

Väderskydd, utveckling av väggelement till PROxA- väderskyddstak

Christoffer Häggblom

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Vasa 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Christoffer Häggblom
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktning/alternativ/Fördjupning: Byggnadskonstruktion
Handledare: Kimmo Koivisto
Beställare: Kas-Telineet Oy

Titel: Väderskydd, utveckling av väggelement till PROxA-väderskyddstak

Datum 9.5.2014 Sidantal 32 Bilagor 1

Abstrakt

I detta examensarbete berättas det allmänt om väderskydd. I första delen av arbetet presenteras vad ett väderskydd är och olika typer som finns i Finland tas upp. I den andra delen berättas om utvecklingen av nya väggelement till Suojatuotes väderskyddstak PROxA.

Syftet med detta arbete är att läsaren skall få en inblick i vad ett väderskydd är och hur de används, men även vilka produkter som finns på marknaden i Finland. Det andra syftet är att uppdragsgivaren Kas-Telineet skall få en ny produkt i form av väggelement som är kompatibla med väderskyddstaket PROxA som dem använder.

För att förverkliga detta examensarbete har jag studerat olika uthyrares webbsidor om deras väderskydd och allmän litteratur om väderskydd. För att utveckla väggelementen har jag använt mig av eurokoderna till planeringen och dimensioneringen.

Resultatet blev en allmän del om väderskydd och i den andra delen tre olika konstruktionsalternativ till väggelementen till PROxAs väderskyddstak. Även enkla beräkningar enligt eurokoden finns till dessa konstruktionsalternativ.

Språk: svenska Nyckelord: väderskydd

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Christoffer Häggblom
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Suunatutumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:	Rakennesuunnittelu
Ohjaajat:	Kimmo Koivisto
Tilaaaja:	Kas-Telineet Oy

Nimike: Sääsuojat, seinäelementtien kehittäminen PROxAn sääsuojakattoon

Päivämäärä 9.5.2014

Sivumäärä 32

Liitteet 1

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kerron yleissääsuojuuksesta. Ensimmäinen osa työstä kertoo, mitä sääsuoja on ja sitten mitä erilaista tyyppiä on Suomessa. Toisessa osassa kerron uudesta seinäelementtien suojatuotteen PROxA sääsuojakaton kehityksestä.

Tämän työn tarkoituksena on antaa lukijalle tietoa siitä, mitä sääsuoja on ja miten sitä käytetään sekä tuotteista, jotka ovat markkinoilla Suomessa. Toinen on, että Kas-Telineet saavat tuotteen seinäelementtien muodossa, jotka ovat yhteensopivia PROxAn sääsuojakaton kanssa jota he käyttävät.

Tämän opinnäytetyön toteuttamiseksi olen tutkinut eri vuokraamojen Internetsivustoja heidän sääsuojuuksesta ja yleisen kirjallisuuden sääsuojuuksesta. Jotta voitaisiin kehittää seinäelementit, olen käyttänyt eurokoodeja suunnittelussa ja mitoituksessa.

Tuloksena oli yleiskuva sääsuojusta ja toisessa osassa kolme eri suunnitteluvaihtoehtoa seinäelementeistä PROxAn sääsuojuukseen. Jopa yksinkertaiset laskelmat ovat mukana suunnitteluvaihtoehdoissa.

Kieli: Ruotsi Avainsanat: Sääsuojat

BACHELOR'S THESIS

Author: Christoffer Häggblom
Degree program and location: Building engineering, Vaasa Finland
Specialization: Structural design
Supervisors: Kimmo Koivisto
Commissioner: Kas-Telineet Oy

Title: Weather protection, development of wall elements for PROxA-weather protection roof

Date 9.5.2014 Number of pages 32 Appendices 1

Summary

This thesis describes weather protection in general. The first part explains what weather protection is and what different types of weather protection there are in Finland. The second part describes the development of new wall elements for Suojatuote's weather protection roof PROxA.

The purpose of this thesis is that the reader should get an insight into what weather protection is and how it is used and also which different products there are in Finland. The other purpose is that the commissioner Kas-Telineet should get an insight into which different types of weather protection there are in Finland and their qualities. Kas-Telineet also wants to get a new product in the form of wall elements which are compatible with the PROxA weather protection roof that they are using.

To fulfill the purpose of this thesis I have studied weather protection on different providers' web pages, as well as general literature about weather protection. For the development of the wall elements, I used the Euro codes for the planning and calculations.

The result is a general part about weather protection and in the second part the result is three different wall element construction alternatives for the PROxA weather protection roof and simple calculations for these construction alternatives.

Language: Swedish Key words: weather protection

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Uppdragsgivare.....	1
1.3	Målsättning	1
1.4	Planering av arbetet	2
2	Allmänt om väderskydd	3
2.1	Vad är ett väderskydd?	3
2.2	Olika typer av väderskydd	3
2.2.1	Fasadväderskydd på ställning.....	4
2.2.2	Takväderskydd	5
2.2.3	Klättrande väderskydd.....	6
2.2.4	Fristående hallar	7
2.2.5	Lokal intäckning (små väderskydd)	8
2.2.6	Provisoriska lager/produktionshallar, väderskyddstält.....	9
2.3	Varför använda väderskydd?	10
2.3.1	Positiva faktorer.....	10
2.3.2	Negativa faktorer	11
2.3.3	Klimatet	12
2.4	Vintertid	13
2.5	Faktorer vid val av väderskydd.....	13
2.6	Planering av väderskydd	14
2.6.1	Dimensionering	15
3	Produkter	16
3.1	Gibson.....	16
3.1.1	Gibson system	16

3.1.2	Gibson Tower	16
3.2	Layher	17
3.2.1	IH kasett.....	17
3.2.2	Keder roof system.....	17
3.2.3	Protect-skyddvägg	19
3.3	ALTRAD plettac assco	19
3.3.1	Plettac	19
3.4	Rami-skydd	19
3.5	M 12.....	20
3.6	LGS.....	20
3.7	Fasadskydd.....	20
3.8	PVC-hallar	20
4	PROxA väderskydd	22
4.1	Montering.....	22
4.2	Referenser	24
5	Väggelement till PROxA-väderskydd	26
5.1	Bakgrund.....	27
5.2	Dimensionering.....	28
5.2.1	EN 1999-1-1	28
6	Sammanfattning.....	31
6.1	Resultat	31
6.2	Utvecklingsförslag	32
7	Källförteckning.....	32

Bilagor

Bilaga 1	Dimensionering av väggfackverk till PROxA-väderskyddstak enligt eurokod 1999-1-1
----------	--

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Användningen av väderskydd blir mer och mer vanligt i Finland och de övriga nordiska länderna. I detta examensarbete berättas det allmänt om väderskydd och vilka olika typer av väderskydd som används i Finland. Det presenteras även vilka olika produkter som finns att tillgå från finska uthyrare och kort om de olika väderskyddens egenskaper.

Kas-Telineet vill ha ett väderskyddstält som baserar sig på PROxAs väderskyddstak och det innebär att de vill ha väggelement som går att kombinera med detta ovannämnda väderskyddstak. Det innebär då att de får ett väderskyddstält som är anpassningsbar på höjden, spännvidden och längden.

1.2 Uppdragsgivare

Min uppdragsgivare är Kas-Telineet i Kaskö. Kas-Telineet har kontor även i Helsingfors, Tammerfors, Björneborg, Vasa och Uleåborg. Kas-Telineet grundades 1983 av Pertti Rantakoski i Kaskö. Deras inriktning då var underhålls- och reparationsarbeten vid pappersmassafabriken Metsä-Botnia i Kaskö. Företaget genomgick en generationsväxling 2011 då sönerna Kari Rantakoski och Kasper Rantakoski tog över företaget efter Pertti.

Idag erbjuder Kas-Telineet ställningar, väderskydd och lågspänningsljus i hela Finland. De erbjuder också sina tjänster i Sverige och Norge. De fokuserar på underhåll inom kraftverk, pappersmassa fabriker och industrin. Kas-Telineet Oy hör under Kas-Holdings koncernen.¹

1.3 Målsättning

Målsättningen med detta arbete var att få upp en allmänbild om väderskydd, vad det är och vilka olika väderskydd som finns på marknaden idag. Det innebär att söka upp vilka olika typer som finns hos uthyrarna i Finland och redogör för väderskyddens olika egenskaper. Det berättas även om Suojatuotes produkt PROxA-takväderskydd.

¹ Personlig kommunikation med Kari Rantakoski 27.2.2014

I andra delen av detta examensarbete var målet att utvecklas nya väggelement som baserar sig på PROxA-väderskyddet. Väggelementen ska kunna anpassas till en vägghöjd på tre och sex meter. Även idéer på lösningar på väggelement i gavel och dörrlösningar ska tas fram.

1.4 Planering av arbetet

Den allmänna delen om väderskydd kommer främst från litteratur och olika hemsidor på Internet. På Internet finns många broschyrer om de olika väderskydden och olika tekniska data om dessa väderskydd.

Till produktutvecklingen ska jag diskutera med uppdragsgivaren om olika lösningar och ta till hjälp eurokoderna för dimensioneringen av väggelementen.

Problematiken med nyutvecklingen är att dimensioneringen. Standarden som gäller väderskydd kommer att ges ut först under hösten 2014. Till dimensioneringen av väggelementen har Eurocode 1999-1-1 använts för att kontrollera aluminiumets bärighet.

2 Allmänt om väderskydd

Detta examensarbete handlar om väderskydd som används inom byggbranschen. Det redogörs bara för tillfälliga konstruktioner som används för att skydda olika byggprojekt från väder.

2.1 Vad är ett väderskydd?

Ett väderskydd är en tillfällig konstruktion som inte är dimensionerad för full snö och vindlast. Väderskyddet är till för att skydda ett byggprojekt och arbetarna från väder, såsom snö, is, frost, regn, vind och starkt solljus. Meningen med att använda ett väderskydd är att förbättra miljön och säkerheten på byggarbetsplatsen för arbetarna genom att stänga ute vädrets faktorer. Väderskyddet förbättrar även kvaliteten på projektet genom att fukt inte tränger in i öppna konstruktioner när det stänger ute regnet och det höjer stämningen hos arbetarna när de inte behöver röja snö och is från ställningar och plattformar vintertid. Väderskyddet tar även bort det säsongstonade arbetet och tillåter en kortare produktionstid genom att olika arbetskedan kan utföras vilken årstid som helst inuti väderskyddet.¹

2.2 Olika typer av väderskydd

Det finns olika typer av väderskydd och de kan kategoriseras som följande:

- Fasadväderskydd på ställning
- Takväderskydd
- Mobila takväderskydd
- Klättrande väderskydd
- Fristående hallar
- Lokal intäckning (små väderskydd)
- Provisoriska lager/produktionshallar

Nedan förklaras mera ingående om de olika väderskydden.²

¹ Säasuojuuksen ohjekirja (u.å.) s. 3

² Fuksäkerhet.se (u.å.)

2.2.1 Fasadväderskydd på ställning

Med fasadväderskydd menas att man fäster en duk eller skivor på ställningar som byggs upp utmed fasaden på en byggnad.¹ Materialtillförseln till bygget sker normalt med en bygghiss som placerats inuti eller utanför väderskyddet.¹



Figur 1. Fasadväderskydd på ställning. Bilden hämtad från www.fuktsakerhet.se.

¹ Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 10–11

2.2.2 Takväderskydd

Det finns många olika typer av takväderskydd. Det kan vara fasta takväderskydd eller väderskydd som lyfts på plats. Även mobila takväderskydd finns.

- Takväderskydd som lyfts på plats

Med detta menas att man bygger projektets blivande tak före stommen på projektet monteras upp. Under stomskedet på projektet så har man taket till förfogande att lyfta på som skydd under nätter och helger. Man har byggt taket så att det enligt standard är vattentätt och efter arbetsdagen eller till helgen lyfter man på taket på stommen som skydd för regn och snö. Detta används främst av företag som levererar prefabricerade småhus eller volymelement för våningshus.¹

- Fasta takväderskydd

Takväderskyddet består av en bärande ramkonstruktion av aluminium eller stål där man fäster antingen en duk eller plastpaneler. Man fäster skyddet antingen i stommen på byggprojektet eller på ställningar bredvid stommen. Detta skydd lämpar sig vid takrenovation och dylika arbeten. Materialhanteringen försvåras om man täcker in hela taket och man måste ta bort duken eller skivorna för att få in material genom taket. Även om man bara täcker in delar av taket så måste man flytta hela skyddet med kran vartefter arbetet fortgår.²

- Mobila takväderskydd

Mobila takväderskydd är samma som fasta takväderskydd, men i stället för att fästa dem direkt i ställningarna förser man ramkonstruktionen med hjul som rullar på en räls som man fäster på ställningarna. Med detta skydd behöver man inte täcka in hela projektet utan kan anpassa väderskyddet och placera det där arbetet pågår. Materialhanteringen underlättas även då man kan flytta väderskyddet och göra öppningar i taket, så man slipper att lyfta in material genom taket. Man kan lätt koncentrera skyddet till ställen där arbetet pågår och man flyttar lätt taket med arbetet när det går på hjul.^{1 3}

¹ Fuksäkerhet.se (u.å.)

² Fuksäkerhet.se (u.å.)

³ Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 11



Figur 2. Ett mobilt takväderskydd som lyfts på plats. Bilden hämtad från www.byggstallning.se.

2.2.3 Klättrande väderskydd

Klättrande väderskydd är ett nyutvecklat system, även kallad Gibson Tower. Ett takväderskydd ansluts till torn och kan lyftas upp med kran eller med hydraulik vartefter byggprojektet fortskrider. Väderskyddet stabiliserar i byggets stomme vartefter man lyfter upp taket. För att underlätta materialtransporten uppifrån kan man använda ett mobilt takväderskydd som man öppnar enligt behov. Vertikala ytor kan täckas in med normalt fasadväderskydd efteråt enligt behov. Klättrande väderskydd kan även utrustas med en travers.^{1 2}

¹ Fuksäkerhet.se (u.å.)

² Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 11



Figur 3. Ett klättrande väderskydd. Bilden hämtad från www.mfbmiks.se.

2.2.4 Fristående hallar

Fristående hallar är ett väderskydd som består av en självstabiliserande stomme som uppförs till full höjd innan byggprojektet påbörjas och väggar och tak täcks in med en duk. Vanligt är att man har en travers inuti dessa hallar, för man kommer inte in med en kran utifrån och material fås in genom öppningar i gavlarna.^{1 2}

¹ Fuksäkerhet.se (u.å.)

² Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 11

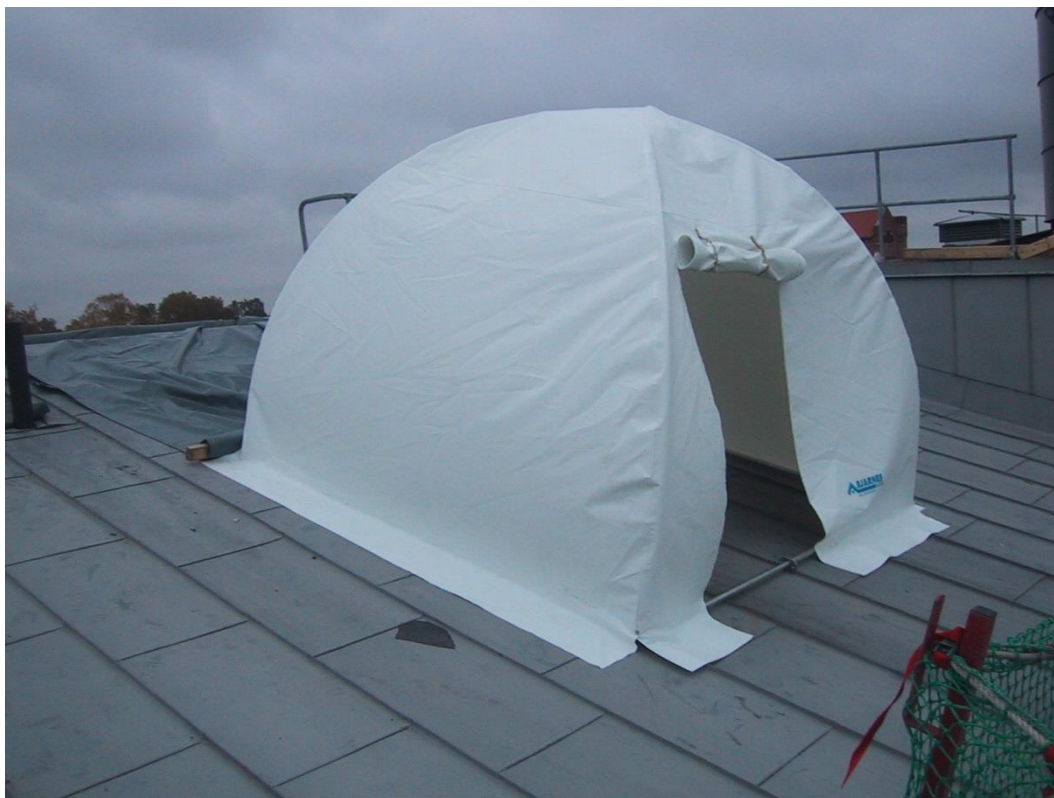


Figur 4. Inuti ett väderskydd med självstabiliserande stomme. Bilden hämtad från www.britek.se.

2.2.5 Lokal intäckning (små väderskydd)

Av lokal intäckning finns det många olika sorter på marknaden och dessa används vid små arbeten såsom lokala takreparationer eller vid nya genomföringar i tak. Dessa används också vid fönsterreparationer eller fönsterbyten så man täcker in fönstret, samt även vid gatuarbeten och dylikt vid t.ex. svetsning av anslutningar och dylika arbeten, då oftast i form av små tält.¹

¹ Fuksäkerhet.se (u.å.)



Figur 5. Lokal intäckning vid takarbetet. Bilden hämtad från www.vaderskydd.unc.se.

2.2.6 Provisoriska lager/produktionshallar, väderskyddstält

Provisoriska lager/produktionshallar/väderskyddstält är en ramkonstruktion som kläs in med en duk och används ute på fältet som tillfälliga lagerhallar eller produktionshallar.¹

Dessa PVC-hallar kan fås i olika spännvidder och höjder och kan anpassas enligt behov. Det finns olika tillvals möjligheter till PVC-hallarna såsom, olika dörrar, belysning, ventilering, uppvärmning, innertak, färger och möjligheter att få företagets egna logo på hallen.²

¹ Fuktsäkerhet.se (u.å.)

² Lainapeite Oy 2012



Figur 6. En PVC-hall. Bilden hämtad från www.tmpromo.ee

2.3 Varför använda väderskydd?

Väderskydd används för att skydda byggprojektet från väder och för att förbättra miljön och säkerheten för arbetarna, men även för att skydda miljön utanför väderskyddet från damm och dylikt vid reoveringar. Fördelarna och nackdelar finns med väderskydd och många är specifika för olika projekt. Nedan räknas upp några för- och nackdelar med väderskydd.

2.3.1 Positiva faktorer

- Ökad produktivitet

Produktionstiderna minskar då avbrotten på grund av att väderstörningarna försvinner. Man kan använda hela arbetsdagen effektivt då man inte behöver täcka in känsliga delar i bygget vid arbetsdagens slut och därmed inte behöver använda tid av dagen för att avtäcka dessa delar vid dagens början.¹

¹ Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 13

- Förbättrad arbetsmiljö

Majoriteten av arbetarna på arbetsplatsen har en positiv inställning till den förbättrade arbetsmiljön under väderskyddet. Säkerheten förbättras då man arbetar på torra ytor och man får en mindre halkrisk. Det blir lättare att hantera materialen då de är torra och isfria och väderskyddet stänger ute vinden. Elektriska maskiner arbetar bättre i en torr miljö och man undviker stötar från fuktig elektronik.¹

- Högre kvalitet

Man undviker att få fuktskador på den blivande byggnaden då regn och snö inte kommer in i konstruktionen. Produktionen kan ske i rätt ordning och bygg felen minskar.¹

2.3.2 Negativa faktorer

- Kostnader

Det är svårt att bedöma kostnaderna med att använda eller inte använda ett väderskydd. Kostnaden för hyran av ett väderskydd är högre än de direkt mätbara besparingarna, men då är inte beaktat besparingarna för ökad produktivitet, förbättrad arbetsmiljö och högre kvalitet och de under entreprenörens gynnsammare förutsättningar är inte medtagna.¹

- Sommartid

Under sommaren kan det fort bli varmt inuti väderskyddet och då måste man se till att ventilationsmöjligheter finns så man får ut den varma dåliga luften och in ny frisk luft utifrån väderskyddet. I vissa fall har även problem med buller noterats.¹

¹ Väg- och vattenbyggaren 2/2005 s. 13–14

2.3.3 Klimatet

I Norden har vi fyra årstider och förut var arbetet inom byggnadsbranschen väldigt säsongsbetonat, vilket resulterade i att tiden för att färdigställa ett projekt tog ganska lång tid. I dagens läge när tid betyder pengar hinner man tyvärr inte med denna metod lika bra som förr och även fastän man gör upp goda tidsplaner och försöker anpassa byggets skeden med de olika årstiderna, är detta inte möjligt i många fall.

2.3.3.1 Nederbörd

Den årliga nederbörden i Finland varierar mellan ca 500–650 mm. I Lappland har man den minsta nederbördsmängden per år medan de mellersta och södra delarna av landet har de största nederbördsmängderna per år.¹

Regn förekommer mest på sommaren och hösten. På sommaren är antalet nederbördsdagar färre än på hösten, men dygnsnederbördsmängderna är störst i regnskurarna under sommaren, mest under juli–augusti. Hösten har flera nederbördsdagar men mindre dygnsnederbördsmängd.¹

På vinter kommer nederbörden oftast i form av snö och i Lappland är marken snötäckt under mer än hälften av året. Snötäcket minskar längre ner mot syd och sydväst och på sydvästkusten är marken oftast snötäckt under tre till fyra månader per år. Snötäcket är tjockast på vårvintern, mars–april.¹

2.3.3.2 Utvecklingen av klimatet

Klimatet i Finland förändras och utgående från kalkyler och olika scenarion har man dragit slutsatser om att klimatet kommer att ändras på följande sätt:

- Vintertemperaturerna kommer att höjas och perioder med högsommarvärme blir vanligare.
- Nederbörden kommer att bli rikligare, främst under vintern och då allt oftare i form av regn. Störtregnen under sommaren kommer att bli kraftigare. På vintern och våren kommer de längsta perioderna utan nederbörd att bli något kortare.
- På hösten och vintern kommer vinden att blåsa kraftigare än vad den gör idag.

¹ Ilmasto-opas.fi (u.å.)

- Perioden med snötäcke på marken kommer att bli kortare och snöns vattenvärde och tjocklek kommer att minska.¹

Byggen kommer även i framtiden att vara kraftigt utsatta för väder då vi kommer att få kraftigare störtregn på somrarna, starkare vindar på höst och vinter tillsammans med regn och snö, samt slaskigare väder då temperaturen höjs.¹

2.4 Vintertid

Att bygga vintertid ökar kostnaderna jämfört med att bygga på sommaren. Procentuellt ökar kostnaderna vintertid för grundarbeten med 13 – 15 % och stommearbeten ökar med 5,5 – 7,5 %.²

Användningen av ett bra planerat väderskydd sparar kostnader för ett byggprojekt vintertid. Arbetstidsåtgången minskar och effektiviteten ökar och dagar med frost och nederbörd minskar med användningen av väderskydd. Arbetstidsplanen kan gå snabbare och man behöver inte utföra små arbetskedan som till exempelvis snöröjning eller uppvärmning av formor.²

2.5 Faktorer vid val av väderskydd

Man bör genast vid planeringen av ett byggprojekt ta upp frågan om man skall använda väderskydd eller inte och bedöma riskerna om man inte använder ett väderskydd. Klart är att den ekonomiska biten slutligen avgör om man ska ha väderskydd eller inte.³

När man har bestämt att ett väderskydd skulle ge intressanta fördelar för byggprojektet, gäller det även att bestämma vilken typ av väderskydd som passar bäst för aktuellt byggprojekt. Några saker man bör tänka på vid val av väderskydd är följande:

- Materialhanteringen. Vilka typer av material ska föras in och ut ur tältet, kommer det tunga lyft, vilken typ av lyftutrustning kan användas och hur mycket utrymme kommer det att finnas inuti och utanför väderskyddet.
- Logistik. Godsmottagning.
- Integrering av arbetsplattformar.
- Belysning.

¹ Ilmasto-opas.fi (u.å.)

² Ratu C8-0377 2010

³ Väderskyddsbroshyr (u.å.) s. 4

- Luftomsättning.
- System för uppvärmning.
- Metoder för snöröjning.¹

2.6 Planering av väderskydd

Vid planering av väderskyddet bör man ta i beaktande säkerheten runtom och inuti väderskyddet. Väderskyddet skall planeras och dimensioneras av en kompetent person. Sääsuojaksen ohjeuskirja ger en minneslista på vad man bör beakta redan vid planeringen av ett väderskydd.²

- Kundens behov/skyddets användning.
- Skyddets dimensioner, placering och användningstid.
- Skyddas projektet/byggnaden helt eller i delar.
- Finns det behov av att flytta eller öppna skyddet?
- Monteras väderskyddstaket på marken, på byggnadens tak eller på byggnadsställningar?
- Väderskyddets förankring.
- Eventuella gatutillstånd, trafikmärken och trafikvägledning.
- Tillräckligt monteringsutrymme inuti väderskyddet:
 - passager och trafik
 - träd, elledningar osv.
- Erforderliga lyftdon och personlyftar, arbetsplattformarnas bärlighet.
- Material- och transportlådornas lagring på arbetsplatsen.
- Belysning och dess placering.
- Vatten, snö eller is som faller av taket.²

¹ Väderskyddsbroshyr (u.å.) s. 4

² Sääsuojaksen ohjeuskirja (u.å.) s. 10

2.6.1 Dimensionering

Det finns ännu ingen utgiven SFS-Standard för väderskydden, men Sverige leder ett arbete med SIS (Swedish Standard Institute) om att utveckla en ny standard om väderskydd. Den nya standarden kommer att heta ”Temporära konstruktioner – Väderskydd – Krav och utförande SS-EN 165108” och publiceras under hösten 2014.¹

Ett väderskydd är en tillfälligt flyttbar konstruktion som inte behöver dimensioneras som en fast permanent byggnad. Väderskyddet skall dimensioneras mot vind- och snölast som blir aktuella för skyddet. De varierande årstiderna sätter sina egna krav på skyddet och under t.ex. hösten och vintern kräver oftast skyddet en mer omfattande konstruktion och starkare förankring.²

Minimikraven på laster som skyddet skall dimensioneras för är en vindlast på 0,4 kN/m² och en snölast på 0,25 kN/m². Skyddets skall förankras på ett sådant sätt att det motstår väderleksförhållandena som råder under skyddets användning.³

En stor risk med användning av väderskydd är ras av vattensamlingar, snö eller is som lagrats upp på väderskyddstaket. Man bör avlägsna detta på ett så säkert sätt som möjligt och begränsa området på marken runtom takskyddet, så att obehöriga inte riskerar att skadas av snö- eller isras.³

¹ Byggnadsarbetaren.se 2013

² Säasuojuuksen ohjekirja (u.å.) s. 3

³ Säasuojuuksen ohjekirja (u.å.) s. 12

3 Produkter

I Finland finns ett antal företag som hyr ut väderskydd och de har olika typer av väderskydd i utbud. Nedan kommer en översikt om vad som finns att tillgå i Finland.

3.1 Gibson

Lainapeite Oy som hör till NSS koncernen hyr ut Gibsons väderskydd i Finland. Gibsons väderskydd är två uppbyggd med två system, taket, Gibson system och tornen, Gibson Tower som lyfter upp taket med hjälp av hydrauliska pumpar eller kranar vartefter arbetet skrider under väderskyddet.¹

3.1.1 Gibson system

Gibson system är ett lätt flexibelt väderskyddstak som lämpar sig vid skydd av på marknivå, men kan även anpassas för alla typer av byggnadsverk. Taket kan även lätt fästas på byggställningar och på räls så man får ett mobilt väderskydd. Taket består av en aluminiumram som täcks in med en armerad brandsäker PVC-duk. Taket väger cirka 0,65 kg/m². Modullängden på taket är fem meter och spännvidder finns mellan 8 m till 22 m. Vägghöjden fås mellan 1,4 meter till 6 m.²

3.1.2 Gibson Tower

Gibson Tower system är en avancerad version som består av torn som väderskyddstaket är fast i. I dessa torn finns maskiner som lyfter upp taket i takt med byggprojektet. Gibson Tower kan utrustas med en travers som klarar en vikt på upp till 3,2 ton och med denna behövs då ingen utomstående kran vid lyft. Även om man inte kan använda traversen vid lyft så får man enkelt öppningar i taket i vilka lyften då kan göras. Arbetsplattformarna kan anpassas så att de följer med i upphöjningen av väderskyddet så att man frigör utrymme på marknivå och man således inte behöver bygga ställningar runtom bygget.¹

¹ Lainapeite Oy 2012

² Lainapeite Oy 2012

Gibson Tower system fås i spännvidder mellan 10 m till 23,5 m och en modullängd på 5 m. Väggarnas höjd finns i två, tre, fyra och fem meter. Tornens c/c avstånd beror på platsens läge och hur skyddad systemet är från väder och vind. Lyftmaskinernas kraft är på 0,75 kW och dessa lyfter taket med en hastighet på en meter/minut. Traversen kan fås med en lyftkapacitet på upptill 3200 kg.¹

3.2 Layher

Layher är ett tyskt familjeföretag som specialiserat sig på ställningar och väderskydd. De flesta ställningsuthyrarna i Finland har Layhers produkter i sitt sortiment. Dessa är uppbyggda på modulsystem som lätt kan anpassas enligt behov och taken kan lätt kombineras med byggställningarna.¹

3.2.1 IH kasett

IH-kasetttaket är uppbyggt med ett stålfackverk och är motståndskraftigt mot vind och snölast. Taket är uppbyggt på ett modulsystem och kan lätt monteras på marken innan man lyfter upp det på exempelvis Layher byggställningar. Taket kan lätt öppnas för att kunna utföra olika lyft genom taket. Taket kan fås i spännvidder upptill 27,1 m och med speciallösningar upptill ännu större spännvidder.²

3.2.2 Keder roof system

Layhers keder taksystem är ett lättviktigt tak i aluminium som kan monteras på marken utan kran. Taket finns i en KH-modell och i en KH-XL-modell. Den vanliga KH-modellen tillåter en spännvidd på upp till 18 m och XL-modellen tillåter spännvidder på upp till 38 m.³

Taket är uppbyggt på ett modulsystem som gör monteringen enkel. Den kan utföras på marknivå. Modullängden på taket är antingen 2,57 m eller 2,07 m för att lätt kunna anpassas med Layhers byggställningar.²

¹ Layher 2013

² Telinekataja Oy (u.å.)

³ Layher protective systems catalogue 2013 s. 25

Taket täcks in med en PVC-duk och klarar en snölast på upp till 0,25 kN. Vid större snölaster måste man frigöra taket från snö. Konstruktionen är designad så att var femte modul är fullt stagad med vindstag i form av fackverk. Detta gör att man behöver mindre vanliga strävor i de andra modulerna.²

Modulsystemet har iföringsanslutningar eller ”snap-on-anslutningar” och gör att monteringen går fort och enkelt. Taket väger cirka åtta kg/m² så inget tungt fysiskt arbete krävs. Alla delar i taket är utformade så att de är lätta och tar upp så lite plats som möjligt så att inga stora krav ställs på lagerutrymmen av takdelarna. Layher keder är ändamålsenligt vid korta användningstider. Taket kan lätt byggas ihop med Layhers byggställningar och med en räls fås även att taket blir mobilt. Taket kan även anpassas till en fristående hall och väggarna kan göras upp till 12 meter utan extra förstövningar.²

Förankring sker med förankringsvikter när man använder skyddet på marken och när man skyddar en byggnad förankrar man oftast taket i ställningar runt om byggnaden och ställningarna är förankrade i byggnaden.¹

Till intäckning av väderskyddet används på ställningarna en presenning som väger ca 160 g/m² och taket täcks in med en PVC-duk som väger ca 400 g/m².²

Till montering av ett väderskydd behövs beroende på tidpunkt och omständigheten en grupp på två till fyra monterare.¹

Ramen på taket väger ca 9–11 kg/m². Priset på detta tak är såklart specifika från fall till fall beroende på takets omfattning, i vilket område det används och hurudant byggprojektet ser ut, men som en uppskattning av priset kan man säga att för taket kostar monteringsarbetet ca 16 €/m² och dagshyran 0,18 €/m²/dygn. Kranhyran kan uppskattas som att det tar 2 h/2,5 m sektion att montera och kranens timtaxa är 150 €/h¹

¹ Personlig kommunikation med Petri Lehtilä 17.3.2014

² Personlig kommunikation med Petri Lehtilä 17.3.2014

3.2.3 Protect-skyddvägg

Protect skyddvägg är aluminiumkassetter som passar ihop med Layhers byggställningar. Kassetterna garanterar en vattentät, hållbar och ljusgenomsläppligt skydd av fasaden. Kassetterna kan användas på höjder upp till 90 meter och lämpar sig vid asbestsaneringar, som dammskydd och vid sandblästring. Kassetterna är även värmeisolerade, så på vinter är de väldigt lämpliga.¹

3.3 ALTRAD plettac assco

Altrad är ett tyskt företag som specialiserat sig på ställningar och väderskydd.²

3.3.1 Plettac

Plettac är uppbyggd på en galvaniserad stålram med takstolar som har en höjd på 1 m och byggs ihop till moduler på 2,5 m. Taket täcks in med plåtmoduler som överlappar varandra och ger en bra tätning. Taket fås i spännvidder upptill 27,1 m och med speciallösningar ännu större spännvidd.³

3.4 Rami-skydd

Telinerami har ett utbud på olika Rami-skydd som är typ mindre tält. Dessa är idealiska vid skyddande av mindre arbeten såsom gjutningsarbeten, isoleringsarbeten, takarbeten mekanisk och till båtskydd. Rami-skydden passar även bra som lager.⁴

Basmodellen är en halvcirkel som finns i två storlekar, men förlängningsstycken finns så man får större spännvidder. Skyddet monteras direkt på arbetsplatsen utan extra hjälpmedel såsom kran. Förflyttning av skyddet kan ske på hjul eller med hjälp av en kran, men dock kan endast 6 m moduler av skyddet lyftas åt gången. Skyddet är uppbyggd av galvaniserade stål fackverk och täcks in med en PVC-duk.¹

¹ Telinekataja Oy (u.å.)

² Plettac-assco (u.å.)

³ Telinarami Oy 2014

⁴ Telinerami Oy 2014

3.5 M 12

Telinerami erbjuder också M 12-väderskyddet som lämpar sig som lager men är även ändamålsenligt som skydd för gjutningar, broarbeten och tak. M 12 täcks in med en PVC-duk och har tre grundbredder och en fotmodell. Skyddet monteras i 6 m moduler och flyttas med kran. Skyddet finns med bredden 12 och 15 m med höjden 4,5 m respektive 4,3 m och en vikt på 800 kg respektive 1000 kg per 6 m modul.¹

3.6 LGS

Teline-rami hyr ut LGS-skyddet som tillverkas av PERI som är ett tyskt företag. LGS-skyddet är ett väderskyddstak som lätt kan anpassas enligt en byggnads tak och har stora möjligheter att anpassa formen och vinklar på taket enligt behov. Taket kan monteras fast på byggställningar och även på en räls, så man får ett mobilt skydd. Spännvidder fås från 30 – 45 meter. LGS-skyddet lämpar både vid nybyggen och reparationsarbeten men används även vid brobyggen, viadukter och kan användas som scenkonstruktion.¹

3.7 Fasadskydd

Fasadskydd får oftast som en ställningsduk som är vind-, regn- och UV-beständig. De flesta företag som hyr ut ställningar har även ställningsdukar till förfogande.

3.8 PVC-hallar

Ramirent och Lainapeite har olika PVC-hallar som de både hyr ut och säljer. Hallarna passar som tillfälliga lager eller produktionshallar. Hallarna är enkla att monteras och kan när som helst monteras och rivas. Företagen erbjuder vid uthyrning och försäljning att de monterar och underhåller hallarna samt river hallarna efter användningen åt kunden.^{1 2}

¹ Lainapeite Oy 2012

² Telinerami Oy 2014

PVH-hallarna kan fås i olika modeller med bredder från 10 m ända upp till 40 m. Vägghöjden i hallarna finns från 4 m upp till 10 m och längden på hallarna fås enligt kundens önskemål. Hallarna har en lätt och smidig galvaniserad stålstomme och med modulsystem och grundmodeller får man de olika bredderna med att enkelt sätta till mera längdmoduler. Ramarna täcks in med en PVC-duk och möjligheten finns även att få företagets logo tryckt på hallen på Lainapeites hallar. Hallarna har många olika tilläggsalternativ som kunden får välja mellan, några av dessa är belysning, uppvärmning, hyllsystem, ventilation och ett stort urval av dörrar. Hallarna kan även fås i olika färger.¹

Hallarna monteras på en packad grusbädd eller asfalterad plan yta och förankras till marken med hjälp av jord ankare. Hallarna klarar av vindhastigheter på upp till 24 m/s och genom att ändra ramarnas cc-mått får man hallen att klara snölasterna som gäller för orten.²

PVC-duken är en polyesterbelagd duk som är brand- UV- och mögelbehandlad. Duken som täcker in taket släpper också igenom 70 % ljus. Duken väger runt 850–900 g/m².²

Ramirent har enkla basmodeller som de hyr ut och för att få en uppskattning av hyrpriset har de 6 €/m²/månaden, minimihyr tid ett år och 7 €/m²/månaden, minimihyrtid är sex månader, moms 0 %. I detta pris ingår inte transport-, monterings- och rivningskostnader.²

4 PROxA väderskydd

PROxA-väderskydd är ett väderskyddstak som utvecklas och tillverkas och säljes av Suojatuote. Kas-Telineet använder detta väderskyddstak. Skyddet är uppbyggd på moduler i aluminium som bildar fackverksramar. Skyddet kan utan extra förstävningar komma upp i spännvidder till 25 m och med speciallösningar ända upp till 40 m. Taket har en lutning på 20 grader och kan göras som ett sadeltak eller pulpettak.¹

Skyddet är gjord som en tillfällig konstruktion som inte behöver ta upp fulla vind och snölaster och alla delar i systemet är planerade enligt finska och europeiska standarderna SFS EN12810/SFS EN12811. Systemet består av moduldelar: fackverksbalkar, distanser, diagonaler och kopplingsdelar.¹

4.1 Montering

Skyddet monteras ihop på marken utan några extra hjälpmedel så man minskar arbetet på hög höjd. Anslutningar är enkla, snap-on-anslutningar och bultanslutningar. Man monterar först ihop fackverksbalkarna. Dessa är balkar om en, två, eller tre meter långa. Dessa kopplas ihop med två tappar som förs in i fackverksrören och säkras fast med 8 st. M10x80 mm bultar. Nockdelen fästs på samma sätt som fackverksbalkarna. Man fäster även Keders täckrälsar i detta skede som duken sedan dras fast i.¹

När man har ihop två ram delar monterade, monteras dessa ihop med distansbalkar och diagonaler. Distansbalkarna monteras med två meters mellanrum och diagonaler fästs i varannan vertikal fästpunkt. Genom detta får man en förstävad sektion eller block.¹

Sektionerna lyfts upp på ställningarna med hjälp av en kran. Sektionerna lyfts upp en och en och endast förstävade sektioner får lyftas. Sektionerna kopplas ihop med varandra när de lyfts upp med distanser med två meters mellanrum, inga diagonaler eller distansbalkar behövs mellan två förstävade sektioner. Dragrep för monteringen av PVC-duken monteras även på marknivån för att minska arbete på hög höjd.¹

¹ Suojatuote PROxA Sääsuojan asennusohje (u.å.)

När man lyfter upp en sektion använder man en kran och det är viktigt att man lyfter en sektion i fyra punkter. Endast lyftlinor får användas vid lyft av en sektion för att vajrar och kedjor kan skada aluminium konstruktionen. Lyftpunkterna skall vara så nära en distansbalk som möjligt. Man får inte lyfta sektionerna i vindhastigheter över 10 m/s och om man har monterat PVC-duken får man inte lyfta sektionerna i vindhastigheter över tre m/s.¹

Sektionerna fästs i ställningarna med hjälp av t.ex. rör lås. Det är viktigt att rörlåsen är placerade på samma ställen på båda sidorna på sektionen, så man inte får extra korskrafter i sektionen som försvårar monteringen av duken.¹

PVC-duken är känslig för vind och man kan endast montera den vid goda vindförhållanden. För monteringen krävs fyra personer, två som drar duken genom dukrälsen och två som matar in duken vartefter från andra sidan. Dragstänger monteras i fickor på duken och draglinorna monteras i dragstängerna för enkel montering. Duken dras sakta och jämt över från ena sidan av sektionen till andra sidan. När duken är på plats säkras den fast med repaklämmor eller dylikt.¹

Alla sektioner av taket måste förankras i alla riktningar, upp, ned, sidledes och långsidledes. Normal förankring sker oftast i byggställningarna som i sin tur är förankrade i väggen på bygget. I långsidesriktning förankras sektionerna med varandra och bildar således en hel förstyvad sektion.¹

¹ Suojatuote PROxA Sääsuojaan asennusohje (u.å.)

4.2 Referenser

Kas-Telineet monterar och river PROxA väderskyddet åt kunden och i detta kapitel berättas det kort om olika väderskyddsprojekt. PROxA-väderskyddtaket kombineras PROxA-byggställningarna.

HYKS Naistenklinikan grundrenovering i Helsingfors. Väderskyddet användes i 8 månader och det tog 4 veckor för 4 montörer att montera väderskyddet. Väderskyddet hade följande mått: spännvidd 36 m, längd 39 m och höjd 14 m. Väderskyddet täckte en area på totalt 1404 m².¹



Figur 7. PROxA-väderskyddstak på PROxA-byggställningar. Bilden hämtad från Kas-Telineet.

¹ Personlig kommunikation med Kari Rantakoski 14.5.2014

Mainingin koulun ala-aste i Esbo. Väderskyddet användes i 3 månader och det tog 3 veckor för 6 montörer att montera väderskyddet. Väderskyddet hade följande mått: spännvidd 44 m, längd 98 m, och en höjd på 8 m. Väderskyddet täckte in en area på totalt 4312 m².¹



Figur 8. Under PROxA-väderskyddet. Under detta skydd ryms till exempel en fotbollsplan eller två ishockeyrinkar.

¹ Personlig kommunikation med Kari Rantakoski 14.5.2014

Teuvan ylä-aste i Teuva. Väderskyddet användes i 4 månader och det tog 3 veckor för 6 montörer att montera väderskyddet. Väderskyddet hade följande mått: spännvidd 32 m, längd 71 m och en höjd på 12 m. Väderskyddet täckte in en area på totalt 2271 m².¹



Figur 9. Under PROxA-väderskyddet. Detta väderskydd täcker en yta på 2275 m²

5 Väggelement till PROxA-väderskydd

Som det beskrivs i början i detta examensarbete så är målet att utveckla tre stycken konstruktionsalternativ på väggelement för långsida och gavel till PROxA:s väderskyddstak. Dessa väggelement bör vara utvecklade på ett sådant vis så att det nya väderskyddstältet är konkurrenskraftigt med de väderskyddstält som finns på marknaden i nuläget och liknar detta med spännvidd och höjd. Tältets vägghöjd skall kunna anpassas till 3 och 6 m och spännvidder som är aktuella är ca 15 och 20 m.

¹ Personlig kommunikation med Kari Rantakoski 14.5.2014

5.1 Bakgrund

Till förfogande för att förverkliga dessa väggelement finns ritningar på delarna till väderskyddstaket och till litteratur eurokoderna för aluminium. Eurokoden som har efterföljts för att kontrollera och dimensionera elementen är Eurocode 9 - design of aluminium structures - Part 1-1: General structural rules.

Som verktyg användes Autodesk Robot Structural Analysis för att få fram vilka laster som kommer att verka i väggelementen. För att göra upp ritningar på väggelementen användes Autodesk AutoCAD och som verktyg för manuella beräkningar för att kontrollera väggelementens hållfasthet användes Matchad.

Problematiken med denna uppgift är att väderskydden ännu inte har en eurokod som tillämpas direkt till dem. En eurokod håller på i skrivande stund att utvecklas för väderskydd och denna publiceras under hösten 2014.

Att få detta väderskyddstält att bli en konkurrent på marknaden idag är utmanande, då uthyrare har så kallade PVC-hallar som är utformade enkom för att bilda ett tillfälligt väderskydd. Dessa hallar har en optimerad ram som monteras lätt och är flexibel gällande spännvidder och längder samt att de även har olika tilläggsalternativ som uppvärmning, vägghyllor, belysning, dörrar etc.

Till detta PROxA-väderskyddstält som dessa väggelement blir för har man bara tagit i beaktande om utformningen av delarna klarar av lasterna som kommer från taket samt en vindlast. Väggar har utvecklats för att passa ihop med delar som redan finns till väderskyddstaket och det har eftersträvat att det ska kunna användas strävor, kopplingar och fästanordningar som redan finns.

5.2 Dimensionering

Väderskyddstält klassas som en tillfällig konstruktion och behöver genom detta inte dimensioneras för full vind och snölast. Med hjälp av Robot har det gjorts upp en trådmodell av väderskyddstaket strukturella uppbyggnad och satts in ett lastscenario med en snölast på $0,25 \text{ kN/m}^2$ och en vindlast på $0,40 \text{ kN/m}^2$, totalt en vertikallast på $0,65 \text{ kN/m}^2$ på taket. Dessa laster togs från sääsuojauksen ohjekirja.¹ Robot räknade med säkerhetskoefficienter och egenvikten och krafterna som verkar som upplagskrafter togs ut till dimensioneringen av väggelementen.

Skisser gjordes upp på hur väggelementen skulle komma att börja se ut så att mått erhöles för att användas i beräkningarna. Väggelementen byggdes upp som fackverk á 3 m långa och med samma aluminiumrörprofiler som PROxA-väderskyddstaket har, det vill säga 48.3 mm i diameter och en tjocklek på fyra mm.

Beräkningarna på väggelementen bifogas som bilaga till detta arbete och till beräkningarna har jag tolkat och följt Eurokoden för aluminium. Eurokoden som användes är på engelska så termerna är fritt översatta till svenska.

5.2.1 EN 1999-1-1

Eurokoden heter Design of aluminum structures – Part 1-1: General structural rules. Den ger basen för dimensioneringsreglerna för strukturer av bearbetade aluminiumdelar och begränsad guidning för gjutna delar.²

I kapitel 6 i denna eurokod finns förevisningar om hur man bör dimensionera aluminiumkonstruktioner. De delar som har använts för att kontrollera hållfastheten på elementen är följande punkter i kapitel 6:

- 6.2.4 Tryck
- 6.2.5 Böjmoment
- 6.4.2 Sammanbundna tryckta delar

I bilagan ”Dimensionering av väggfackverk till PROxA-väderskyddstak enligt eurokod 1999-1-1” (se bilaga 1) förklaras mera ingående kraven och tillvägagångssättet hur beräkningarna är utförda.

¹ Sääsuojauksen ohjekirja (u.ä.) s.12

² EN 1999-1-1 s. 11

5.2.1.1 Tryck 6.2.4

I kapitel 6.2.4 i eurokoden EN 1999-1-1 visar formel 6.20 kravet för tryckta delar. Hållfastheten mot tryck för aluminiumet fås ur formel 6.22.¹

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$$

Formel 6.20.

$$N_{c,Rd} = A_{eff} f_o / \gamma_{M1}$$

Formel 6.22.

5.2.1.2 Böj moment 6.2.5

I kapitel 6.2.5 i eurokoden EN 1999-1-1 ger formel 6.23 kravet för böjda delar. Hållfastheten mot böj momentet fås som minsta värde ur formel 6.24 eller 6.25.²

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

Formel 6.23.

$$M_{u,Rd} = W_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

Formel 6.24.

$$M_{c,Rd} = \alpha W_{el} f_o / \gamma_{M1}$$

Formel 6.25.

¹ EN 1999-1-1 2007 s. 64

5.2.1.3 6.4.2 Sammanbundna tryckta delar

Detta kapitel tar upp kravet för buckling av sammanbundna tryckta delar. När jag har utformat elementen som fackverk tolkar jag att de faller in under denna rubrik. Det förklaras under denna rubrik att stängerna och diagonalerna utsatta för tryck skall kontrolleras mot buckling. För stängerna fås kravet mot buckling för stängerna ur formel 6.74.¹

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

Formel 6.74.

¹ EN 1999-1-1 2007 s. 82

6 Sammanfattning

Det finns flertalet väderskydd på marknaden och användningen av dessa ökar hela tiden. Beställaren börjar mer och mer kräva att entreprenören använder väderskydd vid renoveringar och även vid nybyggen. Med detta examensarbete fick läsaren en liten inblick i vad som finns för väderskydd i Finland och även en liten bild av Suojatuotes produkt PROxA-väderskyddstak.

Väderskydd blir mer vanliga i Finland och länder som Sverige och Tyskland är långt före i utvecklingen av väderskydd. Ramirents Sääsuojauksen ohjekirja är en broschyr som presenterar Ramirents väderskydd, men ger även till väderskyddskonstruktören goda råd på vad han bör beakta vid dimensioneringen och planeringen av ett väderskydd. Även beställaren kan gå igenom denna broschyr och få en inblick i vilka fördelar som kommer med ett väderskydd och vad som bör tänkas på när ett väderskydd används. Jag uppmuntrar till mera forskning och studier inom väderskydden och jag tror att den nya eurokoden som kommer att publiceras under hösten 2014 hjälper väderskyddsutvecklarna till stor del när väderskyddsdimensioneringen får denna standard, som ger direktiv hur ett väderskydd bör dimensioneras.

6.1 Resultat

Resultatet av utvecklingen av nya väggelement till PROxA:s väderskyddtak är tre stycken alternativ på idéer till väggelement till långsidorna och till gaveln blev det ett alternativ. Dessa alternativ har enkla beräkningar på hållfastheten och klarar med marginal av kraven på hållfastheten. Alternativ B till långsidan anser jag som bästa lösningen för då behövs minst antal nya delar till väderskyddstältet. Väggarna strävas med samma strävor som redan finns till taket för att underlätta monteringen och för att undvika nya delar. Tältet bör förankras till marken med antingen jordankare eller tyngder.

Till gaveln kom en enkel lösning på stolpar med en skena som bär upp en tvådelad skjutdörr. Skenan binder också ihop gavelstolparna, men dessa blir inte utsatt för någon kraft förutom en vindlast som bara ger ett litet moment som stolparna med god marginal klarar av.

6.2 Utvecklingsförslag

Utvecklingsförslag för väggelementen är att optimera väggfackverken mera, minska på diagonalernas tvärsnitt om möjligt. Till gavelväggen finns möjligtvis bättre lösningar och kanske bättre anpassningar som passar för tält med olika spännvidder. På gaveln togs heller inte i större beaktande PVC-duken som skall täcka in väggen, så där krävs möjligen en ny duk anpassad till gaveln.

7 Källförteckning

Christensen N. (2013) Byggnadsarbetaren. ”Otydligt vilka krav som gäller för väderskydd”
5.12.2013 <http://www.byggnadsarbetaren.se/2013/12/otydliga-krav-for-vaderskydd/>

Eurocode (2007) *1999 Design of aluminium structures – Part 1-1: General structural rules*

Fuktsäkerhet.se (u.å) <http://fuktsakerhet.se/sv/fukt/vaderskydd/Sidor/default.aspx> (hämtat: 1.3.2014)

Klimatguiden.fi (u.å) *Förväntad klimatförändring i Finland* <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html> (hämtat: 1.3.201)

Klimat guiden.fi (u.å) *Nuvarande klimat – medeltal för 30 år* <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acda-f7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html> (hämtat: 1.3.2014)

Lainapeite Oy (2012) <http://www.lainapeite.fi/tuotteet-ja-palvelut/tuotteet/saasuojat-ja-rakennustelineet/gibson-jarjestelma/> (hämtat: 3.3.2014)

Lainapeite Oy (2012) <http://www.lainapeite.fi/tuotteet-ja-palvelut/tuotteet/saasuojat-ja-rakennustelineet/gibson-tower/> (hämtat: 3.3.2014)

Larsson B. (2005) Väderskyddat byggande – varför inte? *Väg och vattenbyggaren*, 2/2005, s. 9–14

Layher (u.å) <http://www.layher.com/index.aspx?cls=02> (hämtat: 3.3.2014)

Layher.com (2013) *Layher protective systems catalogue* <http://www.layher.se/wp-content/uploads/2013/05/Produktkatalog-Protective-systems-2013-Eng.pdf>

Lainapeite Oy (2012)

<http://www.lainapeite.fi/uploads/PDF/Halls/Hallit%20NSS%20Hall.pdf>

Plettac-assco (u.å) <http://www.plettac-assco.de/index.php/en/company/about-us> (hämtat: 3.3.2014)

Ratu-kortisto, Ratu C8-0377 (2010) *Talvityöt ja –kustannukset*

Suojatuote Pro Oy (u.å.) *Suojatuote PROxA Weather Protection System Installation Manual,*

<http://suojatuote.fi/Suojatuote%20PROxA%20WeatherProtection%20installation%20manual.pdf>

Telinekataja Oy (u.å)

<http://www.telinekataja.fi/palvelumyynti/tuotteet/saasuojat/suojaseinat> (hämtat: 3.3.2014)

Telinekataja (u.å) <http://www.telinekataja.fi/palvelumyynti/tuotteet/saasuojat/ih-kasettikatto> (hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (2014) http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/plettac-kasettikatto/ (hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (2014) http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/rami-suojat/ (Hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (2014)

http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/saasuojat_m_12/ (hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (2014)

http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/lgs_saasuojat/ (hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (2014)

http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/pvc_hallit/pvc_vuokrahallit/ (hämtat: 3.3.2014)

Telinerami Oy (u.å) *Sääsuojauksen ohjekirja*

http://www.telinerami.fi/files/attachments/telinerami_fi/77629_telinerami_saasuojauksen_ohjekirja_a5_nettiin.pdf

Väderskydd.se (u.å) *Väderskyddsbroshyr*

Figurkällor

Kas-Telineet Oy (2014) *HYKS Naistenklinikan pruskorjaus*, https://scontent-bams.xx.fbcdn.net/hphotos-ash4/t1.0-9/10296672_703711986352136_6543117929669747967_n.jpg

Kas-Telineet Oy (2014) *Mainingin koulun ala-aste*, https://scontent-bams.xx.fbcdn.net/hphotos-frc3/l/t1.0-9/1656146_667102460013089_1077370198_n.jpg

Kas-Telineet Oy (2013) *Teuvan yläaste*, https://fbcdn-sphotos-g-a.akamaihd.net/hphotos-ak-ash3/t1.0-9/1070057_558778480845488_1044363876_n.jpg

Fuktsäkerhet.se (u.å.) *Bild från JM bygge i Stockholm*,
<http://www.fuktsakerhet.se/sv/delar/PublishingImages/Bild%20fr%C3%A5n%20JM%20bygge%20i%20Stockholm%20IN.jpg>

Byggstallning.se (2011) *Takflytt*,
http://www.byggstallning.se/uploaded/bilder/Hermansson_Byggstallningar_takflytt.JPG

Mfbmiks.se (u.å.) *Gibson tower red*,
<http://www.mfbmiks.se/userfiles/Bilder/V%C3%A4derskydd/Gibson%20Tower%20red.JPG>

Britek.se (u.å.) *CUPLOK Väderskydd*, http://britek.se/wp-content/uploads/2013/06/CUPLOK_V%C3%A4derskydd.jpg

Vaderskydd.unc.se (u.å.) *Bjarne_bild 2*,
<http://vaderskydd.unc.se/download/26/Bjarne%20-%20bild%202.jpg>

Tmpromo.ee (u.å.) *PVC*, http://www.tmpromo.ee/docs/fbadbe678b72058_1.jpg

Bilaga 1

Dimensionering av väggfackverk till PROxA-väderskyddstak enligt Eurokod 1999-1-1

I detta dokument kommer jag att beräkna ett väggfackverk enligt eurokoderna. Alla hänvisningar till kapitel och formler är från EN 1999-1-1 som är Design of aluminium structures - Part 1-1: General structural rules, om ingen annan eurokod anges. Eurokoden jag räknar efter är på engelska så vissa termer är fritt översatta till svenska.

1. Utgångsvärden för aluminium profilerna

Till profiler till fackverken har jag valt att använda aluminiumrör med dimensionen 48,3 x 4 mm. kvaliteten på aluminiumet tas ur EN 12811-2 Temporary works equipment - Part 2 : Information on materials kapitel 6, Aluminium alloys.

därifrån fås följande värden:

Tabel 3 - material values for aluminium alloys

elastisitetsmodul	$E := 70000 \text{MPa}$
Skjuvmodul	$G := 27000 \text{MPa}$
Densitet	$:= 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Koef för linjär värme expansion	$:= 2.3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$

Återgår till EN 1999-1-1 fås specifika värden för aluminium kvaliteten 6082 ET T4, $t < 25$

$$f_o := 110 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_u := 205 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{o.haz} := 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{u.haz} := 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bucklingsklass B

Dimensioner och arean för Aluminium rör 48.3 x 4

$$R_{ww} := 24.15 \text{ mm} \quad D_{48.3} := 48.3 \text{ mm}$$

$$r := 20.15 \text{ mm} \quad d_{48.3} := 40.3 \text{ mm}$$

$$A_{ch} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{48.3}^2 - d_{48.3}^2) = 556.69 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_d := A_{ch}$$

$$L_{ww} := 3000 \text{ mm}$$

2. Dimensionering av sammanbundna tryckta delar (6.4.2)

Väggfackverket utsätts för följande krafter då jag har en last på 0,4 kN/m² + 0,25 kN/m², totalt 0.65 kN/m² på taket. Moment är av en vindlast på 0,4 kN/m² på väggen.

$$N_{Ed} := 26.5 \text{ kN}$$

$$M_{1Ed} := 3.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Stängerna och diagonalerna utsatta för tryck skall kontrolleras mot buckling. för stängerna kontrollerar man buckling genom följande formel:

$$\frac{N_{ch.Ed}}{N_{b.Rd}} < 1,0 \quad (6.74)$$

N_{b.Rd} är dimensionerande värdet för buckling resistance för en stav.
N_{ch.Ed} är den dimensionerande tryckkraften i en stav i mitten av ett fackverk.

N_{ch.Ed} fås enligt följande formel:

$$N_{ch.Ed} := 0.5 \cdot N_{Ed} + \frac{M_{Ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot I_{eff}} \quad (6.72)$$

där

$$M_{Ed} := \frac{N_{Ed} \cdot e_0 + M_{1Ed}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}} \quad (6.72)$$

och där

N_{Cr} är den kritiska kraften i den effektiva built-up-member

N_{Ed} är tryckkraften

M_{Ed} är max moment i mitten av built-up-member med tanke på andra gradens effekt

$M_{1,Ed}$ är max moment i mitten av built-up-member utan andra gradens effekt

h_0 är avståndet mellan de två stängerna

A_{ch} är tvärsnittsytan för en stång

I_{eff} är tröghetsmoment för arean av built-up-member

S_v är shear stiffness of the lacing or battened panel

$$e_0 := \frac{L}{500} \quad h_0 := 452 \text{ mm}$$

2.1 bestämning av I_{eff}

I_{eff} är effektiva tröghetsmomentet för fackverket. enligt (4) under kapitel 6.4.2.1 får man beräkna I_{eff} enligt formel (6.77) och man tar μ -värdet lika med 0. då fås följande:

$$I_{eff} := 0.5 \cdot h_0^2 \cdot A_{ch} = 5.687 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4 \quad (6.75)$$

2.2 bestämning av N_{cr}

N_{cr} beräknas enligt punkt 6 i kapitlet 6.4.1

$$N_{Cr} := 2 \cdot E \cdot \frac{I_{eff}}{L^2} = 4365.32 \cdot \text{kN} \quad (6.72)$$

där L är längden på ett fackverk.

2.3 bestämning av S_v

S_v fås ur figur 6.17 enligt vilket system fackverket är uppbyggd. Detta fackverk r enligt "K" fackverk. Ur figuren fås då följande formel:

$$a := 638 \text{ mm} \quad n := 1 \quad d := 771 \text{ mm}$$

$$S_v := \frac{n \cdot E \cdot A_d \cdot a \cdot h_0^2}{d^3} = 11082.71 \cdot \text{kN}$$

där
 n är antalet plan av lacings
 Ad är arean för en diagonal
 a är avstånd mellan knutpunkter
 h0 är avståndet mella stavarna
 d är diagonalens längd

2.4 bestämning av M.Ed

$$M_{Ed} := \frac{N_{Ed} \cdot e_0 + M1_{Ed}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr}} - \frac{N_{Ed}}{Sv}} = 3.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad (6.72)$$

2.5 bestämning av N.ch.Ed

$$N_{ch.Ed} := 0.5 \cdot N_{Ed} + \frac{M_{Ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot I_{eff}} = 22.039 \cdot \text{kN} \quad (6.72)$$

2.6 bestämning av N.b.Rd

vid beräkning av N.b.Rd får man ta knäckningslängden från figur 6.16.
 Enligt den figuren fås knäckningslängden $L_{ch} = 688 \text{ mm}$. Förutom detta så beräknas knäckning enligt 6.3.1.1. Fackverket kontrolleras mot knäckning på grund av böjning.

$$N_{b.Rd} := k \cdot A_{eff} \cdot \frac{f_o}{M1} \quad (6.49)$$

χ är en reduktionsfaktor
 k är en faktor på grund av försvagningen av svetsar
 Aeff är tvärsnittsytan från tvärsnitt av klass 1, 2 och 3, effektiva tvärsnittsytan för tvärsnitt av klass 4

χ beräknas enligt följande:

$$\chi := \frac{1}{1 + \sqrt{\lambda^2 - \lambda_0^2}} < 1,0 \quad (6.50)$$

där

$$\chi := 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\lambda - \lambda_0 \right) + \lambda^2 \right]$$

$$\alpha := \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} \cdot f_0}{N_{\text{Cr}}}} \quad (6.51)$$

α är en imperfektions faktor
 λ_0 är the limit of horizontal plateau
 N_{Cr} är den kritiska lasten mot buckling

$A_{\text{eff}} := A_{\text{ch}}$ då tvärsnittet antas hör till klass 1

$$\alpha := \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} \cdot f_0}{N_{\text{Cr}}}} = 0,118$$

α och λ_0 läses ur tabel 6.6 för material i klass B

$$\alpha := 0,32 \quad \lambda_0 := 0,00$$

$$\chi := 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\lambda - \lambda_0 \right) + \lambda^2 \right] = 0,526$$

$$\chi := \frac{1}{1 + \sqrt{\lambda^2 - \lambda_0^2}} = 0,963 < 1 \quad (6.50)$$

Värdet på k läses ur tabel 6.5

$$k := 1 \quad \text{då } \lambda < 0,2$$

$$M1 := 1.10 \quad M2 := 1.25 \quad (6.1.3)$$

$$N_{b.Rd} := k \cdot A_{eff} \cdot \frac{f_o}{M1} = 53.61 \cdot \text{kN} \quad (6.49)$$

2.7 Utnyttjande graden med hänsyn till Buckling

$$\frac{N_{ch.Ed}}{N_{b.Rd}} = 0.411 < 1 \text{ OK!}$$

3.0 kontroll av lokalt tryck

vid kontroll av lokalt tryck används följande formel:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} < 1 \quad (6.20)$$

$$N_{c.Rd} := A_{eff} \cdot \frac{f_o}{M1} = 55.669 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} = 0.476 < 1 \text{ OK!}$$

3.1 kontroll av lokalt tryck vid HAZ påverkade områden.

$$N_{c.Rd.haz} := A_{eff} \cdot \frac{f_{o.haz}}{M1} = 50.608 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd.haz}} = 0.524 < 1 \text{ OK!}$$

4 Kontroll av momentbärförmåga

$$M_{Ed} = 3.973 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

väggfackverkets styvhet och böjmotsånd.

$$A_1 := A_{ch} \quad A_2 := A_{ch}$$

$$H := 500 \text{ mm} \quad e := \frac{H}{2}$$

$$I_{fv} := A_1 \cdot H^2 \cdot \left(\frac{\frac{A_2}{A_1}}{1 + \frac{A_2}{A_1}} \right)^2 + A_2 \cdot H^2 \cdot \left(\frac{1 - \frac{A_2}{A_1}}{1 + \frac{A_2}{A_1}} \right)^2 = 3.479 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$W_{fv} := \frac{I_{fv}}{e} = 1.392 \times 10^5 \cdot \text{mm}^3$$

Väggfackverkets momentana bärförmåga.

$$M_{Rd.1} := W_{fv} \cdot \frac{f_u}{M2} = 22.824 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd.2} := W_{fv} \cdot \frac{f_o}{M1} = 13.917 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} := \min(M_{Rd.1}, M_{Rd.2}) = 13.917 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Utnyttjandegrad med hänsyn till moment:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.285 \quad < 1 \quad \text{OK!}$$