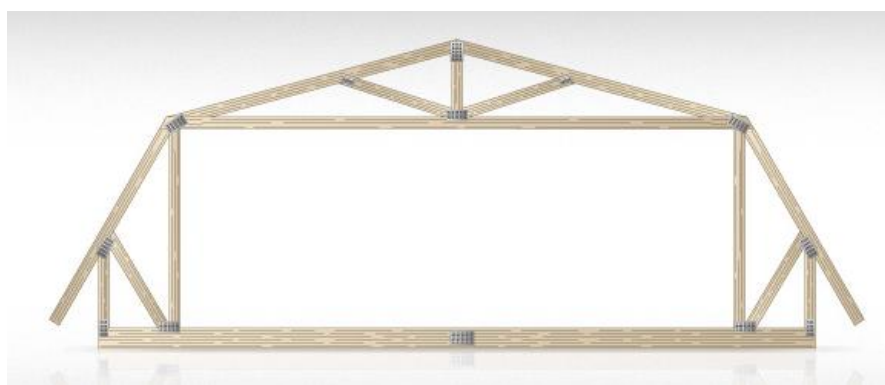
Byggnader med mansardtak som byggdes på 1600-talet var för det mesta större byggnader. Själva byggandet av egnahemshus med mansardtak började på 1900-talet i Sverige. Orsaken



var att man ville öka utrymmet i husen. Då man bygger mansardtak uppstår det automatiskt mera utrymme i övervåningen. Mansardtakets takhöjd är nämligen större i en betydande del av översta våningen, jämfört med t.ex. takhöjden i ett sadeltak. Skillnaden på takhöjderna kan man se i figurerna nedan. (*Stockholms läns museum*)



*Figur 1 Takstol för sadeltak med en övervåning/vindsvåning. (Sepa)*



*Figur 2 Takstol för ett mansardtak. (Sepa)*

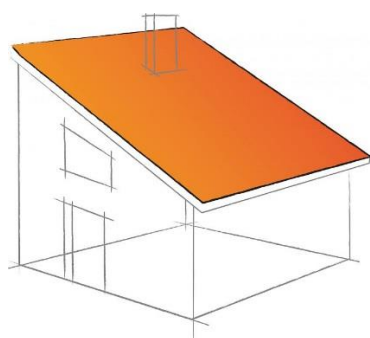
Utrymmet på övervåningen har inte alltid utnyttjats på det bästa möjliga sätt. Därför är det ofta en av detaljerna man bygger om på vindsvåningen då man renoverar ett äldre hus med mansardtak. En av orsakerna till att man inte använt utrymmena på det bästa sättet är för att man inte har isolerat övervåningen så att man använder den som en bostadsvåning. Detta betyder att man har byggt ett kallt tak. Då har man oftast valt att använda utrymmet som en vindsvåning eller så har man exempelvis använt våningen endast på sommaren då det är varmare.

### 3. Tak

Det byggs olika sorters tak. Sadeltak, pulpettak och mansardtak hör till de populäraste takmodellerna. I detta arbete fokuserar jag på mansardtak. När man bestämmer hurdant tak man vill bygga, måste man ta i beaktande bl.a. vad man kommer att använda utrymmena till och vad man vill ha för form på taket. Det finns olika faktorer som påverkar valet. Själva omgivningen, där man planerar att bygga, kan begränsa vad för slags takform man får ha för att huset skall passa in i omgivningen och stadsplanen. Även byggnadsbestämmelserna kan påverka utseendet på taket med tanke på isoleringskraven som ställs på takkonstruktionen. Det beror också på hurdant tak man har. Ett kallt eller varmt tak kan nämligen påverka lutningen på själva taket.

Taket är en viktig del av ett hus, det skyddar själva konstruktionen för olika väder som snö, regn, sol och vind. Man måste ta i beaktande dessa faktorer då man planerar ett tak för att det skall passa in i klimatet där man bygger. Själva taket inkluderat takstolarna skall hålla upp även om det kommer en hel del belastning på det, därför skall man vara noggrann med vad man väljer och beräknar.

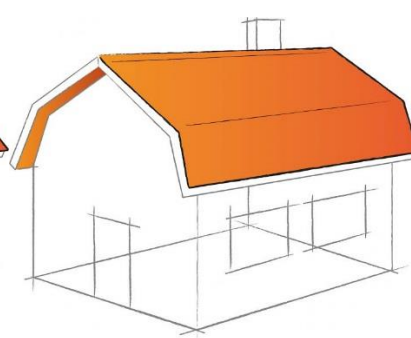
Spännvidden på takstolar är vanligen mellan 7-15 meter och takstolarna är oftast placerade med ett centrumavstånd på antingen 900mm eller 1200 mm från varandra. Mellanrummet mellan takstolarna kan variera p.g.a. exempelvis skorsten och ventilation. Ett vanligt mått på virket som används till takkonstruktioner är 42x98-148mm. (RT 85-10495)



Figur 3 Pulpettak



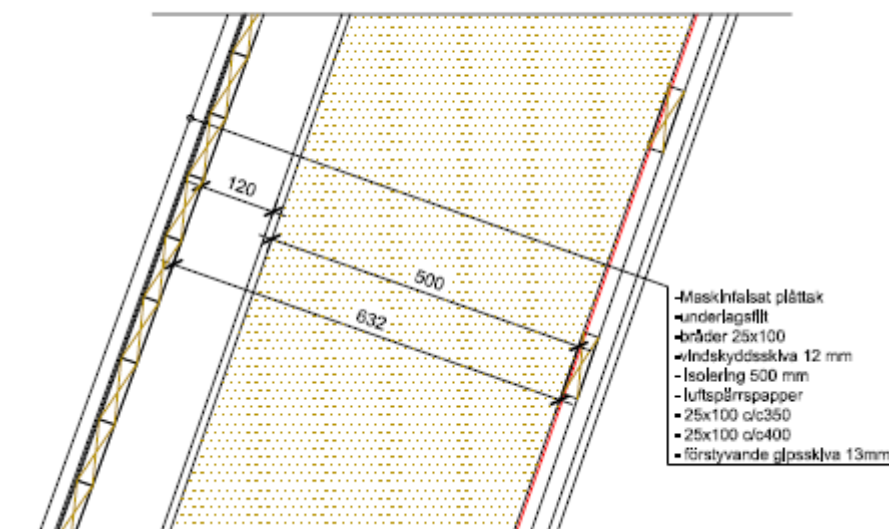
Figur 4 Sadeltak



Figur 5 Mansardtak (Vårt nya hus)

### 3.1 Takets uppbyggnad

Takets uppbyggnad varierar. Uppbyggnaden av taket påverkas bl.a. om man bygger ett kallt eller varmt tak. Detta behandlas närmare i kap. 3.2. I figur 6 nedan beskrivs konstruktionen i ett mansardtak. Eftersom det här är frågan om ett varmt tak, så behövs en hel del isolering i konstruktionen för att taket skall uppfylla kraven på U-värdet.

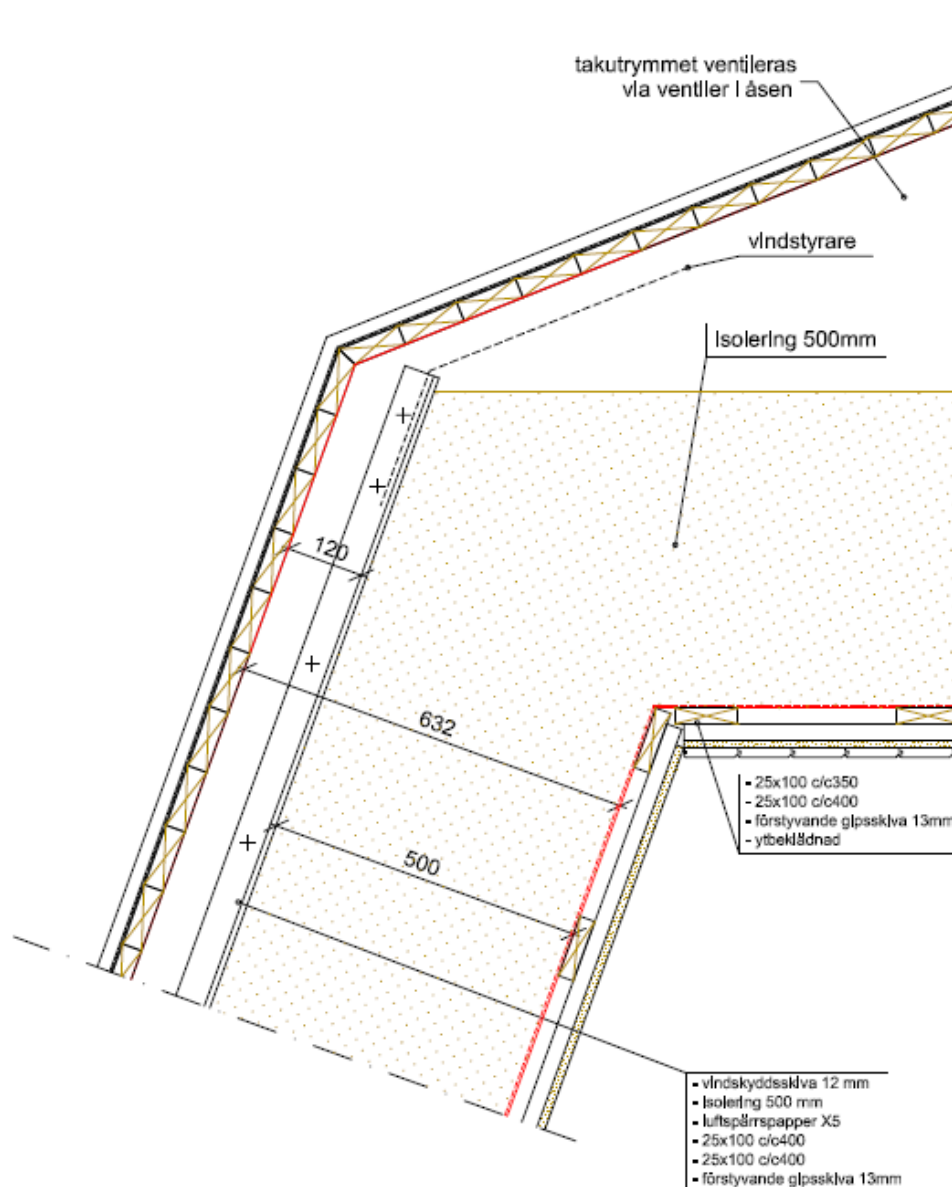


Figur 6 Konstruktionsritning på ett tak. (Ritat av Johanna Nummelin)

Här kan man se ett exempel på en detalj från de nya konstruktionsritningarna för Holmströmska huset, som jag återkommer till i senare skede. Ritningen beskriver de olika skikten av taket. Denna del av taket är byggt som ett varmt tak och kommer att beskrivas tydligare i nästa kapitel 3.2.

Alla de olika skikten i ett tak har som uppgift att skydda konstruktionen. Den maskinfalsade plåten skyddar mot alla olika väder medan vindskyddsskivan hjälper till att öka styvheten i taket och förbättra dess hållfasthet. Ytterligare finns det 500mm isolering för att hålla värmen inomhus och luftspärrpapper för att hindra kondens i konstruktionen. Den inre beklädnaden består av gipsskivor för att ytterligare öka styvheten i taket samt för att få en jämnare yta på inre sidan. En viktig del av konstruktionen är luftspalten som finns mellan läkten och vindskyddsskivan. Luftspalten finns för att ventilera bort eventuell fukt som kan komma in i konstruktionen. (RT RakMK-21099)

I figur 7 nedan ser man ett exempel på en kall takdel från samma mansardtak. Figuren visar att det är en skillnad på tjockleken på ett varmt och ett kallt tak p.g.a. isoleringen. Denna konstruktionsritning är en fortsättning på den tidigare ritningen.



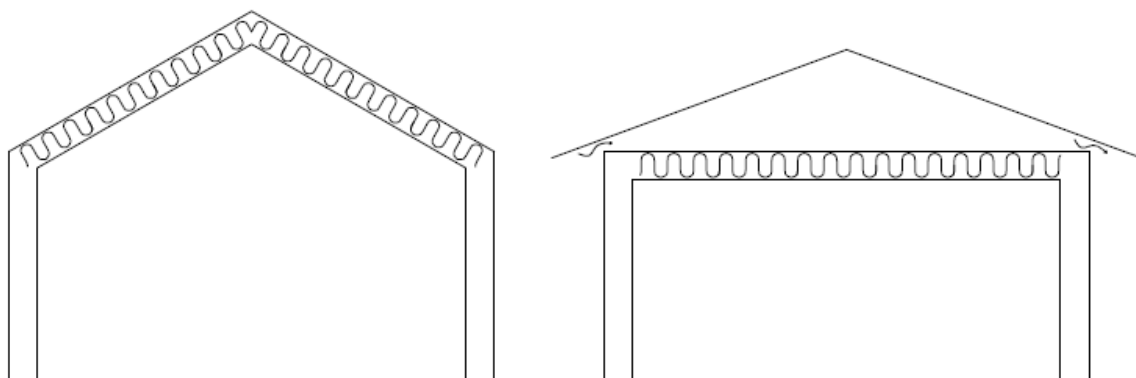
Figur 7 Konstruktionsritning på delen av mansardtaket som är ett kallt tak från Holmström husets ritningar. (Ritat av Johanna Nummelin)

Figuren ovan visar att det bara finns isolering i det övre bjälklaget i stället för att ha isolering i själva taket som i figur 6. Man ser även att tjockleken på själva taket är olika då man jämför med takdelen som har mera lutning. Utrymmet som används för ett kallt tak är större och påverkar rumshöjden.

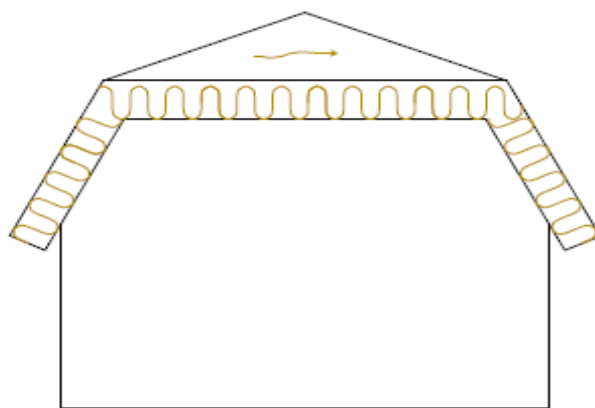
### 3.2 Varmt/kallt tak

Man kan isolera tak på olika sätt. Det finns både kalla och varma tak. Ett varmt tak är då det råder samma värmefflöde i takytan både inne och ute. Detta betyder att värmen kan smälta t.ex. snön på taket under vintern, se figur 8a. Ett kallt tak innebär att det finns t.ex. ett kallt vindsutrymme i vilket taket ventileras, se figur 8b. (Nevander, L-E. & Elmarsson, B., 2007)

I detta arbete kommer mitt fokus att ligga på varma tak, men jag kommer även att ta upp kalla tak. Man isolerar nämligen oftast mansardtakets översta del som ett kallt tak där man lämnar plats för ventilation, medan den brantare lutningen av taket är isolerat som ett varmt tak. En kombination av både varmt och kallt tak kan man se i figur 9.



Figur 8a&b Här ser man skillnaden på varmt och kallt tak (Ritat av Tea Heimbürger)



Figur 9 En kombination av varmt och kallt tak för ett mansardtak. (Ritat av Tea Heimbürger)

## 4. Mansardtak

Mansardtak kan beskrivas som ”en variant av det branta sadeltaket med flackare övre sadeltak.” (*Byggnadsteknikens grunder s.5.1*)

### 4.1 Typiska egenskaper

Jag har gått runt och sett på en del hus med mansardtak i Formanshagen i Ekenäs och jag har kommit fram till att det finns många hus som har fönster i båda gavlarna samt fönster i mitten av långsidan. Själva takmaterialet på samtliga hus är plåt. Plåt har troligtvis varit lättare att forma i jämförelse med t.ex. tegeltak där lutningarna lätt kan bli ett problem för teglen.



*Bild 1 Ett hus med mansardtak, var det finns fönster i båda gavlarna och en taklykta med trefönster i rad i mitten av långsidan. (Foto: Tea Heimbürger)*

En taklykta, som man ser på bild 1, fanns på flera hus. Detta har säkert varit en lösning som har bidragit till mera ljus inomhus utan att ha tagit upp för mycket plats. Jag kan konstatera att andra hus i närheten har samma eller liknande taklykta. Detta beror troligtvis på utseendet, så att husen i grannskapet hade något gemensamt med varandra.

I bild 2 ser man ett hus med ett mansardtak där man har valt att inte sätta in en taklykta på långsidan ut mot gatan. Istället har man byggt en balkong på långsidan av huset in mot gården (som dock inte syns på bilden). Man har troligtvis räknat ut att det ger tillräckligt ljus in för de utrymmen som används på översta våningen i och med balkongen samt fönstren i gavlarna. Med tanke på att det bara har byggts en balkong på långsidan mot gården, kan man tänka sig att ägaren ville ha det mera privat. Konstruktionsmässigt så tar en balkong mera utrymme än en

taklykta. Det här kan också tyda på att huset ursprungligen var planerat utan något extra på långsidorna, men att man har renoverat och byggt om en del av taket så att det kunde byggas en balkong till i ett senare skede.



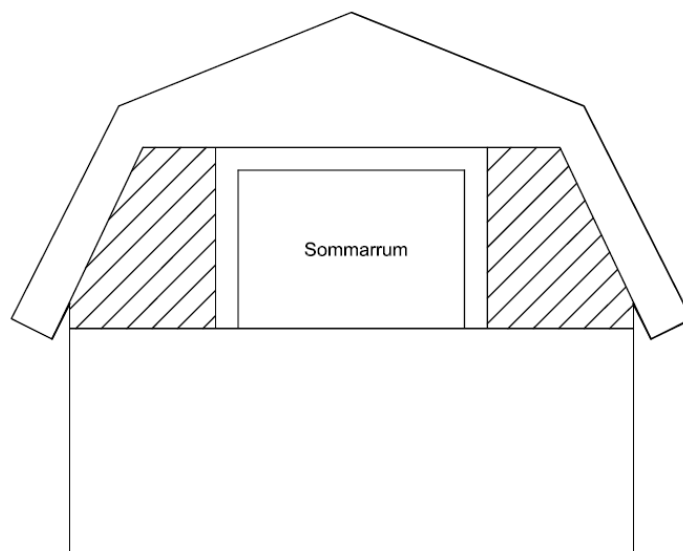
*Bild 2 Ett hus med mansardtak, var på ena långsidan inte finns fönster eller taklykta, men på andra sidan fanns en balkong.  
(Foto: Tea Heimbürger)*

Som sammanfattning på vad som är typiskt på hus med mansardtak idag, kan man säga att de flesta hus av denna typ har antingen ett eller flera fönster i gavlarna. På långsidan av andra våningen finns oftast antingen en taklykta, balkong eller så inga fönster alls. Man kan även konstatera att takmaterialet oftast är av plåt och fasaderna av trä.



## 4.2 Användning av utrymmen

Då man bygger hus med mansardtak finns det oftast utrymmen som man kan använda men som trots allt blir oanvända. Förr lämnade man övervåningen som en kall vind eller så användes bara en del av våningen och sidorna lämnades kalla. Ett exempel på detta finns här nedan i figur 10.



*Figur 10 Exempel på hur man har kunnat använda övervåningen som ett sommarrum och inte ta i beaktan allt utrymme.  
(Ritat av Tea Heimbürger)*

I figur 10 ovan kan man se ett exempel på hur man oftast förr kunde använda utrymmet på övervåningen. Man tog helt enkelt inte i beaktande allt utrymme som fanns till godo. Man kunde lämna sidorna oanvända och kalla som visat på ritningen med området märkt med sneda streck. På samma sätt kunde man bygga ut bara en del av hela övervåningen så att inte hela längden av huset användes till ett rum.

Även om man ursprungligen byggt taket utan takfönster och taklyktor kan det vara en idé att i samband med en renovering lägga till ett fönster eller en taklykta så att man får utrymmena bättre i användning. Mera om detta i kap. 4.4. Ett tak håller inte hur länge som helst och det måste också regelbundet underhållas. Vid en eventuell renovering är det viktigt att beakta önskade ändringar i ett tidigt skede.



### 4.3 Jämförelser

Det finns både för- och nackdelar med mansardtak. Mycket beror på hur och var man bygger ett hus med mansardtak. Även årtalet då huset är byggt, har påverkat hur man planerat och tagit i beaktande olika byggnadstekniska aspekter.

#### 4.3.1 Nackdelar

En av nackdelarna med mansardtak är att taket oftast inte har en stor lutning på dess överdel. Detta kan leda till problem t.ex. i omgivningar där det snöar mycket. Då snön inte faller ner p.g.a. att lutningen är så liten.

Hur man placerar fönster kan också vara problematiskt. Därför byggde man förr oftast bara fönster i gavlarna av husen med mansardtak. Det ledde till att det var mörkare på den övre våningen. Jag kommer att ta upp fönster mera ingående i kap. 4.4.

#### 4.3.2 Fördelar

Om man använder utrymmena väl, och planerar taket så att man tar i beaktande allt utrymme man har till förfogande, kan det vara en god idé att välja att bygga ett mansardtak. Man får lätt mera utrymme på övervåningen med hjälp av att bygga ett mansardtak istället för att t.ex. välja att bygga ett sadeltak. Orsaken till det är att man får högre till taket på en större del av våningsytan vilket igen effektiviserar användningen av dessa utrymmen. Utrymmet kan förslagsvis användas till t.ex. sovrum, vardagsrum eller badrum.

Lutningen på överdelen av taket kan ses som ett problem eftersom det kan samlas snö, som jag nämnde i kapitel 4.3.1. Men oftast är den branta lutningen på taket så pass brant att man inte nödvändigtvis behöver beakta snömängden, som kan ses om en fördel. Snömängden beror också på omgivningen. Det är skillnad på ifall huset placeras på ett öppet ställe eller om det byggs på ett mera skyddat område. Med ett öppet ställe menar jag t.ex. ett område bredvid en åker där det inte finns träd eller andra hus som skyddar själva byggnaden. Ett skyddat område är t.ex. tätorter eller ställen där det finns mycket växtlighet.

#### 4.4 Fönster och taklyktor

Förr byggde man oftast hus med mansardtak med fönster endast i gavlarna av huset. Det var det lättaste alternativet, men det ledde dock till att övervåningen var mörkare. Ett annat alternativ är att bygga takfönster eller taklyktor på långsidorna, vilket är populärt nuförtiden. Om taket saknar taklyktor eller fönster sedan tidigare, så är det vanligt att man idag lägger in sådana då man bygger om eller renoverar.

Ett takfönster bygger man som en del av vattentaket. Det är ett bra alternativ då man har ett brant tak som ofta är fallet då man har mansardtak. När man planerar in ett takfönster skall man ta i beaktande takkonstruktionen så att inte hållfastheten påverkas negativt av det. Man bör också beakta höjden på fönstret, så att man kan använda utrymmet väl och får tillräckligt med ljus in i utrymmet. (*Pientalon vesikatto- ja ulkoverhoustyöt*)

Konstruktionsmässigt har takfönster den fördelen att det inte förekommer flera girar i taket som man måste ta i beaktande då man räknar t.ex. snölasterna. Girarna brukar nämligen samla snön på ett annat sätt jämfört med ett tak som har en vanlig rak lutning.

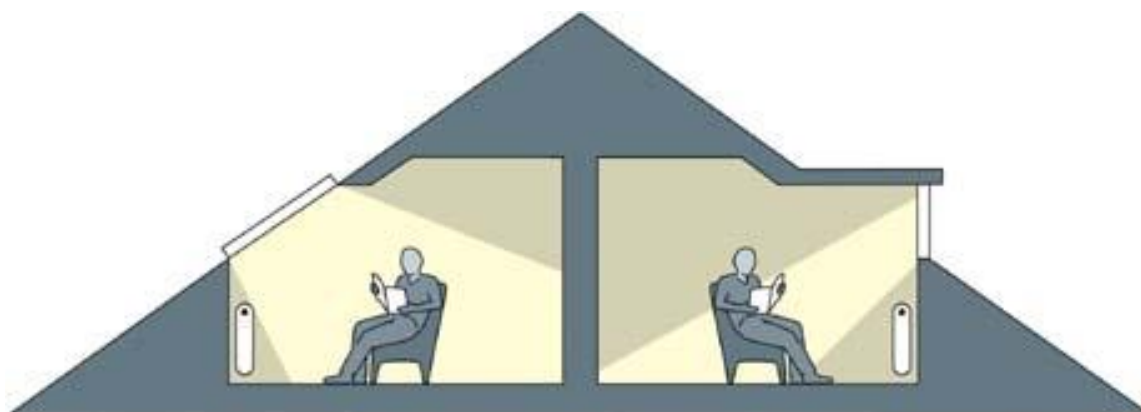
Taklyktor är ett annat alternativ som de flesta använder då de bygger hus med mansardtak. Det ger ljus, mera utrymme och en annan form till hela konstruktionen.

Här nedan finns några exempel på hurdana taklyktor man kan bygga. På bild 3 ser man två hus. Det vita huset har två taklyktor på långsidan och det gula har en taklykta. Det som påverkar mängden av taklyktor är hur man använder utrymmena inne i huset. Ifall man bara behöver en taklykta som hämtar in lite ljus, är lösningen som på det gula huset ett bra alternativ. Det finns förstås andra varianter av taklyktor, som t.ex. på bild 1 som jag nämnde i kap. 4.1. Den visar en taklykta med tre små fönster i rad, som förstås ger mera ljus in jämfört med ett litet fönster. Taklyktan bidrar även till att skapa mera utrymme inne just vid det stället i själva byggnaden.



*Bild 3 Exempel på två olika sorters taklyktor på mansardtak. (Foto: Tea Heimbürger)*

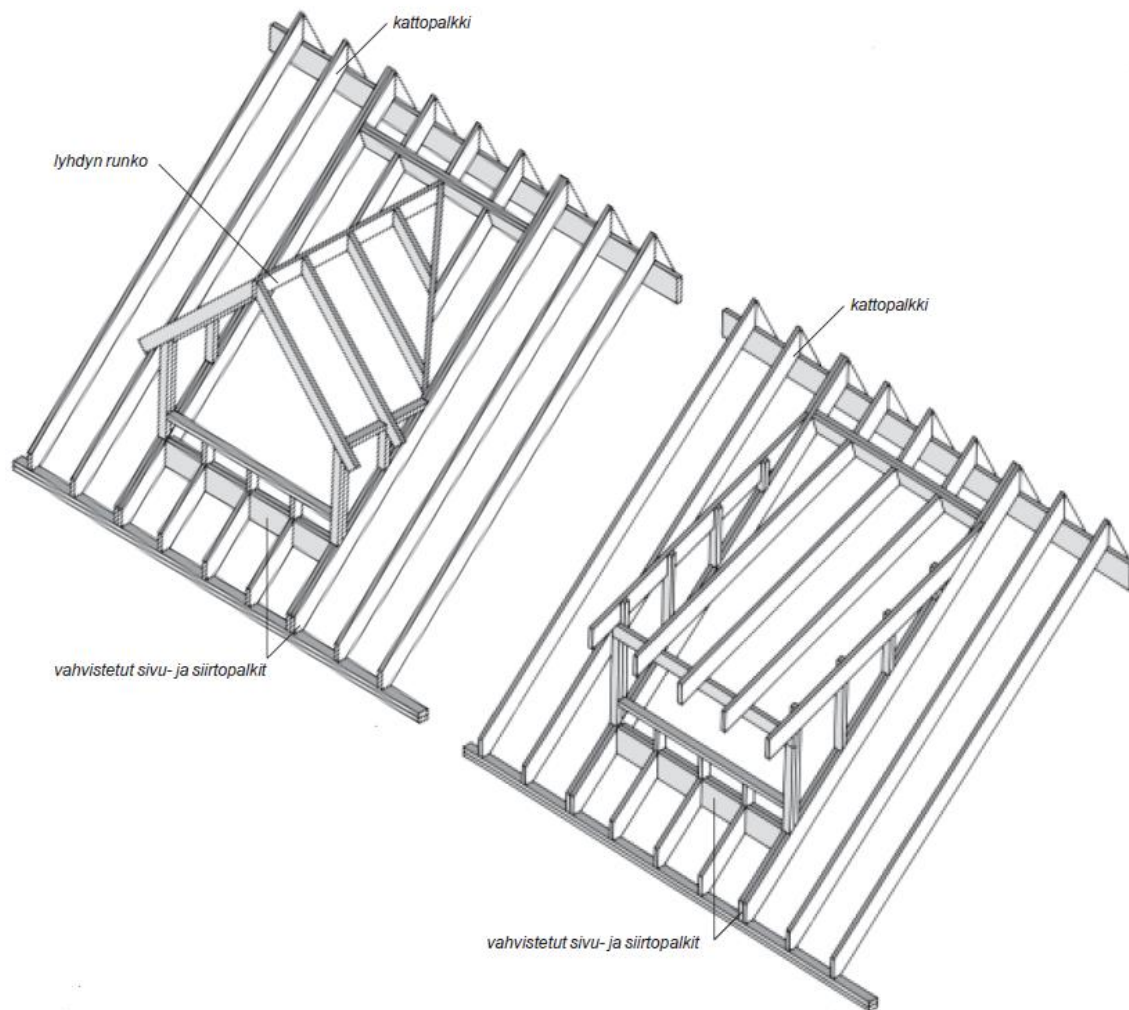
De största skillnaderna med ett takfönster och en taklykta är att takfönster ger mera ljus in. Själva utrymmet blir dock inte större såsom det blir då man bygger en taklykta. Denna skillnad ser man i figur 11 nedan.



*Figur 11 Skillnaden mellan ett takfönster och en taklykta. (Rakentajat)*

Om man väljer att bygga en taklykta så finns det olika alternativ. Användningen av utrymmet och taklyktans utseende spelar en stor roll då man väljer hurdan taklykta man vill bygga. Man kan ha både små och stora taklyktor, antingen med ett eller flera fönster. De som väljer att ha en taklykta i övervåningen gör det oftast för att få mera utrymme som kan användas till t.ex. för ett badrum.

Här nedan i figur 12 kan man se två exempel av hurdana taklyktor man kan låta bygga. Exempelen visar att taket fortsätter under fönstret. Man kan även ha taklyktor som blir en fortsättning från fasaden om man så önskar. Då skulle taklyktan komma längre ut eller neråt.



Figur 12 Två exempel på taklyktor i en konstruktion (Viljakainen)

En viktig sak man måste komma ihåg med taklyktor är ventilationen. Det är speciellt viktigt då man använder utrymmet som ett badrum. Då man planerar ventilationen måste man ta i beaktande själva taklyktan och att det även här skall finnas luftspalt där så att luften kommer åt att cirkulera i hela konstruktionen. (Heinström,2015)

## 4.5 Takmaterial

Det finns olika alternativ till takmaterial som man kan använda. De vanligaste materialen är plåt, filt och tegeltak. Det finns naturligtvis även andra material som man kan använda. Oftast väljer man det material man själv tycker passar bäst. Men det finns också en del faktorer som påverkar beslutet av takmaterial, som t.ex. modellen av taket och lutningen på själva taket. Även byggnadsordningen och omgivningen var huset är byggt inverkar på vad för slags takmaterial man använder. (Sundström, S., Svensson, T. & Jonsson, J., 2009)

När man planerar hus med plåttak, brukar man beräkna konstruktionen med likadan last som för ett tegeltak. Detta görs för att ifall man i något skede skulle vill byta ut takmaterialet så vet man att konstruktionen håller även ett tegeltak, eftersom tegeltak är tyngre än plåttak.

## 4.6 Moderna mansardtak

Moderna hus med mansardtak planerar man rätt så lika som förr. Idag förser man ofta mansardtaken med taklykta eller med någon annan lösning som leder till att man får in tillräckligt med ljus i översta våningen. Här är några exempepl på byggnader med moderna mansardtak som finns på markanden för tillfället. På bilderna ser man hur man har tillagt olika taklykter på långsidorna av byggnaden. Annars ser byggnaderna rätt så lika ut som äldre hus med mansardtak som finns med i arbetet.



Bild 4 Modernt hus med mansardtak. (Teri-talo)





*Bild 5 Modernt mansardtak med plåttak. (Teri-talo)*

## 5. Underhåll

För att underhålla ett tak bör man rengöra det minst två gånger i året, både på hösten och på våren. Då man rengör taket är det viktigt att även granska skicket på taket. Det betyder att man skall kontrollera takmaterialets fogar, takbrunnar, rännor, girarna och även plåten ifall det är frågan om ett plåttak.

Det är också bra att kontrollera själva konstruktionen vart femte år för att se att det inte finns något som skulle påverka hållbarheten av själva konstruktionen. *(RT 85-10738)*

Man måste även komma ihåg att regelbundet kontrollera gavlarna, ventilationen och taksäkerhetsutrustningen. Gavlarna är bra att kontrollera för att se till att det inte skett någon skada på konstruktionen vid hård vind eller annat dåligt väder. Samtidigt måste man också kontrollera ventilationen av taket och se till att det inte finns t.ex. skräp som blockerar ventilationen.

Till taksäkerhetsutrustningen hör stegar, snörasskydd och bryggor. Man bör kontrollera att de sitter fast som de ska och att inget fattas. *(Vårt nya hus)*

## 6. Exempelobjekt: Holmströmska huset

Informationen till Holmströmska huset har jag fått under intervjun med Bengt Holmström, frågorna finns i bilaga 1. Bilderna har jag fått delvis av Johanna Nummelin som ritat objektet och hjälpt mig med att få fram en del information.

### 6.1 Bakgrund om huset

Huset är byggt på 1920-talet. Ägaren har inte information om det exakta byggåret. Efter att en del av huset revs i samband med den pågående renoveringen, så har man kunnat på basen av byggnadsmaterialet konstatera att huset har byggts på 1920-talet. Själva huset har ett mansardtak och är byggt i två våningar. Det betyder att de utrymmen som ursprungligen skapades med hjälp av mansardtaket har använts. Stommen är av stock och huset har en stående brädfodring.

Huset har sanerats en gång tidigare för ca 25 år sedan. Då sanerade man övervåningen, men med årens lopp har det förekommit fuktskada i översta våningen. Detta var en av orsakerna till att familjen Holmström både ville och behövde renovera huset på nytt. Den pågående renoveringen har som syfte att underhålla huset så att ägaren skall kunna använda det i framtiden.

### 6.2 Processen inför byggandet

Inför byggandet hade Holmström själv börjat med att göra några mindre arbeten i januari 2016. Då revs bl.a. de inre ytorna och el-installationer och värmen kopplades bort.

Till själva byggandet behövdes det bygglov. I samma bygglov sökte ägaren om lov att riva övervåningen för att kunna bygga helt nya takstolar och ett nytt tak. I och med att övervåningen och taket byggdes helt om, var ägaren tvungen att också söka om lov till tillbyggnad för både övervåningen och även för de andra delarna som skulle byggas ut.

Eftersom huset klassades som ett nytt husbygge, så måste ägaren även bifoga ett energicertifikat i bygglovsansökan. Energicertifikatet innehåller information om hur stora ytorna på t.ex. fasaderna och fönstren beräknas vara. Även U-värdena finns uträknade i detta dokument för att man skall få en helhetsbild på hur värmen hålls kvar inne i byggnaden. Mera om U-värdena för detta objekt kommer senare i kap. 7.3.

### 6.3 Ombyggnad

Som jag redan tidigare nämnde, så började själva byggprocessen med mindre arbeten. På våren 2016 började byggarna att gräva runt huset. Samtidigt revs huset utifrån så att man kunde gjuta nya plintar och bygga sockeln till de tillbyggnader som skulle byggas på marknivå. Nedan på bild 6 ser man hur byggarna har grävt fram ett område där en av tillbyggnaderna planerades att komma, nämligen en farstu.



*Bild 6 Grävande som skedde för att kunna gjuta nya plinten och sockeln (Foto: Johanna Nummelin)*

Efter att plintarna och sockeln var gjutna, började arbetarna att gräva bort största delen av det gamla golvet inne i huset. En del i mitten av huset lämnades kvar eftersom de gamla kakelugnarna stod där. Till följande gjöts golvet i huset.



*Bild 7 På bilden ser man en del av stockstommen, rivna delar och det nya golvet som har gjutits. (Foto: Johanna Nummelin)*



Då golvet var färdigt gjutet i nedre våningen, revs taket och den översta våningen. Detta moment gjordes precis innan de nya takstolarna installerades för att undvika extra vatten i konstruktionen ifall det skulle regna. På bild 8 nedan ser man hur det såg ut då taket hade rivits bort.



*Bild 8 Stommen som blev kvar i huset efter rivningen. (Foto: Johanna Nummelin)*

Byggprojektet hade otur i det skedet då takstolarna levererades. Då började det regna och regnvädret pågick i flera veckor. Till sist kunde man lägga upp takstolarna och fick sedan bygganden skyddad.



*Bild 9 Här ser man på när de sätter upp de nya takstolarna på stommen. (Foto: Johans Nummelin)*

På bild 9 ser man både hur byggarna har börjat sätta upp takstolarna på den ursprungliga stommen och de nya stommarna på tillbyggnaderna. På den översta gamla stocken på stommen sattes en batting för att göra ytan stadigare för takstolarna. Se närmare på bild 10.

Takstolarna var beställda från Sepa Oy och levererades i delar på plats. Takstolarna var så höga att de inte kunde fraktas som färdiga. På bilden nedan ser man hur olika delar av takstolarna är fastsatta med spikplåtar. Innan själva takstolarna kom på plats var det spännande att se hur de skulle fraktas till bygget just för att de var så höga. Riktigt bra hade det trots allt gått att få dem på plats och fastsatta.



*Bild 10 Battering som är satt på stocken för att göra en jämn yta för takstolarna. (Foto: Tea Heimbürger)*

Efter att takstolarna var på plats, fortsatte man med taket och det gjordes klart. Till följande började byggarna lägga brädfodringen på själva huset. Efter det gjordes isoleringen. Bild 11 nedan är en bild tagen i december 2016. På bilden kan man se att huset har fått sitt tak och fasaderna på plats.





*Bild 11 Holmströmska huset från december 2016 då isoleringen redan var satt och utsidan av huset börjar få sin form.  
(Foto: Tea Heimbürger)*

#### 6.4 Resultatet

Själva ombyggnaden har hittills blivit så som Holmström hade planerat. Han berättade att han har en ”deadline” och siktar på att huset skall bli klart till julen 2017. Projektet ser ut att hålla tidtabellen. Det som var viktigt från ägarens sida var att huset skulle hålla en gammaldags stil och se ut som huset tidigare hade sett ut. Detta har enligt Holmström lyckats. Små ändringar har skett, såsom att taket är högre. Det beror delvis p.g.a. isoleringskraven, men huset har trots allt kunnat behålla sin ursprungliga takform.

En annan avvikande detalj som gjordes på huset är den nya sockelns mönster. Just det här huset hade nämligen inte byggts med stensockel som man brukade på 1920-talet. Ägaren ville ändå hålla den gamla traditionen i liv och därför fick huset nu en konstgjord stensockel. Se bild 12 nedan.



*Bild 12 Den konstgjorda sten sockeln. (Foto: Tea Heimbürger)*

## 7. Värme och U-värden

U-värdet berättar hurdan isoleringsförmåga konstruktionen har. Man måste alltid beräkna U-värdet för alla olika konstruktionstyper. Det finns olika krav som man bör följa då man planerar och bygger. (*Finlands Byggbestämmelsesamling D3*)

### 7.1 Kraven i byggbestämmelserna

Alla konstruktionstyper har egna krav beroende på typ och hurdan byggnad det är fråga om. Dessa krav finns i Finlands Byggbestämmelsesamling, D3 Byggnaders energiprestanda. Kraven varierar beroende på hur byggnaden är uppvärmd. I kapitel 2.5.4 lyfts det fram att kravet på U-värde för en byggnad som är uppvärmd, skall vara maximalt  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$  för vindsbjälklaget. Om man har takfönster i taket skall det maximalt vara  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . För att uppnå dessa krav måste man isolera tillräckligt mycket.

Det finns också undantag i dessa krav. Enligt byggnadsbestämmelsen D3 kap. 2.4.2 behöver inte mindre byggnadsdelar uppnå kraven utan kan ha en större värmegenomgångskoefficient än det som nämnts i kap. 2.5.4.

I detta fall, då jag fokuserar mig på tak, kan man inte klassa taket som en liten byggnadsdel. Därför skall man följa U-värdskravet som är maximalt  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$  för ett tak.

### 7.2 Byggländstillsynens krav

Jag intervjuade Mikael Wikström som jobbar på Ingå byggländstillsyn. Frågorna jag ställde honom finns i bilaga 2. Jag frågade allmänt om renovering av tak och hade under intervjun huvudfokus på mansardtak. Svaren kan förstås variera något i olika kommuner men huvudsakligen borde byggnadsbestämmelserna som helhet stämma överens med andra kommuners bestämmelser.

För att bygga om eller renovera ett mansardtak gäller det att söka om bygglov, t.ex. om man ändrar på själva konstruktionen eller användningen av utrymmena till en ny boendeyta. Som jag tidigare nämnde, så kan man renovera på olika sätt. Man kan t.ex. tilläggsisolera eller också riva bort hela taket och bygga nya takstolar med tillbehör.

Wikström förklarade att det är svårt att säga vilkendera av de här två metoderna som används mest och vad han skulle rekommendera. Det beror mycket på skicket av själva taket, på konstruktionen och vad man använder utrymmet till.

Då man väljer att tilläggsisolera en kallvindsvåning måste man vara väldigt noga med att se till att man får tillräckligt med isolering med i konstruktionen så att det inte förekommer köldbryggor. Luftspalten är en annan viktig detalj som man måste ha med i konstruktionen. Den gör att konstruktionen blir tjockare och kräver därmed mera utrymme. Luftspalten behövs för att själva konstruktionen skall kunna ventileras och för att få bort eventuell fukt som kan komma in i konstruktionen.

Ifall utrymmet för isolering skulle bli knappt, så skulle man enligt Wikström nog hellre bygga om taket. Naturligtvis kan man använda de gamla takstolarna ifall de är i bra skick. Oftast är det dock lättare att byta ut allt på samma gång då man ändå river bort de andra delarna. Wikström påpekade att nya takstolar inte nuförtiden är så dyra att beställa.

Det lönar sig att notera att konstruktionens livslängd förlängs då man renoverar hela konstruktionen på en gång.

Då jag ställde frågor som gällde Holmströmska huset, svarade Wikström att det inte fanns några avvikande krav i bygglovet för detta hus. Ägaren sökte om ett helt vanligt bygglov inklusive alla behövliga dokument som t.ex. energicertifikat. Alla konstruktioner byggdes enligt byggbestämmelsernas U-värdes krav som är fastställda i Finlands byggbestämmelsesamling D3. Orsaken till att dessa bestämmelser måste följas det i Holmströmska byggprojektet är för att alla konstruktioner blev nya och endast stockstommen blev kvar. Detta betyder också att projektets byggnadskrav inte avviker från kraven för ett nytt hus.

Wikström berättade att man får göra allmänna renoveringar som t.ex. att i underhållningssyfte byta ut ett falsat plåttak utan att behöva lov från kommunen, förutsatt att taket ser likadant ut efteråt. Då kan man samtidigt byta ut isoleringen till ett bättre material. Exempelvis spån användes förr i tiden som isoleringsmaterial. Med ny, modern isolering förbättrar man själva konstruktionen och värmeförmågan i taket. Därför ser inte Wikström att detta är ett problem ur byggnadstillsynens synvinkel. Denna typ av process kallas för grundlig renovering som inte kräver varken bygglov eller anmälningar till kommunens byggnadstillsyn.

Frågan som handlade om hur man får ljus in från långsidorna på ett mansardtak var: ”Vad är det vanligaste som ni märkt att man använder för att få ljus in i bygganden på långsidorna av ett hus på andra våningen; taklykta, takfönster eller balkong? På både gamla och nyare hus som har mansardtak.”

På den här frågan svarade Wikström att det beror på många olika faktorer. Till ett nyare, modernare hus med mansardtak brukar folk välja att ha en taklykta. Då man vill bygga till på ett gammalt mansardtak, är det inte bara frågan om hur själva ägaren vill att det skall se ut. Man måste först ta reda på om det är frågan om en skyddad byggnad. En skyddad byggnad är srbetecknad i generalplanerna. Man måste också ta reda på husets historia och om man får ändra på själva utseendet på huset. Idag väljer de flesta att bygga in en taklykta i taket. Man kan också välja att lägga in ett takfönster, vilket gjordes ofta på 1980-talet.

Om huset skulle råka vara skyddat, kan man förhandla om att få bygga ett takfönster. Då smälter fönstret bättre in i konstruktionen och taket får bibehålla så långt som möjligt sin gamla form samtidigt som man får ljus in på långsidan av huset.

### 7.3 U-värdesberäkningar

För att kunna räkna ut U-värden för olika konstruktionstyper måste man ta reda på en del faktorer samt värden på värmekonduktiviteten på de olika materialen man tänker använda i sin konstruktion. Detta värde kallas för ett  $\lambda$ -lambda värde som har enheten:  $\frac{W}{m \cdot K}$ . En stor del av de här värdena hittar man i Finlands Byggbestämmelsesamling C4. Men för att så mer exakta värden för isoleringsmaterial och byggnadsskivor bör man använda sig av deras egna produkttillverkares godkända material värden. I Finlands Byggbestämmelsesamling C4 hittar man även formeln som man använder för att beräkna U-värdena.

För att ge ett konkret exempel på detta och för att få fram värden man kan jämföra med byggbestämmelsernas krav har jag gjort beräkningar på både den gamla och den nya konstruktionen för exempelobjektet i detta arbete, Holmströmska huset.

#### 7.3.1 Gamla takkonstruktionen

För att kunna räkna ut U-värdet använde jag formel 1 som finns i Finlands byggbestämmelse C4, kapitel 2.2.2. För att kunna räkna ut det måste man beräkna  $R_T$ . Det gör man med hjälp av formel 2 som finns i kapitel 2.2.3.

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (1)$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

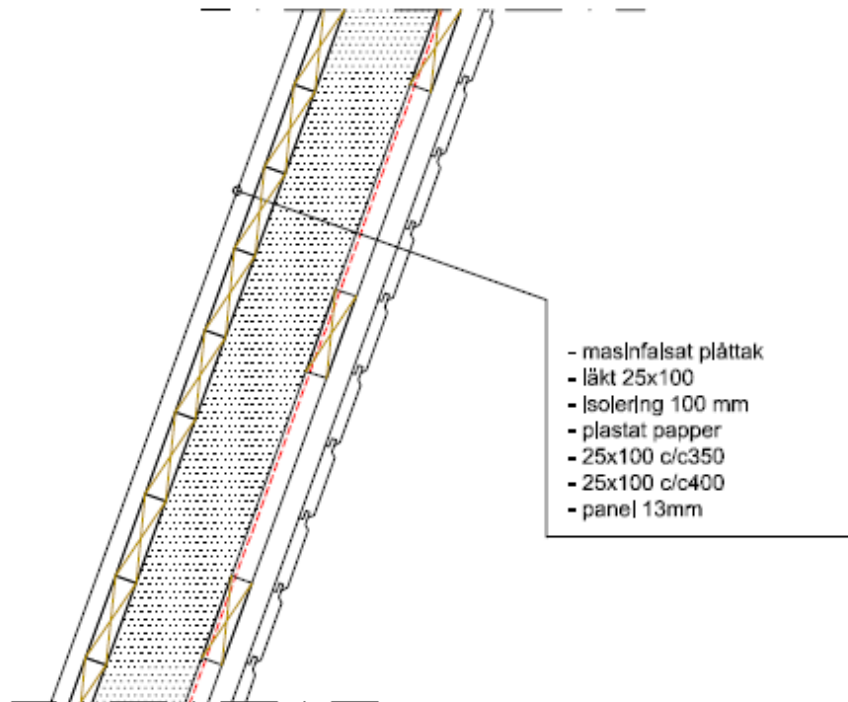
Det finns både homogena och inhomogena skikt i dessa konstruktioner. Då man räknar de inhomogena skikten använder man sig av formel 3 från Finlands Byggnadsbestämmelsesamling C4.

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \quad (3)$$

I och med att det inte finns ritningar på den gamla konstruktionen till Holmströmska huset, så har jag uppskattat ungefärliga mått på de olika skikten som fanns i den ursprungliga konstruktionen. I den snedare delen av taket fanns det ingen direkt luftspalt. Därför räknar jag med läkten i uträkningarna av u-värdet.

Det som inte nämns i ritningen nedan, figur 13, är takstolarnas dimension. Jag har dock med hjälp av bilder konstaterat att de gamla takstolarna är ca 75x100 och att de är byggda med ett centrummått på 1200mm.

När man räknar U-värdet måste man ta i beaktan vilka skikt det finns i konstruktionen. I det här fallet skall man räkna skikten mellan innersidan och plåten, alltså från panelen till läkten.



Figur 13 Gamla konstruktionens sneda del (Ritat av Tea Heimbürger)

$$R_T = R_{si} + R_{panel} + R_{trä+luft} + R_{trä+luft} + R_{luftspärr} + R_{trä+isolering} + R_{läkt} + R_{se}$$

$$R_T = 0,010 \frac{m^2K}{W} + \frac{0,013m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,02 \frac{m^2K}{W} + 1,69 \frac{m^2K}{W} + \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} + 0,04 \frac{m^2K}{W} = 2,51 \frac{m^2K}{W}$$

#### Skålning k400

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{luft}}{R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,25}{0,21} + \frac{0,75}{0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{400} = 0,25$$

$$R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{300}{400} = 0,75$$

$$R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3 i C4, kapitel 5}$$



Skålning k350

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{luft}}{R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,286}{0,21} + \frac{0,714}{0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{350} = 0,286 \quad R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{250}{350} = 0,714 \quad R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3 i C4, kapitel 5}$$

Trä +isolering

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{isolering}}{R_{isolering}}} = \frac{1}{\frac{0,0625}{0,834} + \frac{0,9375}{1,82}} = 1,69 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{75}{1200} = 0,0625 \quad R_{trä} = \frac{0,1m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,834$$

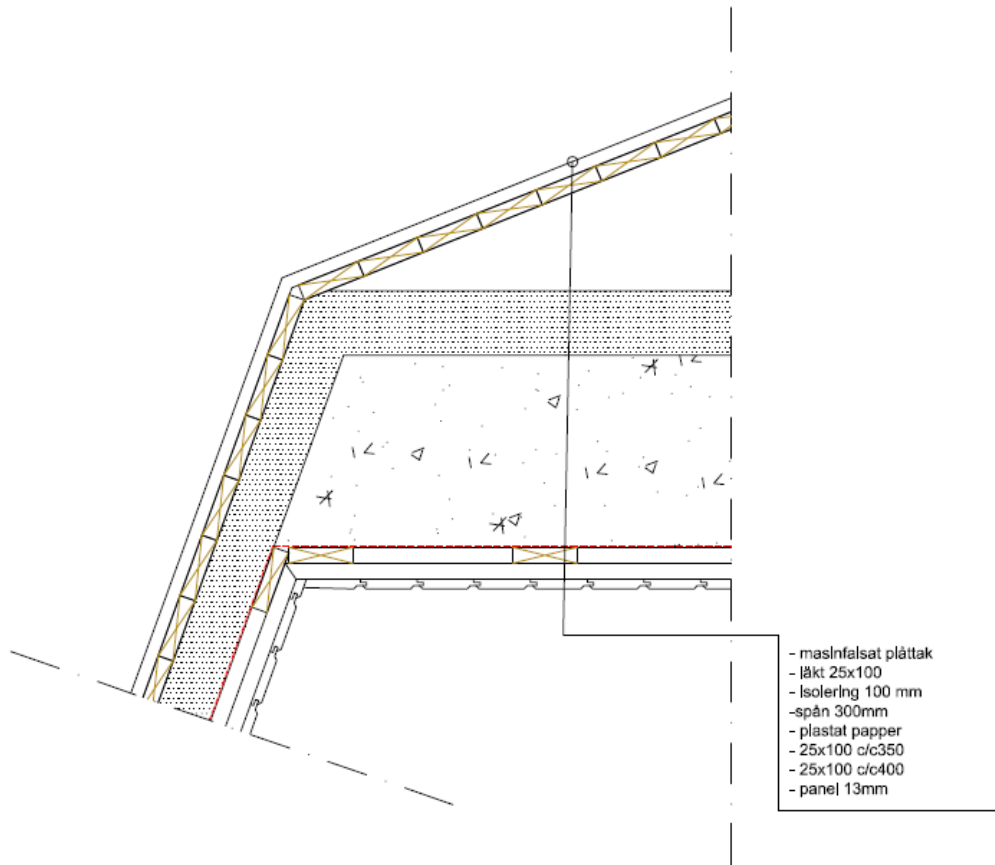
$$f_{isolering} = \frac{1125}{1200} = 0,9375 \quad R_{isolering} = \frac{0,1m}{0,055 \frac{W}{m \cdot K}} = 1,82$$

Då man vet man att  $R_T = 2,51 \frac{m^2K}{W}$  och man kan till följande räkna ut U-värdet på följande sätt:

$$U_T = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,51 \frac{m^2K}{W}} = 0,398 \frac{W}{m^2K} \rightarrow \text{inte ok, för att värdet måste vara mindre än } 0,09 \frac{W}{m^2K} \text{ för}$$

att uppnå kraven i Finlands Byggbestämmelsesamling D3. Men det betyder naturligtvis inte att det här värdet inte skulle ha stämt överens med bestämmelserna på 1920-talet, då huset var byggt.

Till den plattare delen av taket fanns det en del andra material såsom spån under isoleringen. Där fanns även en luftspalt, vilket inte var fallet i takets brytnings del, figur 14. För att räkna ut U-värdet till den här konstruktionen skall man också ta i beaktande det ventilerade utrymmet ovanför isoleringen. Detta för att det är ett större öppet utrymme som påverkar om man jämför med den nya konstruktionen. Utrymmet i den nya konstruktionen blir mindre p.g.a. att man har så mycket mera isolering. Till detta använder man  $R_u$ -värdet från tabell 4 i Finlands Byggbestämmelsesamling C4, kapitel 5.2.11.



Figur 14 Gamla konstruktionsritningen för platta takdelen (Ritat av Tea Heimbürger)

Här beräknade jag U-värdet för figur 14 på samma sätt som i föregående uträkningar för figur 13.

$$R_T = R_{si} + R_{panel} + R_{trä+luft} + R_{trä+luft} + R_{luftspärr} + R_{trä+spån} + R_{trä+mineralull} + R_u + R_{se}$$

$$R_T = 0,10 \frac{m^2K}{W} + \frac{0,013m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,02 \frac{m^2K}{W} + 5,00 \frac{m^2K}{W} + 1,69 \frac{m^2K}{W} + 0,2 \frac{m^2K}{W} +$$

$$0,04 \frac{m^2K}{W} = 2,67 \frac{m^2K}{W}$$

#### Skålning k400

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{luft}}{R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,25}{0,21} + \frac{0,75}{0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{400} = 0,25$$

$$R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{300}{400} = 0,75$$

$$R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3 i C4, kapitel 5}$$

Skålning k350

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{luft}}{R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,286}{0,21} + \frac{0,714}{0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{350} = 0,286 \quad R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{250}{350} = 0,714 \quad R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3 i C4, kapitel 5}$$

Trä +isolering(mineralull)

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{isolering}}{R_{isolering}}} = \frac{1}{\frac{0,0625}{0,834} + \frac{0,9375}{1,82}} = 1,69 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{75}{1200} = 0,0625 \quad R_{trä} = \frac{0,1m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,834$$

$$f_{isolering} = \frac{1125}{1200} = 0,9375 \quad R_{isolering} = \frac{0,1m}{0,055 \frac{W}{m \cdot K}} = 1,82$$

Trä +isolering(spån)

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä}}{R_{trä}} + \frac{f_{isolering}}{R_{isolering}}} = \frac{1}{\frac{0,0625}{2,5} + \frac{0,9375}{2,5}} = 2,5 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{75}{1200} = 0,0625 \quad R_{trä} = \frac{0,3m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 2,5$$

$$f_{isolering} = \frac{1125}{1200} = 0,9375 \quad R_{isolering} = \frac{0,3m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 2,5$$

Då man vet man att  $R_T = 5,00 \frac{m^2K}{W}$  och man kan till följande räkna ut U-värdet på följande sätt:

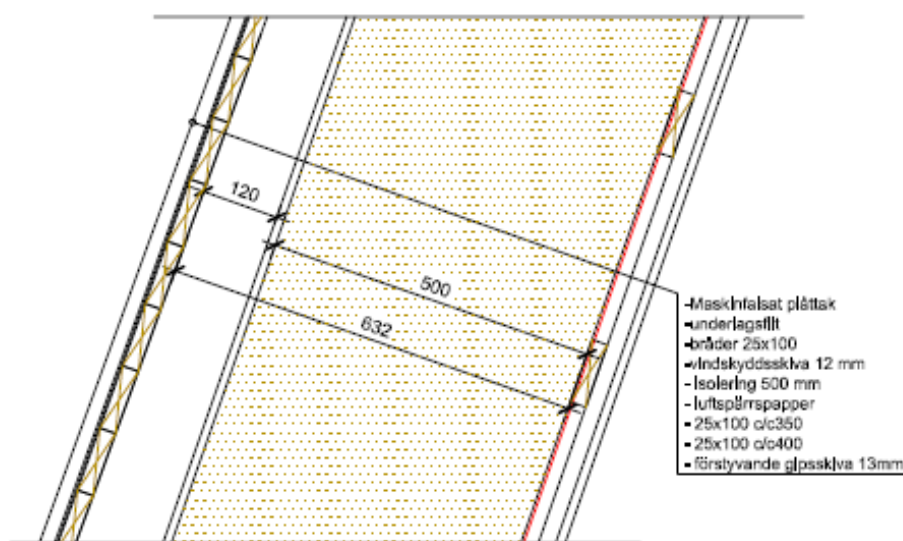
$$U_T = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,00 \frac{m^2K}{W}} = 0,2 \frac{W}{m^2K} \rightarrow \text{inte ok, för att värdet måste vara mindre än } 0,09 \frac{W}{m^2K} \text{ för att}$$

uppnå kraven i Finlands Byggbestämmelsesamling D3. Men som jag nämnde i föregående uträkning betyder det inte att det här värdet inte skulle ha stämt överens med bestämmelserna på 1920-talet, då huset var byggt.

### 7.3.2 Nya takkonstruktionen

I den nya konstruktionen finns det mera isolering än i den förra p.g.a. att det är byggt nyligen och kraven har ändrat sedan den ursprungliga byggnaden byggdes på 1920-talet.

Den nya takkonstruktionen räknade jag med hjälp av konstruktionstypen nedan. Konstruktionstypen nämndes även tidigare i arbetet, i samband med varma och kalla tak.



Figur 15 Nya takkonstruktionen för Holmström huset. (Ritat av Johanna Nummelin)

Räknesättet är det samma som i föregående kapitel 6.3.1 som berörde den gamla konstruktionen. I det här fallet skall man räkna skiktet mellan innersidan och luftspalten, alltså från gipsskivan till vindskyddsskivan. Det som inte kommer fram i figur 15 är att centrummåtten mellan takstolarna (42x632) som är cc900. Detta behövs för att man skall kunna räkna ut dessa uträkningar.

$$R_T = R_{si} + R_{gipsskiva} + R_{trä+luft} + R_{trä+luft} + R_{luftspärr} + R_{trä+isolering} + R_{vindskyddsskiva} + R_{se}$$

Till isolering användes ekovilla och vindskyddsskivan tuulileijona. Deras  $\lambda$ -värden är från deras egna RT kort: RT 38504, 2014. *Ekovilla-lämmöneristeet* och RT 38819, 2016. *LEIJONA-LEVYT*.

$$R_T = 0,10 \frac{m^2K}{W} + \frac{0,013m}{0,21 \frac{W}{m \cdot K}} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,17 \frac{m^2K}{W} + 0,02 \frac{m^2K}{W} + 11,68 \frac{m^2K}{W} + \frac{0,012m}{0,049 \frac{W}{m \cdot K}} + 0,04 \frac{m^2K}{W} = 12,4 \frac{m^2K}{W}$$

#### Skålning k400

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä} + f_{luft}}{R_{trä} + R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,25 + 0,75}{0,21 + 0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{400} = 0,25 \quad R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{300}{400} = 0,75 \quad R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3, kapitel 5}$$

#### Skålning k350

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä} + f_{luft}}{R_{trä} + R_{luft}}} = \frac{1}{\frac{0,286 + 0,714}{0,21 + 0,16}} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{100}{350} = 0,286 \quad R_{trä} = \frac{0,025m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 0,21 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{luft} = \frac{250}{350} = 0,714 \quad R_{luft} = 0,16 \frac{m^2K}{W} \text{ från tabell 3, kapitel 5}$$

#### Trä +isolering(ekovilla)

$$R_{trä+luftspalt} = \frac{1}{\frac{f_{trä} + f_{isolering}}{R_{trä} + R_{isolering}}} = \frac{1}{\frac{0,047 + 0,953}{4,17 + 12,82}} = 11,68 \frac{m^2K}{W}$$

$$f_{trä} = \frac{42}{900} = 0,047 \quad R_{trä} = \frac{0,5m}{0,12 \frac{W}{m \cdot K}} = 4,17$$

$$f_{isolering} = \frac{858}{900} = 0,953 \quad R_{isolering} = \frac{0,5m}{0,039 \frac{W}{m \cdot K}} = 12,82$$

Då man vet man att  $R_T = 12,4 \frac{m^2K}{W}$  och man kan till följande räkna ut U-värdet på följande sätt:

$$U_T = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{12,4 \frac{m^2K}{W}} = 0,08 \frac{W}{m^2K} \rightarrow \text{ok, för att värdet måste vara mindre än } 0,09 \frac{W}{m^2K} \text{ för att}$$

uppnå kraven i Finlands Byggbestämmelsesamling D3.

### 7.3.3 Jämförelse mellan nya och gamla

Med hjälp av U-värdes beräkningarna i föregående kapitel kan man konstatera att värmeförmågan har ändrats väldigt mycket. De gamla konstruktionerna motsvarar förstås byggbestämmelser från förr, men stämde inte nära på överens med de nya bestämmelserna. Jag kan konstatera att ombygget var ett bra val och ledde till att man uppnådde en mycket bättre värmeförmåga för konstruktionen.

I och med att den här ombyggnaden av huset var som att bygga ett nytt hus så kommer byggnaden att ha en helt ny livslängd än om man skulle jämföra med ett renoveringsobjekt men mindre ändringar.

## 7.4 Sammanfattning om isoleringen

Isoleringen i ett hus är väldigt viktig. Det är isoleringen som håller värmen inne i huset. Med tanke på ett mansardtak som skall isoleras måste man ta i beaktande hur mycket utrymme isoleringen kräver för att det skall stämma överens med byggbestämmelserna. Skall man isolera utifrån eller inifrån och om övervåningen är isolerad från tidigare eller inte, påverkar valet av hur man isolerar ett renoveringsobjekt.

Takets tjocklek blir betydligt tjockare då man har ett varmt tak än om man skulle ha ett kallt tak. Därför kan utrymmet i en övervåning som varit en vindsvåning och kallt från början, bli mindre om man bygger om det till ett varmt utrymme som man kan använda året om i vardagsbruk.

Ifall man väljer att bara isolera själva taket, så isolerar man det oftast inifrån så att yttre måtten förblir de samma som från början. Då får man hålla taket som man har haft det och renoverar endast de delar som av någon orsak har skadats under takets livslängd. Man behöver inte heller nödvändigtvis bygga om hela konstruktionen, utan man kan istället tillägga isolering med mera. Som tidigare nämnts så måste man alltid komma ihåg att ha en luftspalt i konstruktionen så att det ventileras.

## 8. Hållfasthet

Hållfastheten i en byggnad är en väldigt viktig del. Man måste räkna ut att konstruktionen håller de olika lasterna som den kan bli utsatt för. Laster som påverkar hållfastheten är permanenta och variabla laster. Egenvikten är en permanent last medan vistelselasten, snölasten och vindlasten är variabla laster. Egenvikten kommer från vikten av materialet som används till att bygga själva huset, medan vistelselasten är tyngden som konstruktionen utsätts för under användning. Vistelselasten beror också på vad utrymmena används till. Snö- och vindlasten är laster som man tar i beaktande för att konstruktionen skall hålla även om det kommer snö under vintern eller en stormig höst då vindens kraft påverkar byggnaden.

### 8.1 Snölast

Snölasten är en krävande faktor som man måste ta på allvar då man planerar en konstruktion. Snön kan överraska mycket. Då snön är ny och torr kan densiteten på den vara  $50 \text{ kg/m}^3$ . Då snön är våt eller smälter kan densiteten öka upp till  $400 \text{ kg/m}^3$ . Det är alltså en stor skillnad på vad för väder det är och med hurudan snö som belastar taket och takstolarna. (*Miljöministeriet*)

För att kunna räkna ut snölasten för en byggnad använder man formeln 4, som finns nedan. (RIL-205-1-2017 s.36) Snölasten  $q_k$  som förekommer på taket räknas med hjälp av  $\mu_i$  som är en koefficient som beror på takets lutning och kan läsas från diagram 1.  $S_k$  ( $\text{kN/m}^2$ ) är snömängden på marken vilket är ett tabellvärde som finns i RIL 205-1-2017 på s.207-209.  $S_k$ -värdet beror på var i Finland man befinner sig. Man kan konstatera att då snömängden i norra Finland är större, är värdena en aning större när man räknar en snölast för en byggnad där. Till sist finns  $C_e$ -värdet som är en vindfaktor som är antingen 1,0 eller 0,8. Ofta räknar man med 1,0. Ifall byggnaden finns i skärgården eller t.ex. vid en åker och området inte har växtlighet eller andra hus som skyddar, kan man använda värdet 0,8.

$$q_k = \mu_i \cdot S_k \cdot C_e \quad (4)$$

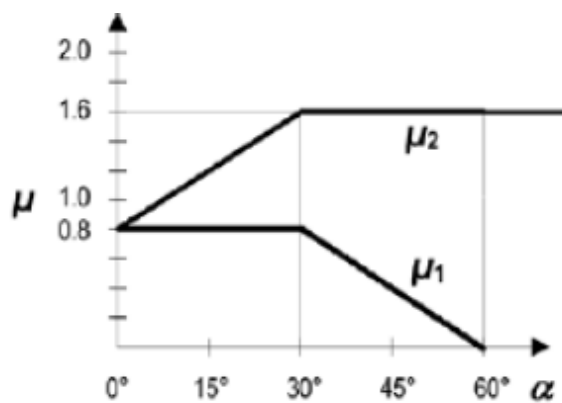


Diagram 1 Snölastens formfaktor. (RIL-205-1-2017)

$\mu_i$ -värdet kan variera. Om det finns girar där snön kan samlas, eller om det är risk för snöras från en taknivå till en annan, så måste man använda andra formler. Val av rätt formel beror på takets lutning. Det ser man på diagrammet nedan.

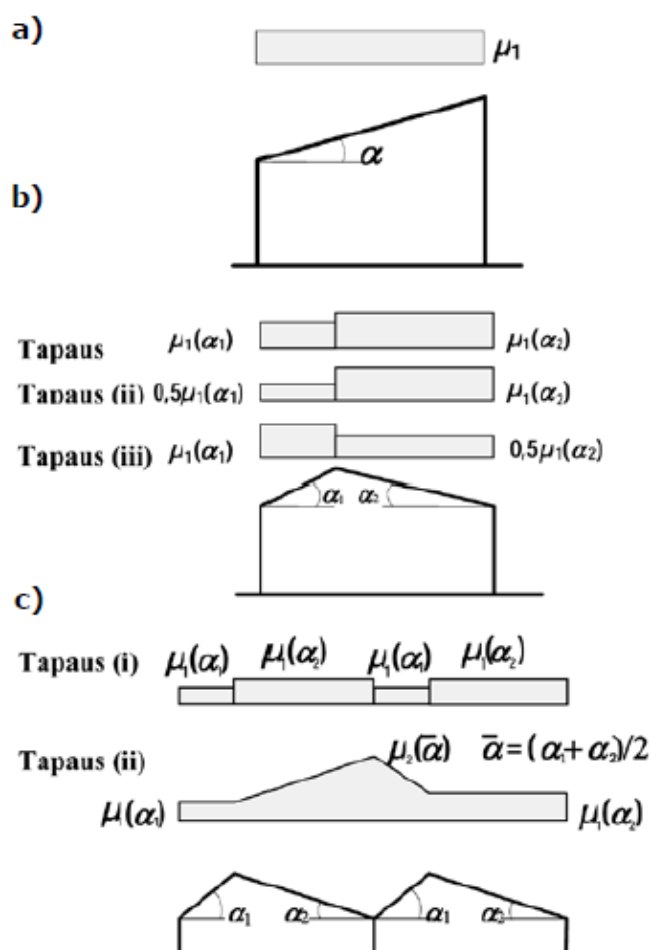


Diagram 2 Takets snölast formfaktor a) pulpettak b) åstak c) sågtak (RIL-205-1-2017)

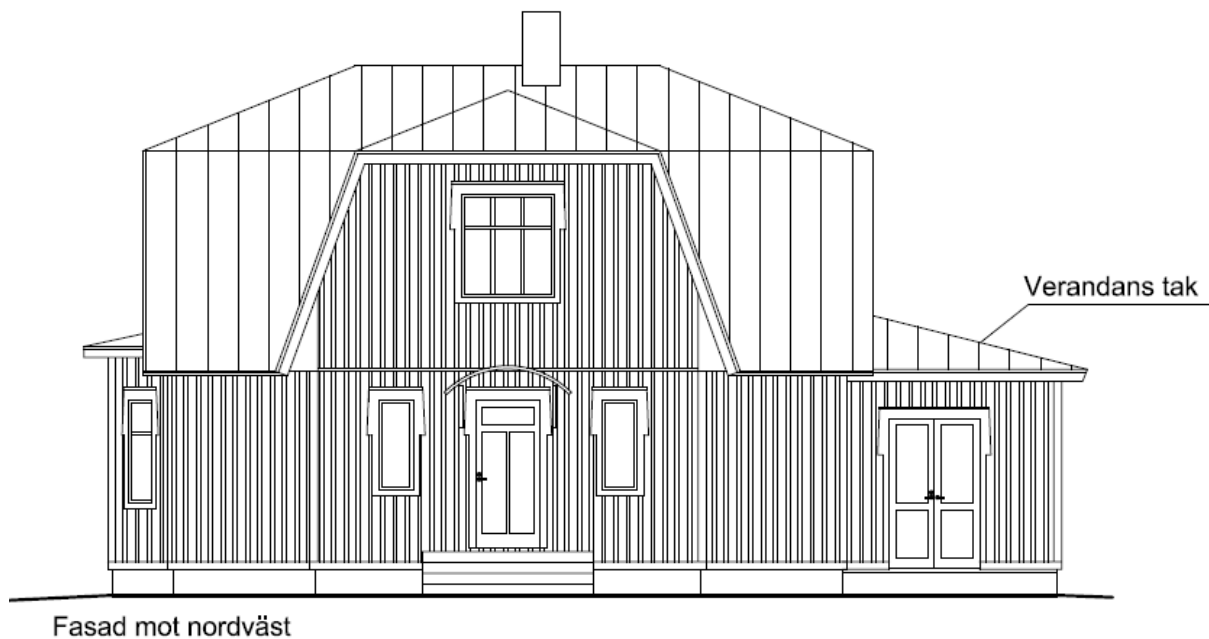


### 8.1.1 Snölast beräkningar för Holmströmska huset

För att räkna snölasten för exempelobjektet i mitt arbete, har jag använt ritningarna som jag fått från Johanna Nummelin. Då kan jag konstatera att platsen var huset ligger i är Ingå. Det betyder att  $S_k = 2,75 \text{ kN/m}^2$ .  $C_e$  är 1,0 då det är frågan om ett vanligt bostadsområde.  $\mu_i$  är för övre delen av huset  $\mu_1 = 0,8$  då lutningen är  $21^\circ$ .

$$q_k = 0,8 \cdot 2,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1,0 = 2,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Eftersom huset har ett mansardtak med girar, och det finns en eventuell risk för snöras, skall man specifikt räkna ut snölasten för dessa ställen så att man får veta den korrekta snölasten där snömängden kan vara större. Skillnaden på takhöjderna ser man på ritningen nedan.



Figur 16 Fasadritning som visar att verandans tak är lägre än det övriga taket. (Ritat av Johanna Nummelin)

För att räkna ut snölasten som kan förekomma på verandans tak, vars takhöjd är mycket lägre än det övriga taket, använde jag information från RIL-205-1-2017. Där nämns det att man skall använda formel (4) för att räkna ut den specifika snölasten med  $\mu_2$  värde i stället för  $\mu_1$  som jag använde i föregående uträkning.

$$q_k = \mu_2 \cdot S_k \cdot C_e \quad (4)$$

För att kunna använda formeln ovan, bör man ta reda på  $\mu_2$  som räknas ut med formel 5. För att kunna räkna ut  $\mu_2$  måste man först räkna värdena för formlerna 6,7 och 8.

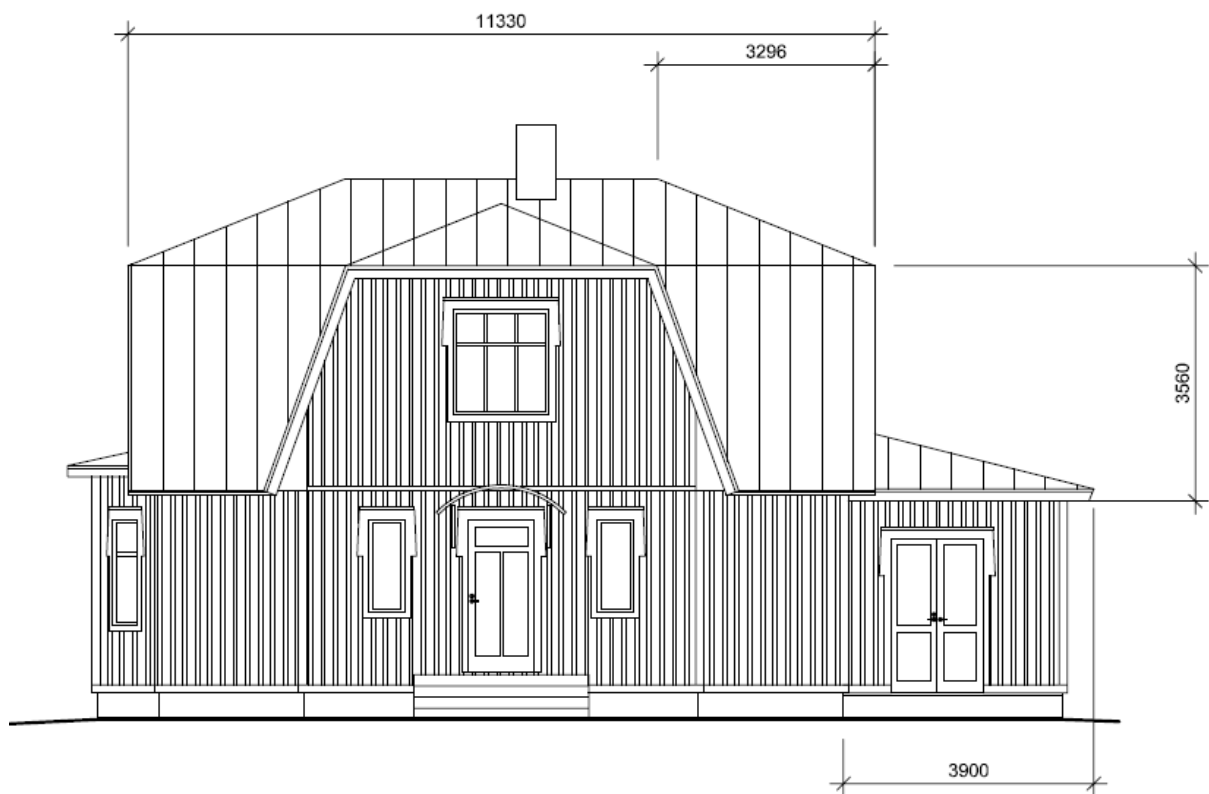
$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w \quad (5)$$

$$\mu_s = \frac{\mu_1 b_y}{l_s} \quad (6)$$

$$l_s = 2h, 2\text{m} < l_s \leq 6\text{m} \quad (7)$$

$$\mu_w = \min \begin{cases} \frac{b_1 + b_2}{2h} \\ \frac{\gamma \cdot h}{s_k} \\ 2,5 \end{cases} \quad (8)$$

Mått som behövs för att räkna ut detta finns på bilden nedan. Det finns även andra värden man måste veta, såsom  $\gamma$  som definierar snöns täthet och som räknas med formeln  $\gamma=2,0 \text{ kN/m}^3$ .



Figur 17 Fasad mot nordväst som innehåller måtten för snöras uträkningarna. (Ritat av Johanna Nummelin)

$l_s = 2 \cdot 3,56 = 7,12 \rightarrow$  använder 6m p. g. a. villkoren  $2\text{m} < l_s \leq 6\text{m}$

$$\mu_s = \frac{\mu_1 b_y}{l_s} = \frac{0,8 \cdot 3,296\text{m}}{6\text{m}} = 0,44$$

$$\mu_w = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{b_1+b_2}{2h} \\ \frac{\gamma \cdot h}{S_k} \\ 2,5 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{11,33m+3,9m}{2 \cdot 3,56m} \\ \frac{2 \frac{kN}{m^3} \cdot 3,56m}{2,75 \frac{kN}{m^2}} \\ 2,5 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,139 \\ 2,59 \\ 2,5 \end{array} \right. \rightarrow 2,139$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,44 + 2,139 = 2,579$$

$q_k = \mu_2 \cdot S_k \cdot C_e = 2,579 \cdot 2,75 \cdot 1,0 = 7,09 \frac{kN}{m^2}$  är den maximala snölasten, som kan uppstå av snöraset från övre taket på verandans tak närmast fasaden. Snölasten på ändan av verandans tak, längst ut, uppskattas att ha en mindre snömängd. Därför måste man räkna ut det nya  $\mu_w$  värdet enligt formeln nedan och sedan sätta in talet i formeln 4 som tidigare.

$$\mu_w = 2,139 - \left( \frac{2,139-0,8}{6} \cdot 3,9 \right) = 1,26865$$

$$q_k = \mu_2 \cdot S_k \cdot C_e = 1,26865 \cdot 2,75 \cdot 1,0 = 3,489 \frac{kN}{m^2}$$

Svaret på denna uträkning påvisar att snölasten blir mindre mot ändan av taket. Detta beror på att snöraset som faller från det övre taket, kommer att falla ner på den delen av taket som är närmare väggen. Detsamma gäller för snöyran som kan förekomma på taket. Snöyran samlar sig mera mot väggen som fortsätter från verandans tak uppåt mot det övre taket.

### 8.1.2 Snölastberäkningar med gamla värden

Exempelobjektet som jag beräknar snölasterna för är byggt på 1920-talet. Då var lasterna beräknade med lägre snömängdsvärden. Här är ett exempel beräknat med ett äldre  $S_k$ -värde för övre delen av taket. De äldsta värden jag hittade är från åren 1955–1969. Då var  $S_k$ -värdet  $100\text{kg/m}^2$  för Ingå trakten. Detta framkommer ur bild 13 nedan.

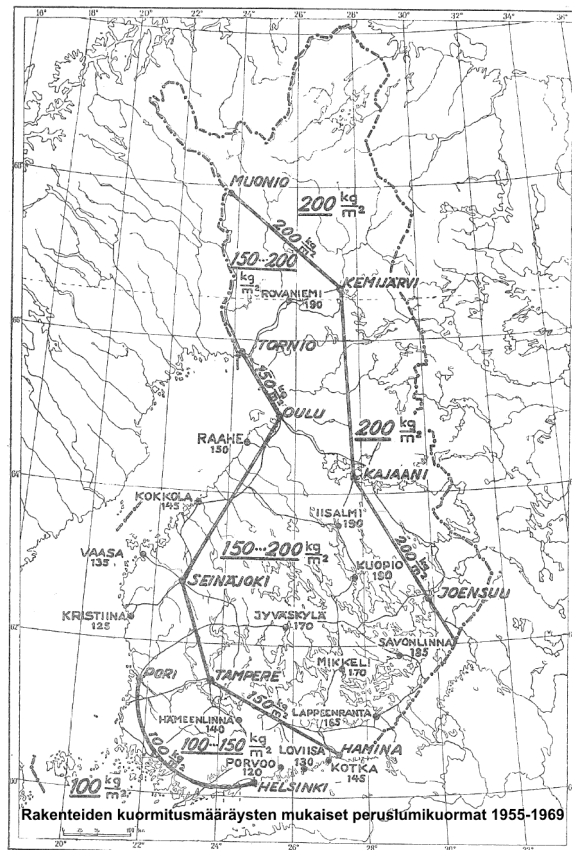


Bild 13 Snömängden man använde för  $S_k$  värdet under åren 1955-1969. (Ympäristö)

För att räkna ut snölasten ändrade jag först  $S_k$ -värdet till  $\text{kN/m}^2$  för att man skall kunna använda den i formel 4. Det gjorde jag med hjälp av att multiplicera massan gånger gravitationen som sedan blir ett tal i kilonewton (kN).

$$100\text{kg/m}^2 * 9,81\text{m/s}^2 = 0,981\text{kN/m}^2$$

$$q_k = \mu_1 \cdot S_k \cdot C_e = 0,8 \cdot 0,981 \cdot 1,0 = 0,7848 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Här kan man jämföra med uträkningarna i kapitel 8.1.1. Då kom jag fram till att den vanliga snölasten skulle vara  $2,2\text{kN/m}^2$ . Med de gamla värdena skulle snölasten ha blivit  $0,79\text{kN/m}^2$ , vilket är betydligt mindre än de snölasten vi räknar med idag.

## 8.2 Vindlast

Vindlasten är en last som påverkas beroende på i hurdan omgivning byggnaden ligger. För detta finns det fem olika klasser som presenteras i tabell 1 nedan.

Luokka	Maaston rosaisuuden ja pinnanmuodon kuvaus.
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko.
I	Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.
II	Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta ja erillisiä puita tai rakennuksia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus. Esim. maatalousmaa.
III	Esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät. Matalat pientaloalueet ja kylät.
IV	Yhtenäiset laajat kaupunkialueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennettu ja rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 m.

Tabell 1 Omgivningsklasser. (RIL-205-1-2017, s.43)

För att kunna räkna själva vindlasten använde jag formeln (9).

$$F_{w,k} = c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{ref} \quad (9)$$

$F_{w,k}$  står för vindlasten (kN),  $c_f$  är en koefficient som är beroende på husets form och kan utläsas från tabell 2 med hjälp av att först räkna ut  $\lambda$ -värdet med formel 10.  $q_d(h)$  är ett tabellvärde som man kan läsa ut då man vet husets höjd från marken. Då vet man alltså på vilken höjd vinden kommer att påverka på byggnaden. Detta kan man se i tabell 3. Till sist finns det ett  $A_{ref}$ -värdet, som definierar arean av husets långsida eller gavel som vinden påverkar på. För att göra uträkningarna simplare använde jag måtten på den ursprungliga stommen utan att ta i beaktande t.ex. verandan.

$$\lambda = \frac{2h}{b} \text{ när } h \leq 15m \quad (10)$$

$\lambda$	Sivusuhte $d/b$								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
$\leq 1$	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
19	1,40	1,40	1,60	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

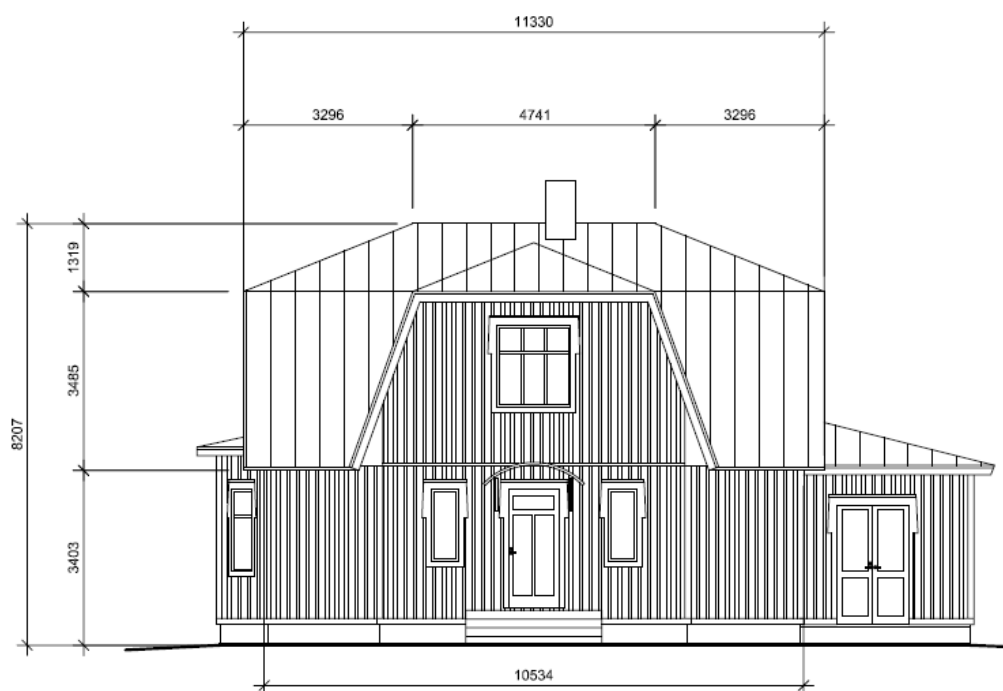
Tabell 2 Kraftvärde  $c_f$  (RIL-205-1-2017, s.43)

z (m)	Maastoluokka				
	0	I	II	III	IV
0	0,66	0,42	0,39	0,35	0,32
1	0,66	0,42	0,39	0,35	0,32
2	0,78	0,52	0,39	0,35	0,32
5	0,96	0,65	0,53	0,35	0,32
8	1,05	0,73	0,61	0,43	0,32
10	1,09	0,76	0,65	0,47	0,32
15	1,18	0,83	0,72	0,55	0,40
20	1,24	0,88	0,77	0,60	0,45
25	1,29	0,92	0,82	0,65	0,50
30	1,33	0,95	0,85	0,68	0,54
35	1,37	0,98	0,88	0,72	0,57
40	1,40	1,01	0,91	0,74	0,60

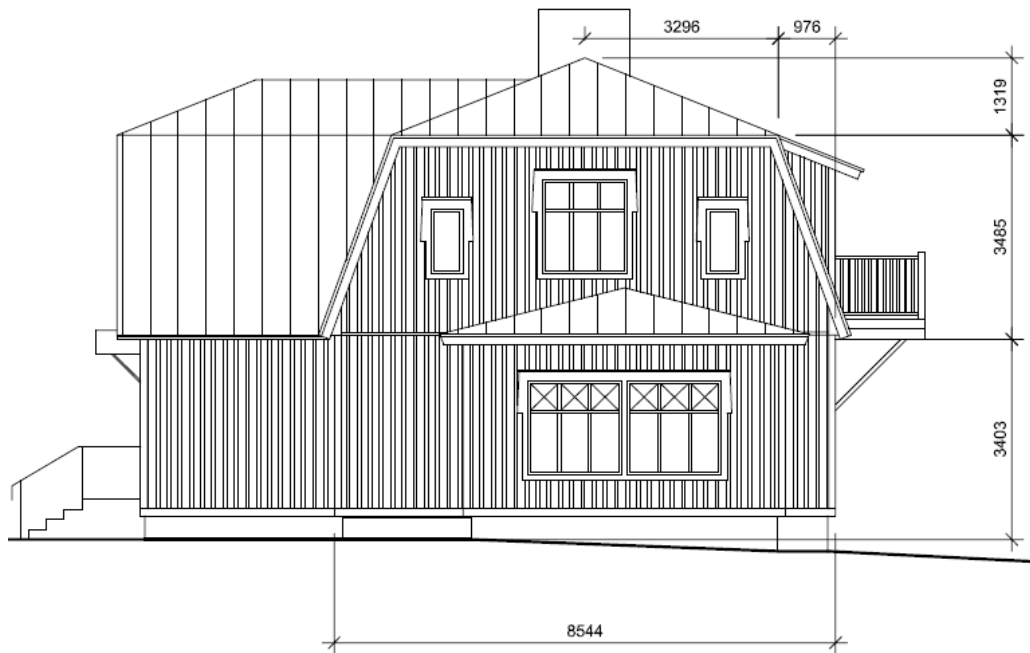
Tabell 3 Vindkraftens värde [ $\text{kN/m}^2$ ] (RIL-201-1-2017, s.137)

För att räkna ut själva vindlasten har jag först kommit fram till att  $c_f = 1,485$  med hjälp av att interpolera talen i tabell 2. För att få reda på  $q_d(h)$  måste man först veta omgivningens klass. I och med att huset befinner sig i ett bostadsområde, hör byggnaden till klass 3. Till följande läser man från tabell 3 fram ett lämpligt värde som skulle passa objektet. Eftersom höjden inte är exakt det som det står i tabellen, har jag med hjälp att interpolera ett exaktare värde  $q_d(h) = 0,43$ .

Efter det skall man räkna ut  $A_{ref}$ , areorna på sidorna för själva huset. I och med att det Holmströmska huset har är ett mansardtak och ytorna är därför inte helt raka, fick pussla ihop en aning med mina uträkningar. Till slut kom jag fram till att långsidan hade en yta på  $85,90\text{m}^2$  och gavlarna  $59,80\text{m}^2$ . Måtten för att räkna ut areorna kan man se på figur 18 och 19.



Figur 18 Fasad mot nordväst med måtten på långsidan. (Ritad av Johanna Nummelin)



Figur 19 Fasad mot sydväst med måtten för gaveln. (Ritat av Johanna Nummelin)

Då kan man med denna information räkna ut att vindlasten som förekommer på långsidan och gavlarna är:

$$F_{w,k} = c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{långsidan} = 1,485 \cdot 0,43 \cdot 85,93 = 54,87kN$$

$$F_{w,k} = c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{gaveln} = 1,22 \cdot 0,43 \cdot 59,80 = 31,37kN$$

Om man jämför dessa två olika svar, kan man konstatera att det kommer mera vindlast på långsidan, vilket är ett faktum. Då ytan är större, leder det naturligtvis till en större belastning på den sidan.

För att byggnaden skall hålla de här vindlasterna, är den förstyvad med hjälp av vindsyddsskivor och gipsskivor. Förstärkningen finns i både taket och i väggarna.



## 9. Avslutning

Detta arbete sammanfattar olika saker man måste ta i beaktande när man tänker på att bygga om ett tak. Det finns en del allmän information, men i detta arbete har huvudfokus varit på hus med mansardtak. En av de viktigaste slutsatserna jag kommit fram till i detta arbete är att man måste isolera på ett korrekt sätt.

Det finns naturligtvis många andra saker som påverkar val av hur man gör och vad som är det smartaste lösningen då man skall underhålla sitt hus och dess tak. Några exempel på detta är att man måste bl.a. ta i beaktande omgivningen, historien, hållfastheten och varför inte också utseendet.

Mansardtak har både för- och nackdelar. Under en renovering skall man förstås försöka lyfta fram alla fördelar man kan få av huset och t.ex. utnyttja de utrymmen man har och kan använda. Därför finns det en del ändringar man brukar göra under dylika renoveringar. Ett av alternativen jag har lyft fram i mitt arbete, är att tilläggsisolera en kall eller delvis kall vindsvåning till ett utrymme som man sedan kan använda till godo hela året om. Det andra alternativet, som belyses i mitt exempelobjekt, är att bygga om hela taket. Då river man helt enkelt bort det gamla taket och man bygger ett nytt.

Den andra processen som är att bygga om hela taket, behöver dock inte vara lika grundlig som den i Holmströmska exemplet. Men med dessa olika ändringar på byggnaden påverkade även hållbarheten av konstruktionen på ett positivt sätt. Med hjälp av uträkningar jag gjort, såsom U-värden och snölast, där jag jämfört med gamla tal, kan man konstatera att denna ändring har gjort byggnaden mycket bättre.

Avslutningsvis kan jag konstatera att en ombyggnad av ett äldre hus lönar sig för att underhålla huset, men det finns en hel del olika lösningar till hur man kan renovera. En del av faktorerna som möjligtvis kan påverka beslut, kommer från kommunens sida och Finlands byggbestämmelser men husägaren har nog även möjlighet att påverka huvudprocessen.

## Källförteckning

*Byggnadsteknikens grunder*. Kompendium i byggnadsteknik, (icke publicerad). Kungl Tekniska Högskolan, Avdelning för byggnadsteknik 1994

Heinström, S., 2015. *Planering av taklykta i småhus*. Raseborg: Lärdomsprov för byggnadsingenjörsexamen. Yrkehögskolan Novia, Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik.

Holmström, Bengt., Exempelobjektets hus ägare (intervju), 16.12.2016.

Miljöministeriet, 2010. *Snölast och takkonstruktioner*. [Online]  
<http://www.ym.fi/download/noname/%7BAA420CA2-95C9-4702-81F4-BF779AAAE1F0%7D/32574> [hämtat 1.2.2017]

Nevander, L-E. & Elmarsson, B., 2007. *Fukthandbok* (3. uppl.) Svenska Byggtjänst AB

*Pientalon vesikatto- ja ulkoverhoustyöt, Talorakentajan käsikirja 4* (u.å.). (4. uppl.) Esbo: Rakentajan tietokustannus Oy

RIL-201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL oy, 2017 Grano Oy

RIL-205-1-2017, Puurakenteiden suunnitteluohje, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL oy, 2017 Grano Oy

RT RakMK-21099, C2 (1999). *KOSTEUS*, Rakennustieto Oy

RT 38504 (2014). *Ekovilla-lämmöneristeet*, Ekovilla Oy. Rakennustieto Oy

RT 38819 (2016). *LEIJONA-LEVYTT*, Suomen Tuulileijona Oy. Rakennustieto Oy

RT 85-10495 (1993). *Puuristikot ja -kehät*. Rakennustieto Oy

RT 85-10738 (2000). *Vesikaton korjaus*. Rakennustieto Oy

Rakentajat (u.å.) *Valoisa, viihtyisä ullakko VELUX kattoikkunoilla*. [Online]  
<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/Velux/velux1.htm> [hämtat 16.12.2016]

Sepa Oy (u.å.) *Kehäristikko* [Online]  
<http://www.sepa.fi/kattoristikot/keharistikko> [hämtat 24.10.2016]

Sepa Oy (u.å.) *Mansardiristikko* [Online]  
<http://www.sepa.fi/kattoristikot/mansardiristikko> [hämtat 24.10.2016]

Stockholms läns museum (u.å.) *Takformer*. [Online]  
<http://old.stockholmslansmuseum.se/faktabanken/takformer-historik/> [hämtat 31.1.2017]

Sundström, S., Svensson, T. & Jonsson, J., 2009. *Byggteknik* (1. uppl.) Liber

Teri-Talot (u.å.) *Talomallit tarpeidesi mukaan*. [Online]  
[http://www.teritalot.fi/talomallit-tarpeidesi-mukaan/?fwp\\_house\\_types=mansardikattoinentalo&fwp\\_house\\_style=klassiset-talomallit](http://www.teritalot.fi/talomallit-tarpeidesi-mukaan/?fwp_house_types=mansardikattoinentalo&fwp_house_style=klassiset-talomallit) [hämtat 13.3.2017]

TräGuiden (u.å.) *Tak - form, material och konstruktion*. [Online]  
<http://www.traguident.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomkomplettering/tak/form-material-och-konstruktion/> [hämtat 9.10.2016]

Vårt nya hus (u.å.) *Dags att välja tak*. [Online]  
<http://www.vartnyahus.se/bygga/dags-att-valja-tak/> [hämtat 24.10.2016]

Wikipedia (u.å.) *Mansard roof*. [Online]  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Mansard\\_roof](https://en.wikipedia.org/wiki/Mansard_roof) [hämtat 30.8.2016]

Wikström, Mikael., Byggnadstillsynschef i Ingå (intervju), 17.02.2017.

Ympäristö (u.å.) *Kattojen peruslumikuorma*. [Online]  
<http://wwwi2.ymparisto.fi/i2/kattolumikuorma.html#1955> [hämtat 12.3.2017]

## Finlands författningssamling

Finlands Byggbestämmelsesamling. *C Isolering. C4 (2003) Värmeisolering*. Miljöministeriet, Bostads-och byggnadsavdelningen.  
<http://www.finlex.fi/data/normit/1931/C4r.pdf> [hämtat 6.2.2017]  $q_k = \mu_i \cdot S_k \cdot C_e$

Finlands Byggbestämmelsesamling. *D3 (2012) Byggnaders energiprestanda*. Miljöministeriet, Avdelning för den byggda miljön.  
[http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012\\_Svenska.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Svenska.pdf) [hämtat 31.1.2017]

## Bilaga 1

### Intervjufrågor till Holmströmska huset 16.12.2016

1. När är det ursprungliga huset byggt?
2. Varför ville ni/behövde ni renovera ert hus?
3. Vad innebär processen inför byggandet?
  - olika lov: rivning, ombyggnad, osv.
  - beställning av takstolar
  - annat viktigt?
4. Berätta om själva byggandets process
  - rivning, grunden, nya delarnas stomme, takstolarna.
  - Vad är dom största förändringarna?
5. Resultatet, blir det som planerat från början?
6. Vad var svårast?

## Bilaga 2

### Intervjufrågor till Ingå byggnadstillsyn, Mikael Wikström 17.02.2017

#### Allmänt:

1. Vad finns det för krav för att bygga om/renovera ett mansardtak då man tilläggsisolerar?  
Med tanke på hur mycket måste man isolera t.ex. en vindsvåning om det varit kallt utrymme? Men även andra krav som ställs från kommunens sida?
2. Hur varierar dessa krav med krav från att bygga om taket helt, med hela processen från att riva taket och bygga nytt tak med nya takstolar?
3. Hur mycket skiljer sig energikraven i de två olika metoderna?
4. Vad är era tankar om dessa två olika metoder överlag?
5. Används de ofta och i så fall vilkendera är mera använd?
6. En fråga allmänt om mansardtak, vad är det vanligaste som ni märkt att man använder till för att få ljus in i bygganden på långsidorna av ett hus på andra våningen; taklykta, takfönster eller balkong? På både gamla och nyare hus som har mansardtak.

#### Om exempelobjektet:

1. Min fråga för er skulle vara om det fanns några speciella krav för detta objekt?
2. Vad var isoleringskraven? Hur varierar de från ett helt nytt hus eller ett renoveringsobjekt där man bara skulle ha tilläggs isolerat?
3. Vad är annars vanliga krav som sätta på renoveringsobjekt där man renoverar ett mansardtak eller allmänt måste underhålla sitt tak?