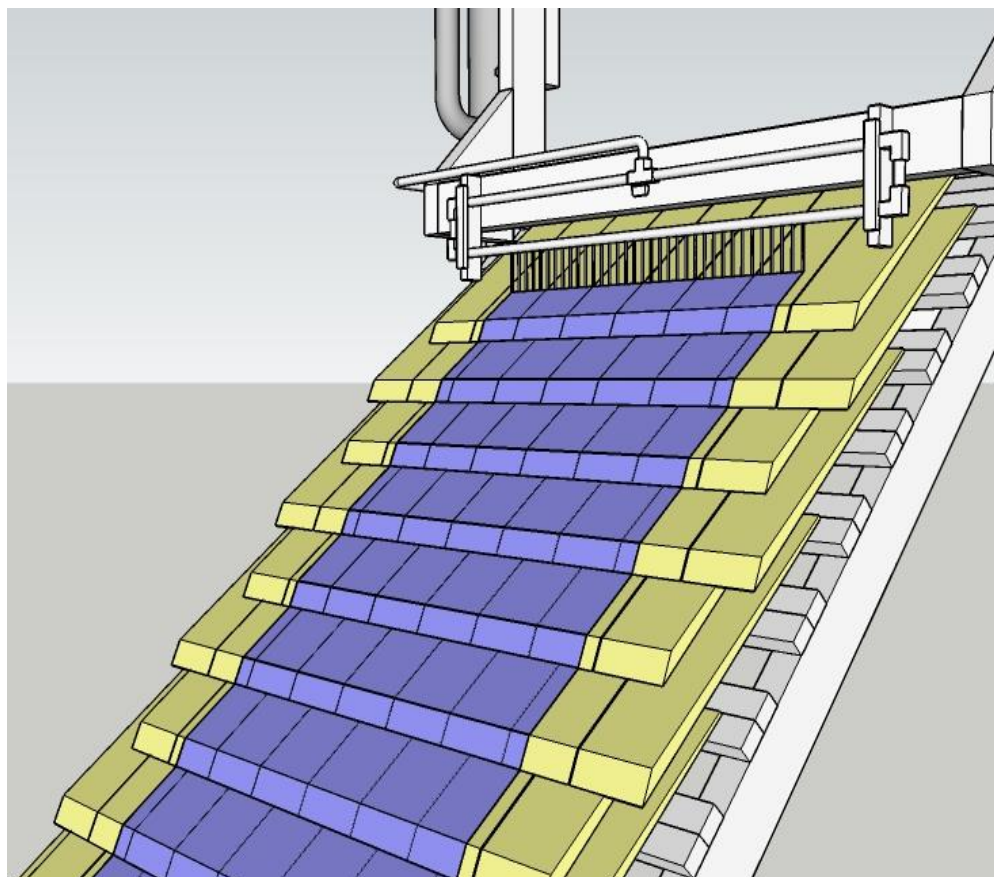


Stavspån

Hur utformningen av bleket påverkar vattenavrinningen



David Gustafsson

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i

Kulturvård, Bygghantverk

22,5 hp

Institutionen för kulturvård

Göteborgs universitet

2017



Stavspån

Hur utformningen av bleket påverkar vattenavrinningen

Författare

David Gustafsson

Handledare: Göran Andersson

Examensarbete, 22,5 hp

Bygghantverksprogrammet

Lå 2016/2017

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Institutionen för kulturvård

UNIVERSITY OF GOTHENBURG

www.conservation.gu.se

Department of Conservation

Tel +46 31 786 00 00

Box 77

SE-542 21 Mariestad, Sweden

Program in Conservation, Building Crafts

Graduating thesis, 2017

By: David Gustafsson

Mentor: Göran Andersson

Cleft shingles – How the shapes of the shingles affects surface water runoff

ABSTRACT

Cleft shingles are a traditional wooden roofing covering method. Manufacturing is a time-consuming process and costly if it is made with high quality and it is therefore good if the life span of the roofing is as long as possible.

Material selection, manufacturing method, laying, foundation and maintenance are described as determining factors for the lifespan of the cleft shingles. These factors are described in more detail in literature, but a factor that could be of crucial importance for life expectancy is the design of "bleket". "Bleket" is the visible part of the cleft shingles when the roof covering is finished (Wedman 1998, p. 93). The shapes are described primarily as a decorative and less as a functional for water runoff. The design of "bleket" may have an impact on the efficiency of water runoff and thus the life span of the cleft shingles. The research aims at investigating how the shape of "bleket" on the cleft shingles affects the efficiency of water runoff. The goal is to see if the design of "bleket" can be another factor to be considered in the manufacturing of cleft shingles to achieve a roof covering with as long lifespan as possible. Experimental surfaces with a certain pitch and area were covered with cleft shingles and then were exposed to a water flow and the time at which a certain amount of water took to pass the cleft shingle-covered-surfaces were measured and summary for the various shapes of bleket was made. A shorter time meant a more efficient water runoff.

The research is showing measurable differences in the efficiency of water runoff among the various shapes of "bleket" on the cleft shingles. Straight shingles which were chamfered were found to have the most effective water runoff. The second most efficient water run off had the shingles with a pointy end.

Title in original language: Stavspån – Hur blekets utformning påverkar vattenavrinningen

Language of text: Swedish

Number of pages: 72

Keywords/Nyckelord: wooden shingle, shakes, traditional roofing, cleft shingles, surface water runoff, shingled roof, stavspån, kyrkspån, spåntak, takbeklädnad, vattenavrinning, bleke, form

Innehållsförteckning

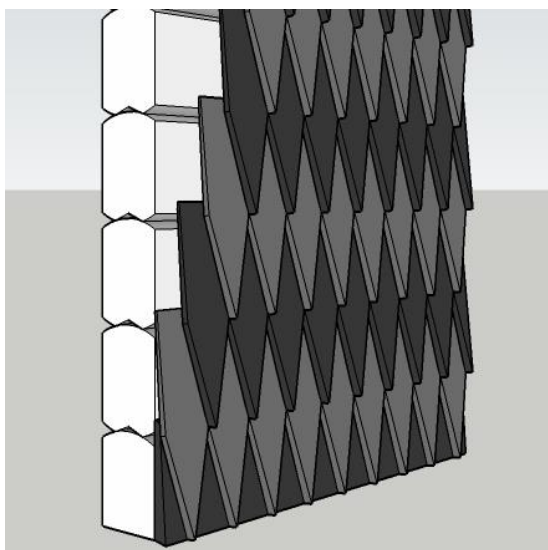
1 INLEDNING.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Problemformulering.....	8
1.3 Syfte.....	8
1.4 Förutsättningar och frågeställningar.....	8
1.4.1 Frågeställningar.....	8
1.4.2 Val av spånformer.....	9
1.5 Avgränsningar.....	11
1.6 Befintligt kunskap.....	11
1.6.1 Motverka nedbrytningen av trä.....	11
1.6.2 Virkeskvalitet.....	11
1.6.3 Dimension.....	11
1.6.4 Konstruktivt träskydd/läggning/montering.....	13
1.6.5 Skiftgång, övertäckning och övermått.....	16
1.6.6 Ytbehandling och underhåll.....	16
1.6.7 Tillverkning.....	17
1.6.8 Utformning av bleket i befintliga kyrkor.....	20
1.6.9 Tillverkningsmetodens betydelse för spånors livslängd.....	21
1.7 Metod.....	21
2. UNDERSÖKNING.....	24
2.1 Tillverkning av spån.....	24
2.2 Tillverkning av stomme till provtytor.....	28
2.3 Montering av spån.....	32
2.4 Vattenbehållare, spridningsramp och uppsamlingskärl.....	33
2.5 Tidtagningsutrustning.....	35
2.5.1 Delar och sammansättning.....	35
2.5.2 Kalibrering.....	37
2.6 Iordningställande av stomme inför experiment.....	38
2.7 Testomgång för mätning av vattenavrinningens effektivitet.....	41
2.8 Resultat från mätningarna.....	44
2.8.1 Testformulär från mätningarna.....	44
2.8.2 Sammanställning av tider från mätningarna.....	63
2.8.3 Visuella iakttagelser av vattnets väg nerför provtytorna.....	64
2.9 Diskussion kring vattenavrinningens effektivitet.....	66
2.9.1 Spånformernas olika effektivitet.....	66
2.9.2 Fasningens betydelse.....	67

2.10 Resultat.....	68
3. AVSLUTNING	69
3.1 Diskussion	69
3.2 Slutsatser	69
4. KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING.....	70
4.1 Otryckta källor	70
4.2 Tryckta källor	71
4.3 Figurförteckning.....	72

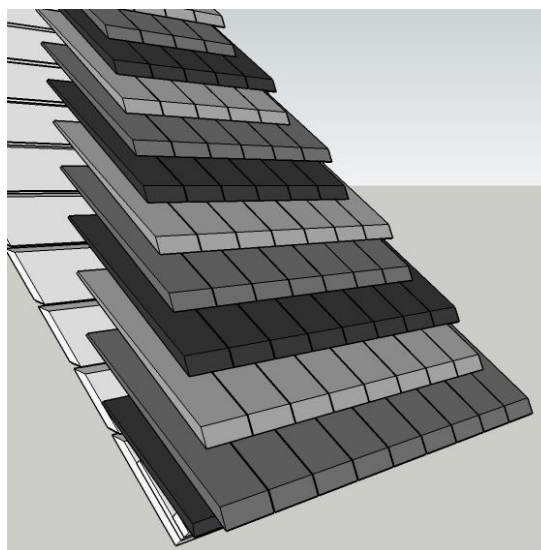
1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Det finns skriftliga källor som bekräftar att takspån användes redan under antiken. Spåntypen var den som idag benämns som stavspån eller kyrkspån. Stavspån skiljer sig från stickspån genom att de är tjockare och kilformade. Tunnast upptill och tjockast nertill (Wedman 1998, s. 7). Stavspån är ett traditionellt fasad- och taktäckningsmaterial med lång tradition i Sverige, Norge och Finland. Det finns idag kvar på främst kyrkor och klockstaplar samt andra kulturhistoriska byggnader. Vanligast är de i furu men finns även i ek (Kjellberg 2002, s. 7). Spånen läggs i ett fjällliknande mönster på tak och fasader. Principen för täckningstypen är att väggarna är lodräta och taken har brant lutning för att vattnet snabbt ska ledas bort från ytan. Tvålagstäckning är vanlig på fasader som är mindre vädersutsatt än tak där trelagstäckning används (Kjellberg 2002, s. 11). Varje lager är inte tätt i sig utan de tre lagren kompletterar varandra. Det vatten som inte hinner ledas bort suges istället upp av spånen och ska snabbt kunna torka ut från de små enheter som varje spån utgör.



Figur 1 Tvålagstäckning med spetsigt spån monterat på timrad vägg.



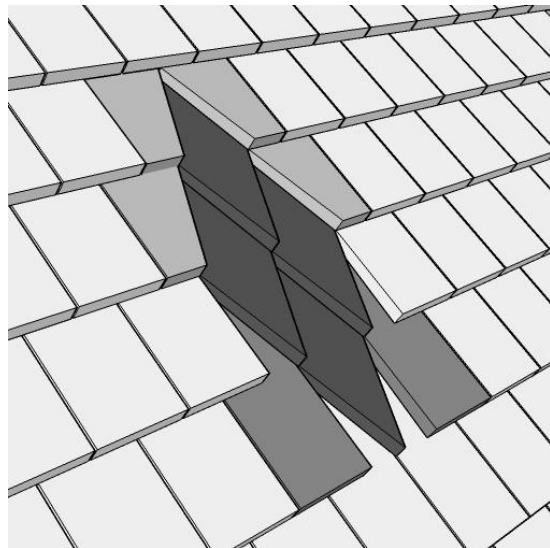
Figur 2 Trelagstäckning med rakt spån med fas monterat på oisolerat glest brädtak.

För att skydda spåntak mot urlakning och vittring har de oftast fått en extra skyddande behandling som vanligen innehållit tjära. Spån är bra som taktäckningsmaterial efter som de har en stor yta i förhållande till volymen. De kan ta upp fukt men också snabbt avge den via den stora ytan underförutsättning att taket eller fasaden är välventilerade (Vadstrup 2012, s. 4). Spånen läggs traditionellt på brant oisolerat glest brädtak (Kjellberg 2002, s. 11).

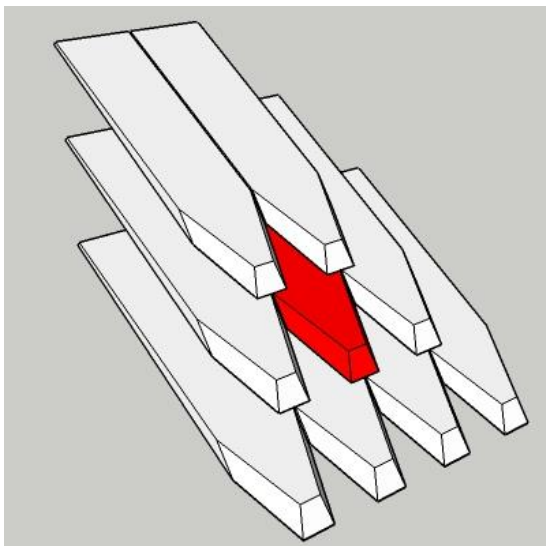
Hantverkslaboratoriet vid Göteborgs universitet är ett nationellt centrum för kulturmiljövårdens hantverk och har identifierat stavspån som ett mycket viktigt område för kulturmiljöarbetet och bevarandet av denna traditionella vägg- och taktäckningsmetod. I skrivande stund bedriver Hantverkslaboratoriet ett projekt under namnet *Kvalitetssäkring av stavspån*.

”Restaureringar av stavspånstak är mycket kostsamma projekt för kulturmiljövården och det är viktigt med en hög kvalitet i material och arbete”. ”Projektets syfte är dels att ta fram manualer för materialtillverkare och spåntakläggare, dels att producera kunskapsunderlag för beställare av arbeten med stavspån. Målet är att höja beställarkompetensen och erbjuda handledning för samtliga aktörer i processen för bättre hantverksmässiga, ekonomiska, tekniska och kulturhistoriska resultat” (Hantverkslaboratoriet 2015).

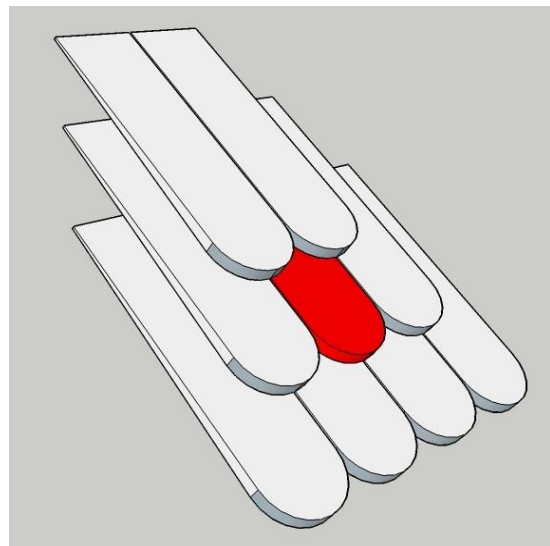
Tillverkningen av stavspån är en tidsödande process och kostsam om den ska göras med hög kvalitet och därmed är det bra om taktäckningens livslängd blir så lång som möjligt. Materialval, tillverkningsmetod, läggning, underlag och underhåll beskrivs som avgörande faktorer för stavspånens livslängd. Dessa faktorer beskrivs mer ingående i litteraturen men en faktor som skulle kunna ha en avgörande betydelse för livslängden är utformningen av bleket. Bleket är den synliga delen av stavspånen när ytan är färdig lagd (Wedman 1998, s. 93). Den beskrivs främst som dekorativ och mindre som funktionell för vattenavrinningen. Blekets utformning kan tänkas ha en inverkan på effektiviteten hos vattenavrinningen och därigenom hållbarheten hos stavspånen.



Figur 3 Utformning av bleket ger möjlighet till mönsterläggning. I figuren har raka spån kombinerats med spetsiga spån. Blekets storlek varierar med dess form.



Figur 4 Näbbspån, bleket markerat med rött. Bleke benämns den del av ett spån som är synlig när ytan är färdig lagd. Bleket utsätts mest för klimatets påverkan (Wedman 1998, s. 93).



Figur 5 Runt spån, bleket markerat med rött.

Samtliga foton är tagna av författaren under april-juli 2017. Övriga illustrationer är ritade i Sketchup Make 2017 av författaren om inget annat anges.

1.2 Problemformulering

Riksantikvarieämbetets (RAÄ) rapport Spån (1981) är den mest utförliga i Sverige vad gäller instruktioner för tillverkning av stavspån och den bygger på att ett spån med en yta som är spräckt/spjälkad ska hålla längre. Stort fokus läggs på materialval med täta stående årsringar. Betydelsen av takspånens form för takets hållbarhet ges lite fokus trots att det borde påverka hur vattnet rör sig över taket. Under rubriken Befintligt kunskap ges exempel på utformningar som med stor sannolikhet är till för att leda bort vattnet.

På Hantverkslaboratoriets Youtube-kanal (Hantverkslaboratoriet 2016a) finns flera filmer kring spåntillverkning. Här redovisar erfarna restaureringshantverkare och kyrkspåntillverkare/ –läggare sina erfarenheter och resonemang. I filmerna förs tankar fram om att formen även påverkar vattenavrinningen på spånbeklädnaderna. Tankarna förefaller i flera fall rimliga men de är inte belagda med empiriska iakttagelser som spår i materialet eller annat och det saknas referenser till genomförda experiment.

Vid tillverkning av stavspån läggs stort fokus på val av material, tillverkningsmetod och ytbehandling. Betydelse av blekets form för dess livslängd ges lite fokus trots att de borde ha en betydelse då det styr hur vattnet rör sig över taket. Under rubriken Befintligt kunskap ges exempel på utformningar som med stor sannolikhet är till för att leda bort vattnet.

1.3 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur utformning av bleket på stavspån påverkar vattenavrinningens effektivitet genom praktiska experiment där vanliga spånformer kommer att undersökas. Detta för att skapa förståelse för hur stavspåntillverkare och spånläggare kan påverka vattenavrinningens effektivitet hos stavspånen.

1.4 Förutsättningar och frågeställningar

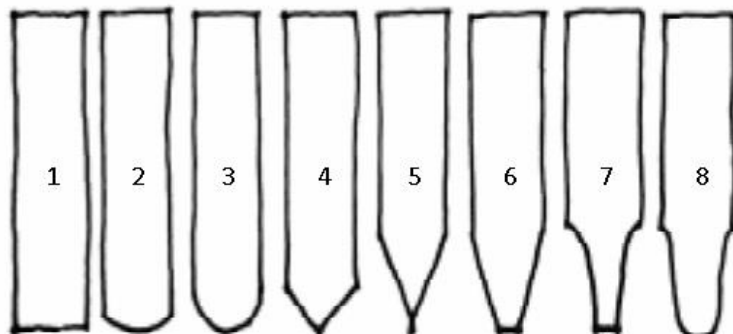
1.4.1 Frågeställningar

Utgångspunkten för undersökningen är att vattenavrinningen på en spåntäckt yta ska vara så snabb som möjligt. Vattnet ska effektivt ledas bort från taket för att minimera möjligheten för spåntäckningen att suga åt sig vatten. Att så mycket som möjligt av vattnet rinner av en spåntäckning kallas i fortsättningen för att vattenavrinningen är effektiv. Om allt vatten rann av en spåntäckning med en viss utformning och konstruktion skulle det innebära att den hade 100 % effektiv vattenavrinning

1. Hur påverkar utformningen av bleket vattenavrinningens effektivitet, hur snabbt passerar en bestämd volym vatten provytan?
2. Vilken av de undersökta formerna har den mest effektiva vattenavrinningen?
3. Går det att se gemensamma drag hos formerna med mest effektiv vattenavrinning?
4. Går det att styra vattnet i sidled med hjälp av utformningen på bleket?

1.4.2 Val av spånformer

5 av 6 spånformer som har testats har valts från de spånformer vilka benämns som vanliga (Kjellberg 2002, s.8 Figur 5). Den 6 e spånformen som testats är ett diagonalt spån och har särskilt valts för att svara på frågeställning nummer 4. Diagonal spån har inte hittats i litteraturen men ingår i flera amerikanska spåntillverkares sortiment.



Figur 6 Vanliga spånformer. Illustration: Uno Söderberg.

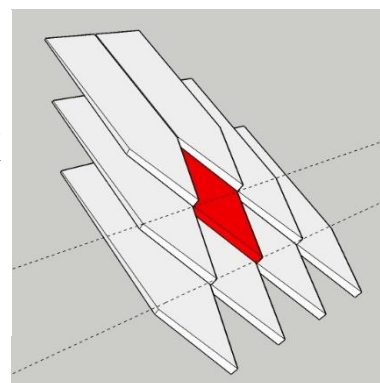
Tabell 1 Spånformerna kan delas in i följande kategorier med variationer.

Nummer i Figur 9	Kategori	Variationer
1	Raka spån	Med fas eller utan fas, ett normalspån har en fas på 60° mot undersidan (Kjellberg 2002, s. 8 Figur 3).
2, 3	Runda spån	Med eller utan fas. Fullrunda spån, spånen avslutas med en halvcirkel med samma radie som halva spånbredden, spån 3. Rundade spån, spånen avslutas med en cirkelsektor vars radie är större än halva spånbredden, spån 2.
4, 5	Spetsiga spån	Med eller utan fas. Fullspetsiga spån, spånen har en centrerad spets där spånbredden är basen i den uppochner vända triangeln som spetsen utgör och höjden är samma som skiftgången ¹ , spån 5. Spetsiga spån, spånen har en centrerad spets där spånbredden är basen i triangeln som spetsen utgör och höjden är kortare än skiftgången, spån 4.
6, 7, 8	Näbbspån	Med eller utan fas. Näbbspån, spån med centrerad rund eller trubbig spets och har raka alternativt konkava ben i triangeln som utgör spetsen, spån 6,7 och 8.

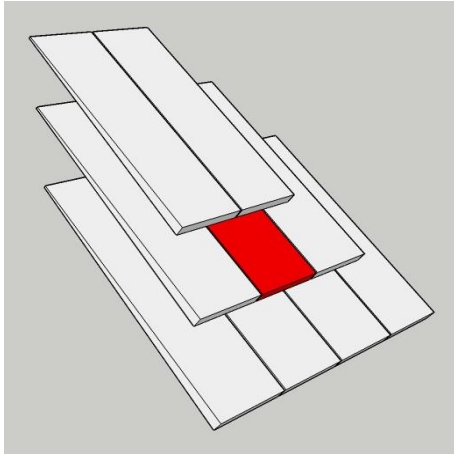
Följande spånformer testades

- Rakt spån, Figur 8
- Rakt spån med fas, Figur 9
- Fullspetsigt spån, Figur 10
- Fullrunt spån, Figur 11
- Näbbspån, Figur 12
- Diagonalt spån, Figur 13

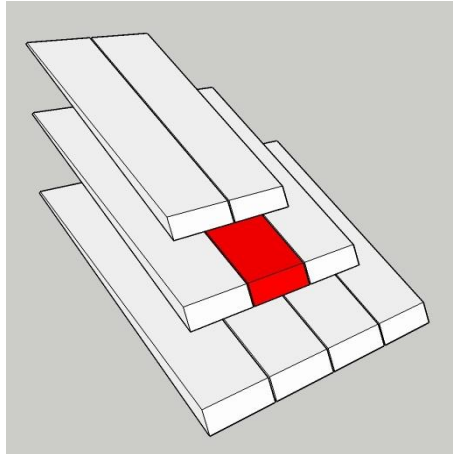
Figur 7 Skiftgången är avståndet från ett skifts underkant till nästkommande skifts underkant. Bleket markerat med rött i figuren är längre än skiftgången men det kan aldrig vara kortare än skiftgången.



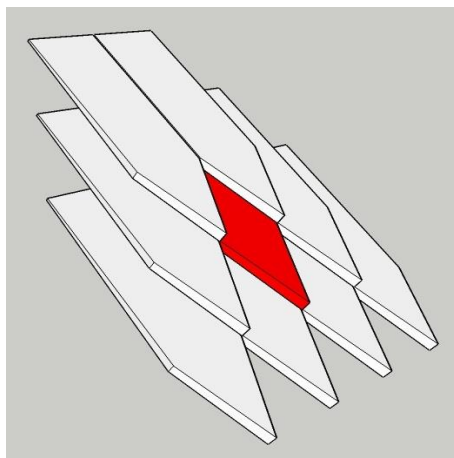
¹ Se figur 7



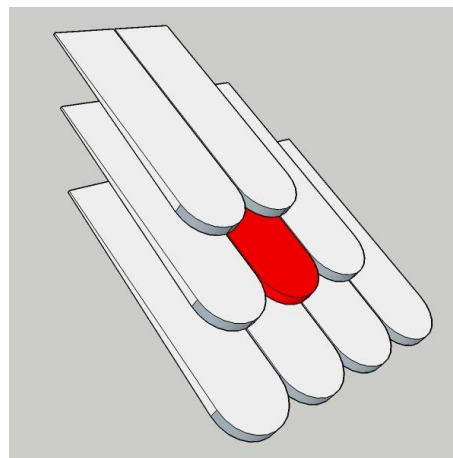
Figur 8 Rakt spån, bleket markerat med rött.



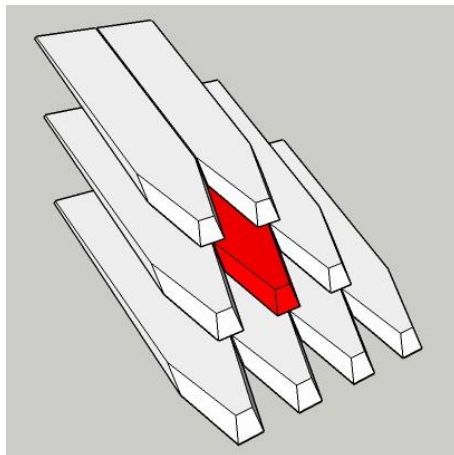
Figur 9 Rakt spån med fas.



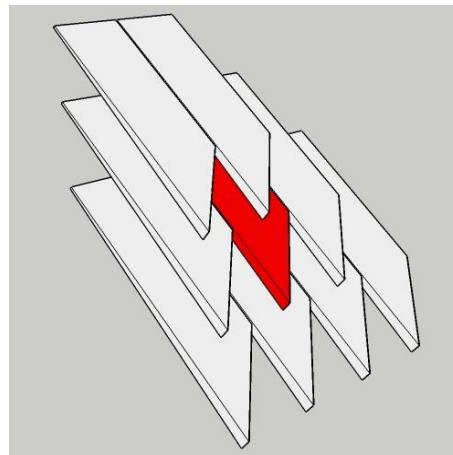
Figur 10 Fullspetsigt spån.



Figur 11 Runt spån, fullrunt spån.



Figur 12 Näbbspån, spetsigt spån med fasade raka sidor och stympad spets med fas.



Figur 13 Diagonalt spån, en variant av spetsigt spån med spetsen i linje med vänsterkanten.

1.5 Avgränsningar

Undersökningen syftar till att utreda hur utformningen av bleket påverkar effektiviteten hos vattenavrinningen, hur snabbt vatten passerar över en spånbeklädd yta. Olika träslag, tillverkningsmetoder, bearbetningar av ytor och ytbehandlingar och deras inverkan på vattenavrinningen undersöktes inte.

1.6 Befintligt kunskap

1.6.1 Motverka nedbrytningen av trä

Nedbrytande faktorer på trä kan delas in i 3 kategorier, fotokemisk nedbrytning, biologisk nedbrytning och mekanisk nedbrytning. Fotokemiska nedbrytningen orsakas av syre, vatten, solljus och värme. Syret spränger vedcellerna, vattnet transporterar syret och sol och värme ger energi till processen. Biologiska nedbrytningen orsakas av svampar, insekter och bakterier. Svamparna bryter ner träet och använder det som näring, insekterna försvagar träet genom att gnaga hål och gångar i det. Bakterierna gör träet mer vattensugande och därmed ökar risken för svampangrepp. Mekaniska nedbrytningen orsakas av slitage, belastning och bearbetning av människor djur med mera (Vadstrup 2002, ss. 34–35)

För att motverka nedbrytningen av trä när det används som fasadtäckningsmaterial bör följande beaktas (Ibid., ss. 36–46)

- Träslag av bra kvalitet för ändamålet
- Rätt dimension
- Konstruktivt träskydd
- Ytbehandling
- Underhåll

1.6.2 Virkeskvalitet

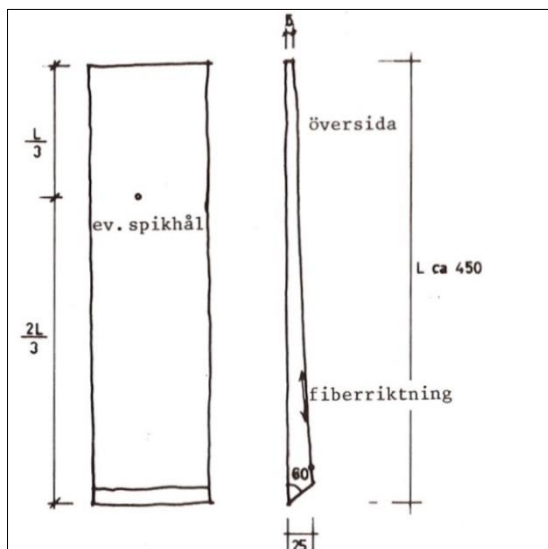
Generellt har virkesvalet traditionellt styrts av vad som finns att tillgå i byggnadens närområde. Ek återfinns i våra äldsta spåntäckningar men furu av rätt kvalitet är ett bra alternativ (Samuelsson; Johansson 2011, s.) I bästa fall håller stavspån på vägg i skyddat läge i 750 år (Hantverkslaboratoriet 2016f). Stavspån tillverkas främst av furu, i enstaka fall av ek. Den ska vara 120–150 år, rättvuxen, vinterfälld, fri från felaktigheter och sjukdomar och tätvuxen, 14 årsringar per tum (14 årsringar/25 mm) (Kjellberg 2002, s. 7). De ska vara mycket kärna och gott klyv. Gott klyv innebär lätt kluvet virke som ger plana ytor (Godal 2012, s. 108) Frodvuxet virke slår sig lättare än tätvuxet virke. Kärnvirke är mer motståndskraftigt mot röta än splinten. Eksplint ruttar bort på 2–3 år och är oanvändbart medan tätvuxen furu splint står sig bra men inte lika bra som kärnfuru (Hantverkslaboratoriet 2016f).

1.6.3 Dimension

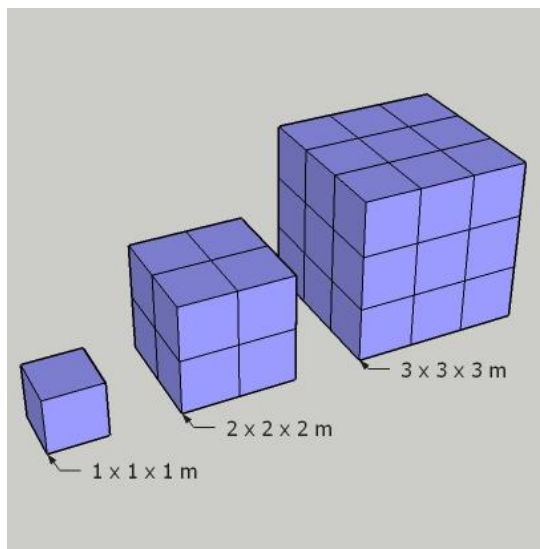
Tabell 2 Dimensionen för normalspån. Varierande bredder underlättar vid läggningen men de bör inte understiga 70 mm.

Normalspån dimension (mm)	Längd	Bredd	Tjocklek-1	Tjocklek-2
	450	125 ≥70	5	25

Ett normalspån har dimensionen 450 x 125 x 5–25 mm, 5 mm i den smala övre änden och 25 mm i den tjocka nedre änden. Den tjocka änden är fasad i 60° mot undersidan. Olika bredder underlättar vid läggning men bredder under 70 mm undviks. Vid läggning av och i anslutning till konkava eller konvexa ytor krävs andra längder (Kjellberg 2002, ss. 7–8).



Figur 14 Dimension och utformning på ett normalspån.
Illustration: Uno Söderberg.



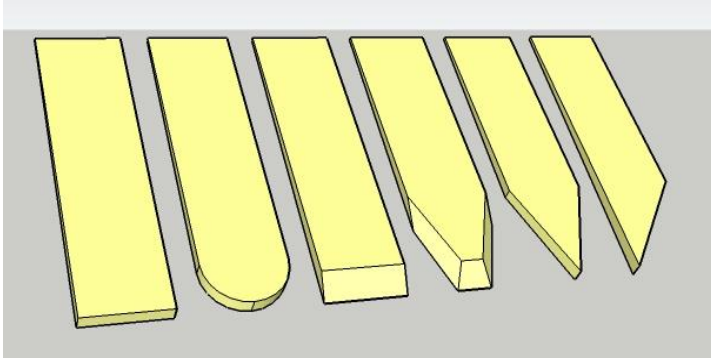
Figur 15 3 stycken kuber med olika stor volym, den minsta kuben har störst yta i förhållande till sin volym, se tabell 2.

Ett stavspån har en stor yta i förhållande till sin volym. Utformningen av bleket påverkar spånets yta i förhållande till dess volym. Stor yta i förhållande till volymen ger snabb uttorkning. Ju mindre en kropp är desto större är dess yta i förhållanden till dess volym.

Tabell 3 Kubernas förhållande mellan yta och volym.

Kub	Volym m ³	Yta m ²	Förhållande mellan volym och yta
1	1	6	1:6
2	8	24	1:3
3	27	54	1:2

Tabell 2 visar att ytan i förhållande till volymen minskar med en ökad volym. Ett stavspån har en stor yta i förhållande till sin volym. Utformningen av bleket påverkar spånets yta i förhållande till dess volym. Stor yta i förhållande till volymen ger snabb uttorkning. Ju mindre en volym är desto större är dess yta i förhållanden till dess volym. Ett rakt spån har i förhållande till ett näbbspån en större volym i förhållande till sin yta och torkar därför långsammare. Ytans storlek, yttemperaturen och luftomsättningen är avgörande för uttorkningstiden (Hagentoft 2003, s. 134).



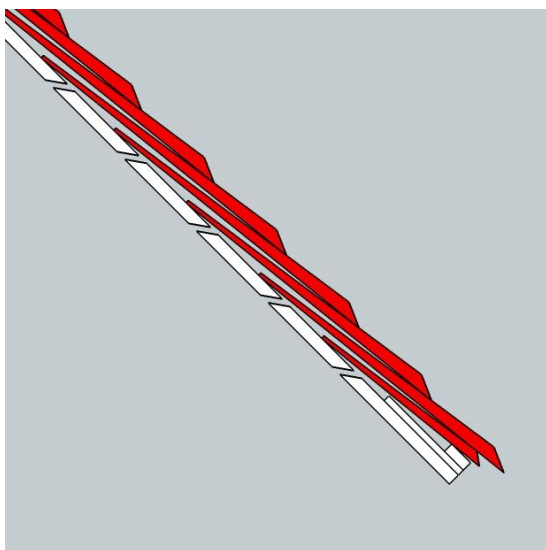
Figur 16 De testade spånformerna sorterade med störst volym längst till vänster.

Tabell 4 De testade spånformernas volymer med spånet med störst volym längst till vänster. Volymer beräknades automatisk i Sketchup.

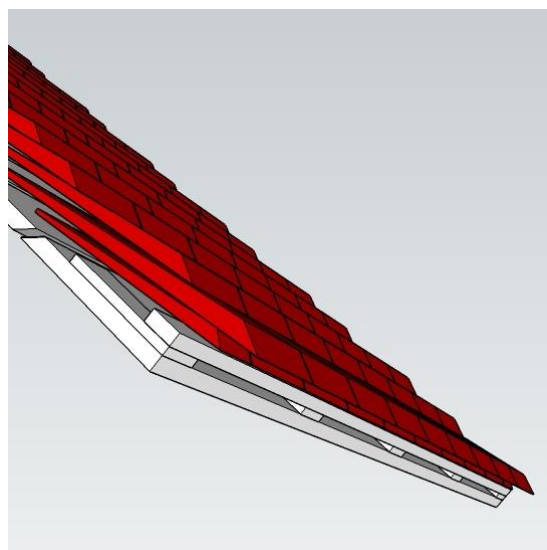
Spånform	Rak	Rund	Rak med fas	Näbb	Spets	Diagonal
Volym l	0,702	669	656	604	534	534
Volym i förhållande till spånformen med störst volym	1:1	1:0,95	1:0,93	1:0,86	1:0,76	1:0,76

1.6.4 Konstruktiv träskydd/läggning/montering

En av två huvuddelar i det konstruktiva träskyddet för en spånbeklädd yta är lutningen på ytan, minsta rekommenderade lutning är 45° (Godfraind, Sophie, Pender, Robyn & Martin 2013, s. 313), brantare lutning ger ett bättre skydd, regnvatten rinner av snabbare och spånens möjlighet att suga upp vattnet minskar. Det vatten som spånen ändå hinner suga upp torkar ut snabbare om spåntäckningen är väl luftad. Luftning i kombination med att spånen har en stor yta i förhållande till deras volym är den andra huvuddelen av en spåntäcknings konstruktiva träskydd. För att skapa tillfredställande luftning monteras spåntäckningen på ett glest oisolerat

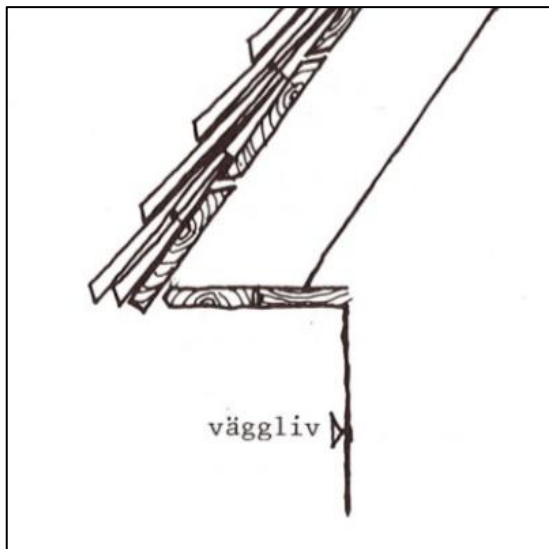


Figur 17 Trelagsspåntäckning på oisolerat glest bräddtak med 45° lutning.

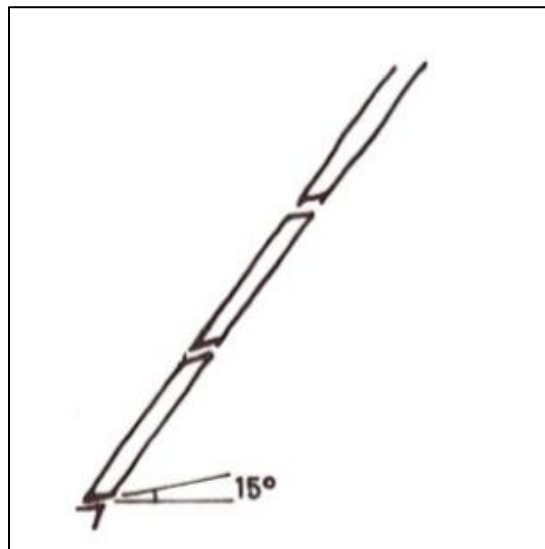


Figur 18 Luftning vid takfoten med distansklossar och en läkt.

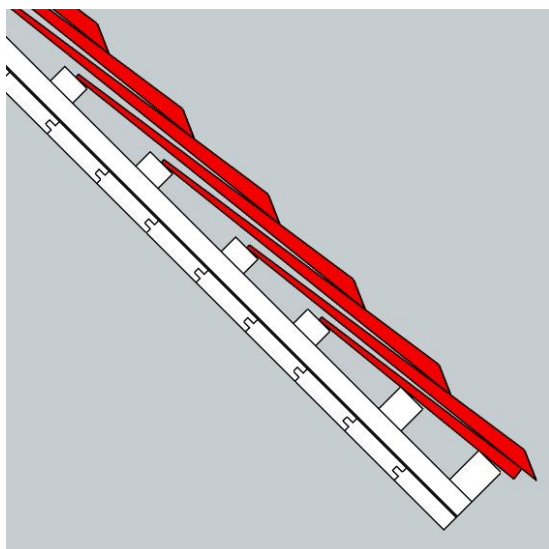
bräddtak. En alternativ läggningss metod är att spånen monteras på läkt på ett spontat papptäckt underlagstak (Kjellberg 2002, s. 11). I boken *Makinhyvlade Sticksån* beskrivs spikning på läkt som ett sämre alternativ än spikning på gles panel för att luftningen underifrån blir sämre och förkortar sannolikt taktäckningens livslängd. Dessutom medför spikning på gles panel möjligheten att inspektera taket underifrån (Johansson, A., Anderson, N.-E., Höglund, S. & Lindblad, L. 2014, s. 72).



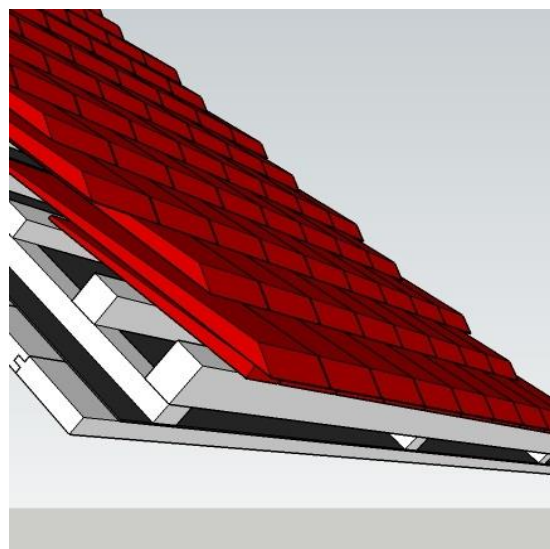
Figur 19 Vanlig utformning av takfot. Dålig luftning resulterar i rötangrepp i den nedersta panelbrädan varför denna bör vara av kärnvirke. Illustration: Uno Söderberg.



Figur 20 Snett kantskuren panel i glesst oisolerat underlagstak. Sneda kanterna gör att det vatten som skulle läcka in rinner ner längs med takfallet istället för in under underlags taket. Illustration: Uno Söderberg.

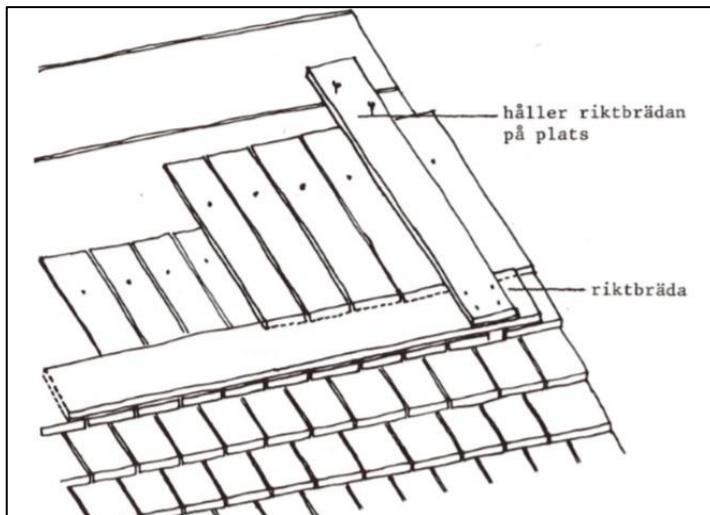


Figur 21 Trelagsspåntäckning monterad på läkt på ett papptäckt underlagstak. De två nedersta läkten är grövre för att takfotsskiftet spån inte ska luta mer än övriga skift.



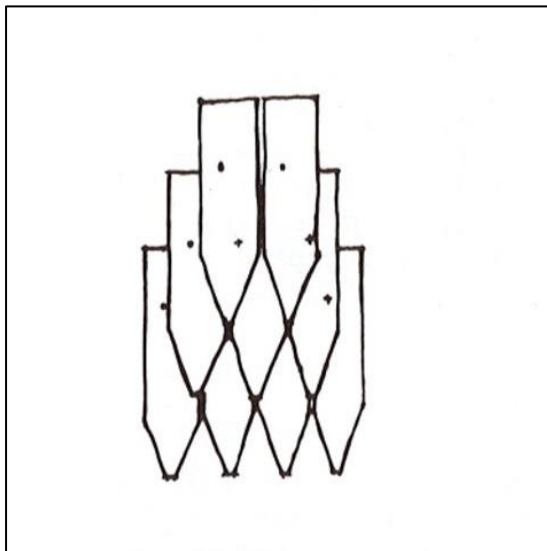
Figur 22 Lufning vid takfot för spåntäckning monterad på läkt på ett spontat papptäckt underlagstak.

På tak monteras spån i tre lager. Varje skift täcker föregående skifts två övre tredjedelar, den nedre tredje delen blir synlig. För att ge spånen rum att svälla läggs de med 2–3 mm mellanrum. Spånen läggs i horisontella rader och med början vid takfot. Takfotsskiftet kan utföras olika beroende av takkonstruktionen. Fotskiftet består i normalt av ett stödjande skift av 2/3 längd. Detta täcks helt av nästkommande skifts spån, se figur 21–22. Riktbräda används för att åstadkomma raka rader, se figur 23.

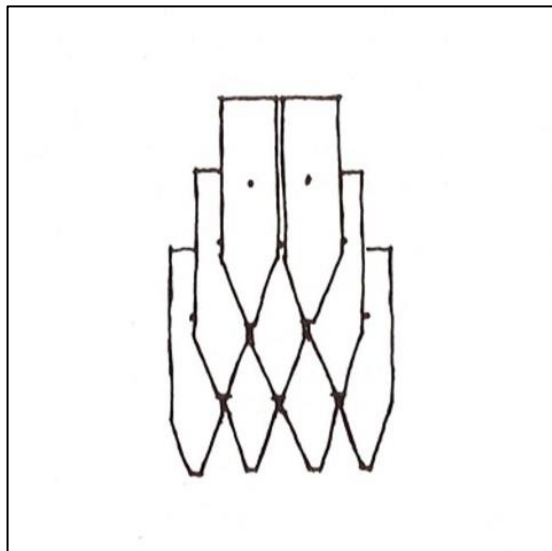


Figur 22 Riktbräda används för att få raka rader. Nästkommande skifts spån centreras ovanför senast monterade skifts skarvar så gott det går.
Illustration: Uno Söderberg.

Nästkommande skifts spån centreras ovanför senast monterade skifts skarvar i den mån det går. Spånen fäst med en spik som inte ska slås i så hårt att spånets pressas ned mot underliggande



Figur 24 Dold spikning, spånets spikas vid sidan av spånets centrumlinje och döljs av överliggande skift.
Illustration: Uno Söderberg.



Figur 25 Spikning med synlig spik. Spiken placeras mitt i spånets. Det är möjligt att byta ut enstaka spån vid behov.
Illustration: Uno Söderberg.

spån. Förborring är nödvändig vid användning av grövre spik såsom varmförzinkad klippspik. Spik som är 2,3 mm kräver inte förborring. Spån av ek har en tendens att spricka lättare (Kjellberg 2002, ss. 11–12).

1.6.5 Skiftgång, övertäckning och övermått

Förklaring av begrepp

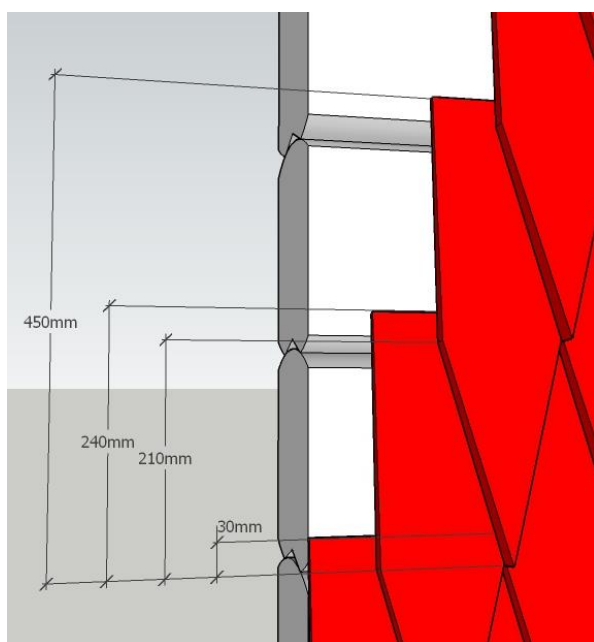
- Skiftgång avståndet från ett skifts nedre kant upp till nästkommande skifts nedre kant
- Övertäckning den del av ett skifts längd som täcks av nästkommande skift
- Övermått måttet som det översta spånets tjocka ände överlappar det understa spånets tunna ände, se figur 27

Tak täcks som regel med tre alternativt flera lager spån. Väggar täcks enligt samma princip och vanligen med tvålagstäckning (Kjellberg 2002, s. 22).

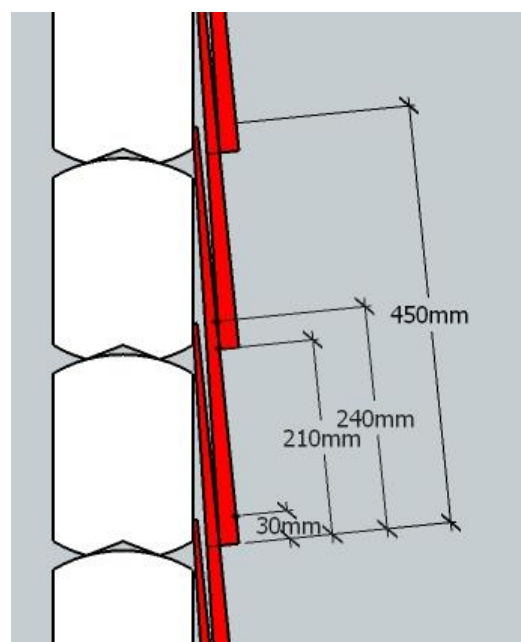
Tabell 4 Mått vid två- och trelagstäckning.

Mått	Tvålagstäckning	Trelagstäckning
Skiftgång	$\leq 1/2$ spån längden	$\leq 1/3$ spån längden
Övertäckning	spån längden - skiftgången	spån längden - skiftgången
Övermått	spån längden - (2 x skiftgången)	spån längden - (3 x skiftgången)

Tabell 5 visar olika mått för två- och trelagstäckning. En tvålagstäckning med 450 mm långa spån och en skiftgång på 210 mm ger en övertäckning på 240 mm (450 - 210 mm) och ett övermått på 30 mm (450 - (2 x 210)).



Figur 26 Tvålagstäckning med måtten på spån längd, övertäckning, skiftgång och övermått inritade i samma ordning från vänster i figuren.



Figur 27 Övermått 30 mm och skiftgång 210 mm, tvålagstäckning på timrad vägg.

1.6.6 Ytbehandling och underhåll

Spån har behandlats med diverse olika ämnen, tjära, med och utan pigment, stenkoltjära, trätjärbeck, asfaltbäck, tryckimpregnering med kopparförening, kreosot och järnvitriol (Kjellberg 2002, s. 9, s. 22; Hantverkslaboratoriet 2016e). Vedcellerna i träet kan vid tryckimpregnering delvis sprängas. Är spånen dessutom gjorda av kärnvirke vilket rekommenderas tränger inte impregneringen in i spånen (Kjellberg 2002, s. 9).

”Tjäran skyddar genom att vara vattenavvisande och på kyrktak som ett offerskikt genom att bilda en hartsrik film på träytan som skyddar träet från ljusstrålning och väder, nederbörd och erosion” (Källbom 2015, s. 78). Ren trätjära är det enda medel som man vet kan rekommenderas för ytbehandling av stavspån (Kjellberg 2002, s. 22)

Av praktiska skäl är det bäst att behandla spånen när de lagts färdigt på tak eller monterats klart på en vägg för då hamnar tjäran på spånets ovansida där den gör mest nytta dessutom går det åt mindre tjära. Läggningsen går smidigare med otjärede spån för det kladdar mindre än om de har doppats i tjära i samband med tillverkning, det är inte säkert att tjäran hunnit torka tills att de ska monteras och det kan medföra att spånen ”limmas” ihop och uttorkning försvåras (Hantverkslaboratoriet 2016e).

Tjärbehandlingen bör ske när spånet är torrt, helst under sommaren. Behandlingen ska göras omsorgsfullt och med trätjära av god kvalitet (Kjellberg 2002, s. 23). ”Södersidor är mer utsatta än norrsidor, och underhåll bör ske inom åtta år under alla omständigheter eller när virket behöver förnyat skydd. Vanligen anges 5 år för södersidor och 10 år för norrsidor (Källbom 2015, s. 82)”.

1.6.7 Tillverkning

Ordlista över olika begrepp vid spånframställning

SPÅNSKOG	Den skog, det bestånd där man väljer ut och faller råvaran till stavspån.
SPÅNKUBB	Del av spånstock
SPÅNSTOCK	Stock från spånträd
SPÅNTRÄD	Utvalt träd för spåntillverkning
SPÅNBOTTEN	Det undertak som spånen fästs i.
SPÄNNARE	Medeltida benämning av spåntäckare av fornnordiska spån
SPÅNSTOL	Hjälpmiddel vid spånuggning. Huggkubb med rygg där spånämnet kan fixeras vid huggning.
SPÅNBOCK	Hjälpmiddel vid spånuggning. Stock med ben på vilken spånämnet kan fixeras.
SKIFTGÅNG	Uträknat mått på skiftens höjd. Skall ge fullgod täckning och jämnt avslut mot nock eller takfot.
SKIFT, BLEKE, BLIK FLYTT, SKOTT, VISYTA,	
SKJUTET	Den del av spånens nedre del som syns och exponeras för väder och vind när taket är lagt.
KUBBNING	Kapning av spånstock i lämpliga längder
KLYVNING /	
SPRÄCKNING	Delning av kubb i lämpliga delar

HALVKLOVA, HALVA	Hälften av kubb
KVARTING	En fjärdedel av en kubb eller en halv halva
SPÅNÄMNEN	Delar ut spräckta från kvarting
BARKA, BANNA	Avlägsna bark från spånmaterial
BANDKNIV	verktyg till avbarkning
KLYVKNIV/	
SPRÄCKKNIV	Verktyg till klyvning, kallas även klyvjärn och spräckjärn
MÄRG	Centrum i en kubb. Trädets första växtår. Kallas även ungdomsved eller juvenil ved.
YTAN	Yttersta delen av en kubb. Trädets sista växtår. Kallas även splint.
TJÄLAT VIRKE	Sammanfrusen ved i träd.
VARG	Värdelöst ämne eller spån. Kasserat.
SKEV, VIND	Ej plant, vridet.
RIDA	När ett spån, lagt på plant underlag, är ojämnt och vilar på en eller flera punkter.
JIGGLA	När ett spån, lagt på plant underlag är skevt och har ett instabilt ligg.
KANTA	Räthugga spånämnets kanter dvs. märke och ytsidor.
RÄTVUXET	Träd eller ämne med rät fiberriktning.
TÄTVUXET	Träd eller ämne med långsam tillväxt dvs. tätt mellan årsringarna, minst 14 årsringar/tum
VRES	Oregelbunden tillväxt, ej rättvuxet virke.
TJUR	Oregelbunden tillväxt, osymmetrisk årsringsfördelning.
SLETOR	Sammanhängande fibrer som ej vill följa med och rätklyvas.
KLYV	Betecknar klyvbarhet. En kubb kan ha bra eller dåligt klyv.
VRIDENHETEN	Betecknar den vridenhet som oftast finns i trädets tillväxt. Vridenheten varierar.
PROPELLER	Starkt vridet spånämne, även kallat varg

(Samuelsson; Johansson 2011, s. 10)

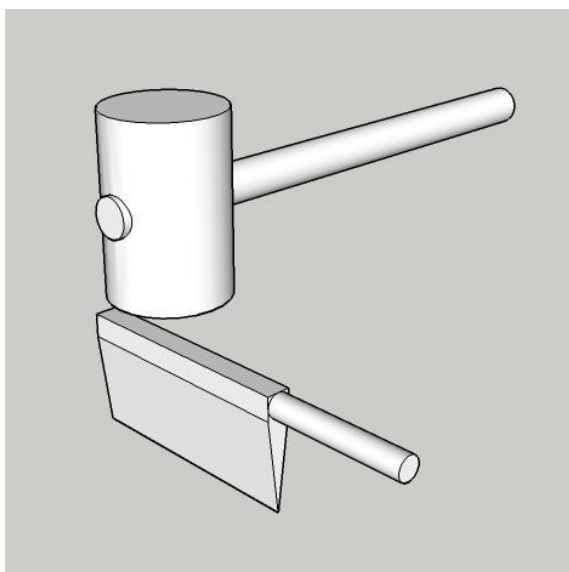
Stockar lämpliga för spåntillverkning väljs ut och kubbas upp till spånkubb, de ska vara lite längre än spånens färdiga längd för att spånen ska kunna justeras till slutlig längd. Kubborna barkas på de ytor sprickan kommer att gå vid spräckning för att spräckningen ska kunna ske kontrollerat. Kubborna spräcks till halvklovor som spräcks till kvartingar. Oberäknelig juvenil samt bark avlägsnas från kvartingarna (Hantverkslaboratoriet 2016d).

Framtagning av spånämnen

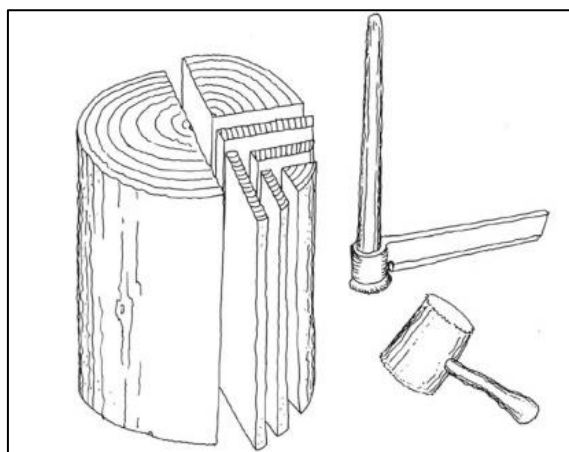
- 35mm tjocks ämnen klyvs fram ur kvartingar
- Årsringarna ska vara stående, de ska stå på högkant när spånnet ligger på bredden
- Träets fiberriktning ska sammanfalla med spånets ovansida

(Kjellberg 2002, s. 7)

Klyvning startar i toppen av spånkubben för att veden är mjukare där och det är lättare att komma igång. (Godal 2012, s. 111). Där klyvningen startar får man den slätaste ytan som är mest lämplig till bleket där man vill ha en så orörd yta som möjligt. Detta medför att toppändan av spånämnet blir bleket där man vill ha en orörd yta med spräckta fibrer (Hantverkslaboratoriet 2016e). Vid klyvning bör man eftersträva spånämnen med stående årsringar i förhållande till den plana ytan för att de står emot väder och vind bättre och blir mer formstabila (Hantverkslaboratoriet 2016b).



Figur 28 "Blejde" ett annat namn på spräckkniv. Användes för spräckning av spånkubb. Den var 10 tum långt, 5 tum hög och 1 tum tjockt och hade ett handtag och användes tillsammans med träklubba eller dylikt (NM 130, E.U. 30 904).



Figur 29 Principen för framklyvning utav spånämnen här med verktygen spånkniv och träklubba. Notera de stående årsringarna i de ut spjälkade spånämnena. Illustration: Nikolaj Hyllestad

Tillredning kilform

- Spånämnena sågas diagonalt i två delar
- Ojämnheter jämnas till med yxa

(Kjellberg 2002, s. 7)

Ovanstående är en modern metod för tillredningen av kilformen och ger normalt bara ett spån. Metoden kan ge två spån i bästa fall underförutsättning att spånämnet är rakt och har plana ytor. Traditionellt har kilformen tillretts med yxa. Huggningen av spånämnet görs nerifrån och upp i förhållande till spånets orientering i beklädnaden för att undvika vattensamlade yxhugg (Hantverkslaboratoriet 2016d).

Krav på färdiga spån

- Bleket ska vara fritt från vattensamlade yxhugg
- Bleket ska vara fritt från genomgående kvistar och vres
- Spånets översida ska vara fritt från motträ
- Färdiga spån bör vara fulkantiga

(Kjellberg 2002, s. 7)

Blekets form formades med yxa men bandkniv i kombination med täljhäst kan vara ett alternativ metod.

1.6.8 Utformning av bleket i befintliga kyrkor

Södra Råda Gamla Kyrka

”Spånen på den norra fasaden, långhus och sakristia, hade en konkav ”näbbform” i sina nedre synliga delar. Formen har en estetisk effekt men man kan också tänka sig en materialteknisk och resurstmässig orsak till formen: den ger möjlighet att hugga bort oönskad ytved i den exponerade delen. Den effektiva, täckande längden förblir densamma men man kan öka utbytet ur kubbarna något genom att använda ämnen som även innehåller ytved (på den ena kanten)” (Andersson 2007, s. 15).

Andersson beskriver den estetiska formen hos ett ”näbbspån” som en resurseffektiv åtgärd för att kunna använda virke av sämre kvalitet. Börje Samuelsson och Stig Nilsson tar upp fler fördelar med näbbspån och andra spån med spetsig form. Den spetsiga formen öppnar också upp mellan spånen vilket gör det svårare för skräp att fastna emellan dem och hålla fukt. Ytterligare en fördel är att skevheten hos spånen reduceras om de huggs spetsiga för att skevheten är som störst från hörn till hörn diagonalt över spånen. Näbben styr vattenavrinningen. Vattnet styrs mot spetsen av näbbspånet där koncentrationen kärnved är som störst och där med blir spånet mer motståndskraftigt (Hantverkslaboratoriet 2016f). De nämner också ”omvänd droppnäs²” eller fasningen av änden på bleket som en detalj som ger taket ett mjukare estetiskt intryck. Fasen beskrivs också som ett resultat av att det är lättare att justera änden på spånet med yxan om man hugger lite snett än i rät vinkel mot spånets längdriktning och det minskar risken för att spånet spricker (Hantverkslaboratoriet 2016c). Den omvända droppnäsans funktion beskrivs enligt följande ”Some craftsmen chamfer the tail of cleft shingles to reduce dripping on to the shingle below, which slows down the rate of erosion” Vissa hantverkare fasar stavspånens tjocka ände för att det reducerar droppandet på underliggande spån vilket minskar slitaget på taket (Godfraind, Sophie, Pender, Robyn & Martin 2013, s. 313).

I rapporten Byggnadshyttan på Gotland 2007–2008 beskrivs stavspån i ett antal inventerade kyrkor på Gotland med olika spånformer. På Garde kyrka är spets och dekor på spånen inte bara dekorativt utan också ägnade att leda regnvattnet på fördelaktigaste sätt till närmast underliggande spån (Lindkvist 2009, s. 80). Spånfynd från Tingstäde kyrka visar på spetsiga spån med lätt ryggat bleke (Lindkvist 2009, s. 81). Det kan var en detalj i vattenavledande syfte. Hangvar kyrka är klädd med måsnäbbformiga spån som är tjockare längst ut i spetsen än spånen i övrigt och bleket är lätt ryggat (Lindkvist 2009, s. 85). Den tjockare spetsen borde styra vattnet ut mot sidorna på närmast underliggande spån. Vattnet väljer att gå på sidorna om spetsen än rakt över. Den ryggade ytan borde också leda bort vattnet från spikhål i centrumlinjen hos spånen. Spån på Linde kyrka har en lätt ryggning ovanför spikhålet (Lindkvist 2009, s. 86). Sammanfattningsvis är spetsen hos näbbspånen är mer eller mindre droppformad och den

² Rakt spån med fas, se figur 9.

exponerade ytan är oftast lätt ryggad. Slätspånen har gärna en grund profil längs spetsens kanter (Lindkvist 2009, ss. 86–87).

1.6.9 Tillverkningsmetodens betydelse för spånors livslängd

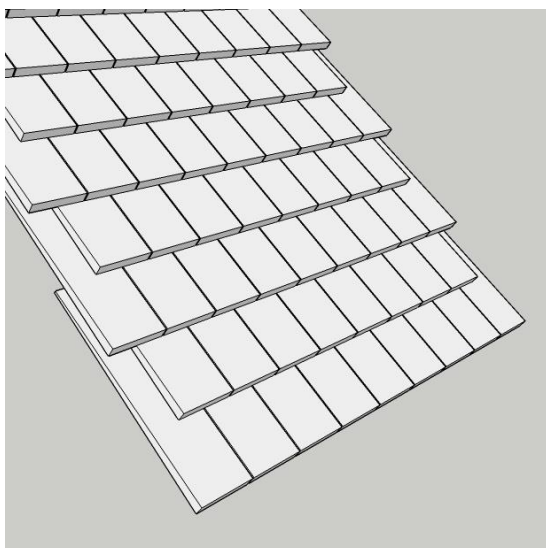
I Nordiska Museets frågelista 130 går det att läsa att en kluven yta slår en sågad yta i rötmostånd och en sågad yta slår en hyvlad yta (E.U. 30 518). Med sågning som framställningsmetod av spån finns risken att sågtänderna skapar ojämnheter som samlar vatten vilket leder till att takbeklädningens livslängd förkortas (E.U. 32 009).

En av fördelarna med en kluven yta är att fibrerna blir obrutna vilket gör dem mindre benägna att suga åt sig vatten som i sin tur gör att de står emot röta betydligt längre (Andersson 2007, s. 37). Räfflorna och skevheten hos en kluven yta gör att vattnet hindras från att sugas in mellan spånen och ökar ventilationen under dem. Räfflorna leder också till en snabbare vattenavrinning (Godfraind, Sophie, Pender, Robyn & Martin 2013, s. 306).

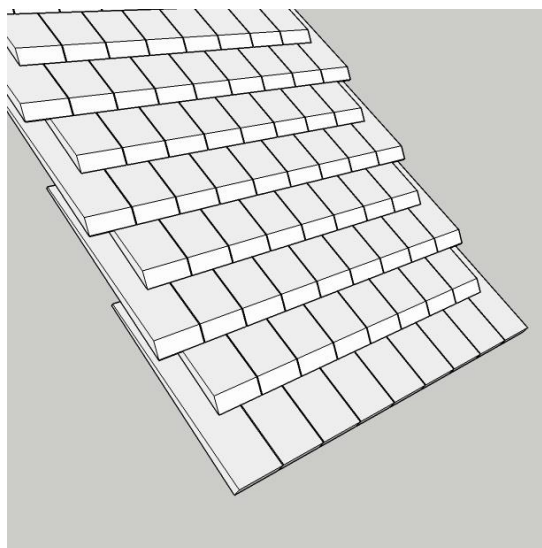
I Norge sågades spån från 1700-talet och framåt. Är de av tätvuxet virke med stående årsringar verkar de hålla lika länge som huggna spån. Det verkar vara så att det är kvaliteten på materialet och hur väl lagt det är som har störst inverkan på livslängden hos spånen mer än tillverkningsmetoden (Godal 2012, s. 123).

1.7 Metod

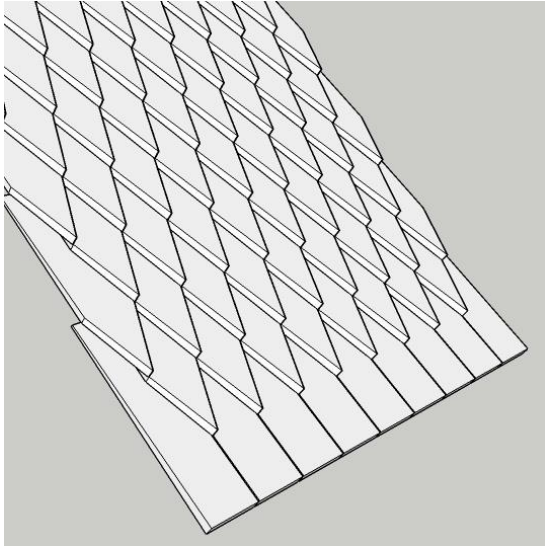
Effektiviteten på vattenavrinningen mättes på följande spånformer. Spånens dimension var 450 x 120 x 5–21 mm (längd x bredd x tjocklek). 21 millimeter i den tjocka änden och 5 mm i tunna änden. Provytan var 9 spån bred som bredast och 8 spån bred som smalast. Första skiftet av totalt 16 skift hade 9 spån i bredd sedan vartannat skift med 8 spån och vartannat med 9 spån i bredd. Spånen monterades med 3 mm mellanrum. Första skiftet var alltid raka spån på alla olika provytor. Provytan med diagonalt spån hade dessutom raka spån längs ut på kanterna för att hindra vattnet från att rinna utanför.



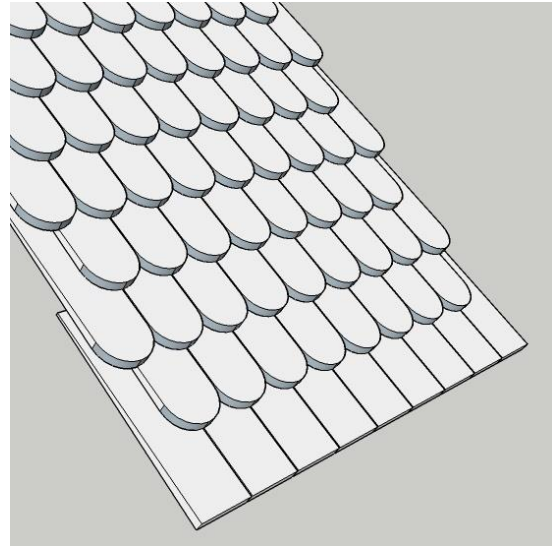
Figur 30 Rakt spån.



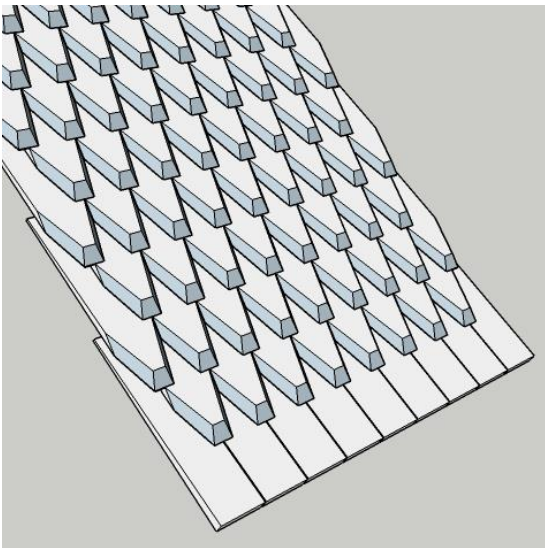
Figur 31 Rakt spån med fas. Första skiftet med rakt spån.



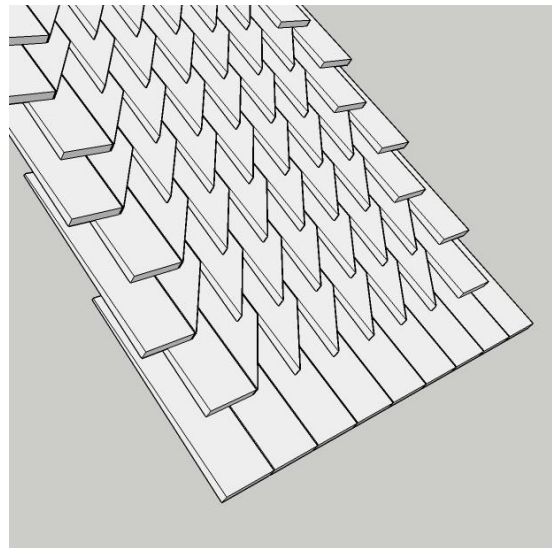
Figur 32 Spetsigt spån.



Figur 33 Runt spån, bleket avslutas med en halvcirkel med diameter som är lika lång som spånet är brett.



Figur 34 Näbbspån, spetsigt spån med trubbig ände med 60° fas mot undersidan och med raka fasade kanter ut mot spetsen.

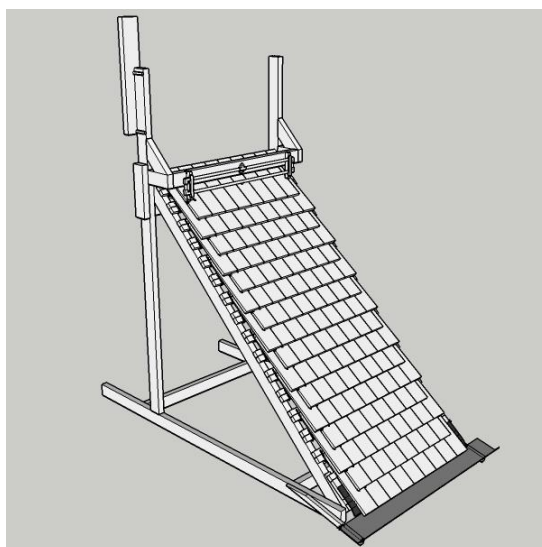


Figur 35 Diagonalt spån. Första skiftet s spån och yttersta spånen i varje skift är raka.

Eftersom lutningen är den största faktorn som påverkar vattenavrinningens effektivitet valdes lutningen 45°, den minsta rekommenderade lutning (Godfraind, Sophie, Pender, Robyn & Martin 2013, s. 313). Stommen till provytorna byggdes av reglar i dimensionen 45 x 95mm. Provytans spån monterades i trelagstäckning på läkt i dimensionen 25 x 38 mm. Skiftgången för de 16 skiften var 145 mm.

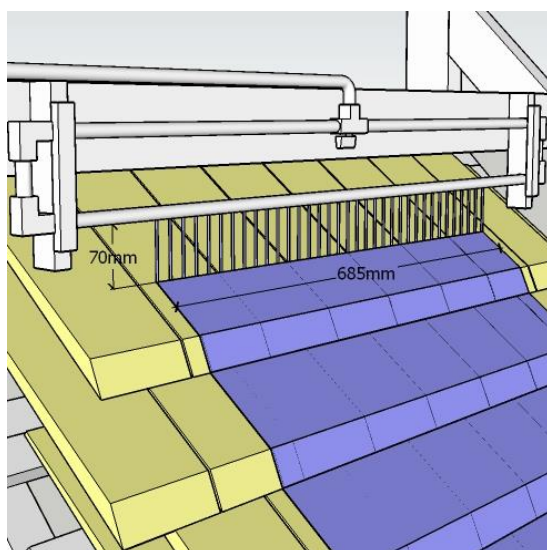


Figur 36 Stommen med 45° lutning till provytorna. Spånen monterades på läkt.

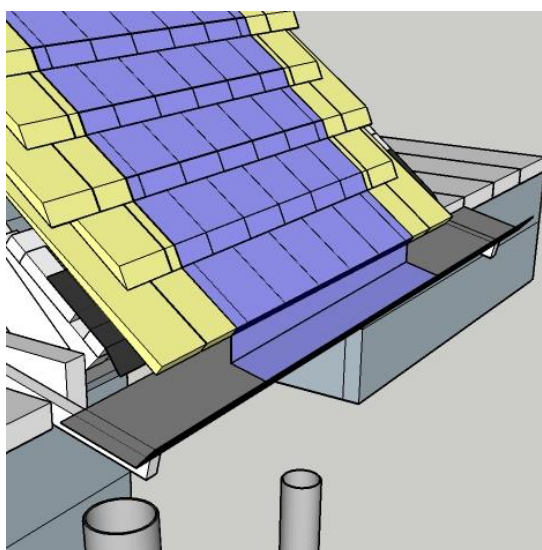


Figur 37 Stommen med raka spån monterade. 9-8st spån i bredd i 16 skift.

Vattenavrinningens effektivitet hos de olika spånformerna mättes genom att vatten strilades från ca 70 mm höjd på det överst skiftet ca 125 mm upp från spånens nederkant. Vattnet strilades genom 35st hål med diametern 2 mm fördelat på ca 685 mm centrerat över de 6 mittersta av de 8 spånen i det sista skiftet, se figur 38. Längden av provytan som vattnet rann över var ca 2,3 m, se figur 40–41. När 5 liter vatten strilats startade tidtagningen. Tidtagningen avslutades när 5 liter vatten passerat provytan. Vattnet fortsatte att strilas tills tidtagningen avslutats. Kortare tid innebar högre effektivitet hos vattenavrinningen.



Figur 38 Vatten strilades i ca 685 mm bredd centrerat över sista skiftets 6 mittersta spån.



Figur 39 När vattnet passerat provytan rann det via en ränna till uppsamlingskärlet.

Beräkning av vattenflödet

Vattenflödet i mm/h beräknas med formeln: vattenmängd/tidsåtgång/yta

Vattenmängd (liter): 5 liter

Tidsåtgång (timmar): 1 min 20 s ~ 0,02217 h

Mått yta

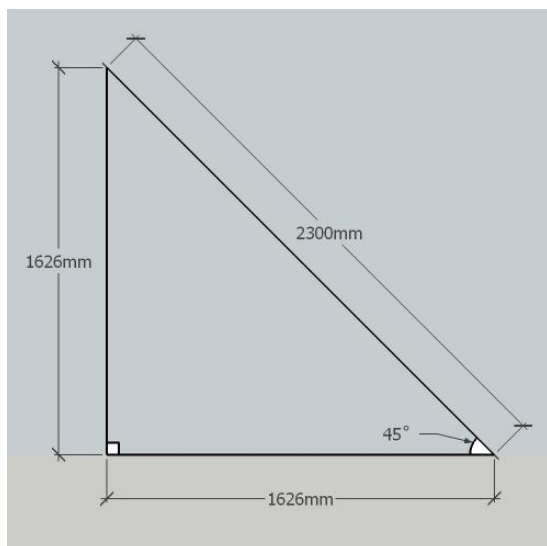
Area yta (m²): 2,30 x 0,685 m = 1,5755 m²

Area yta horisontellt* (m²) 1,626 x 0,685 m = 1,1140 m²

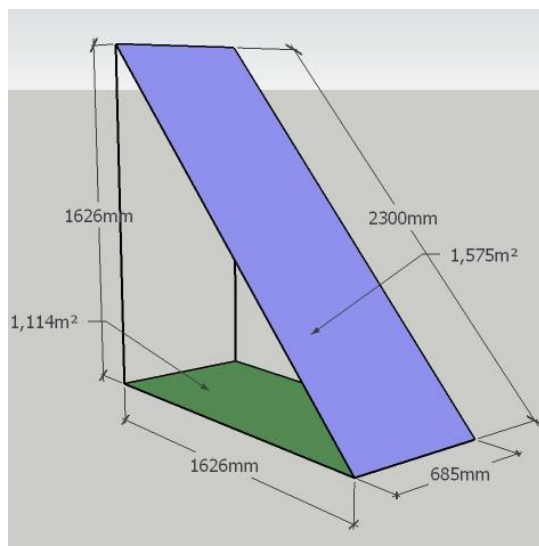
Vattenflödet i mm/h beräknas med formeln liter/timmar/m²

Vattenflödet: 5 l / 0,022 h / 1,1140 m² = ~ 204 mm/h

*Regnmängd mäts i mm/h per kvadratmeter horisontell area. Stommen hade lutningen 45° och provytorna var 2,3 m långa. Stommen hade formen av en rätvinklig samt likbent triangel sett från sidan, se figur 40.



Figur 40 Längd och lutning för provytan under testerna. Stommen sett från sidan såg ut som en likbent och rätvinklig triangel.



Figur 41 Blåa området motsvarar den area av provytan som vattnet rann över under testerna. Gröna området i figuren är den area som vattenflödet beräknades med.

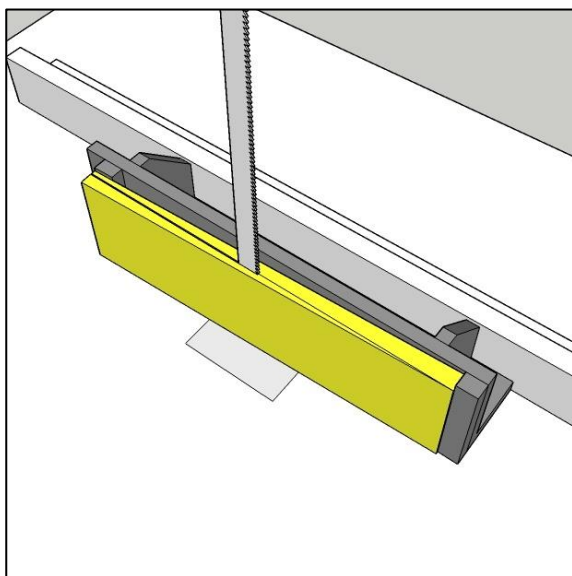
2. UNDERSÖKNING

2.1 Tillverkning av spån

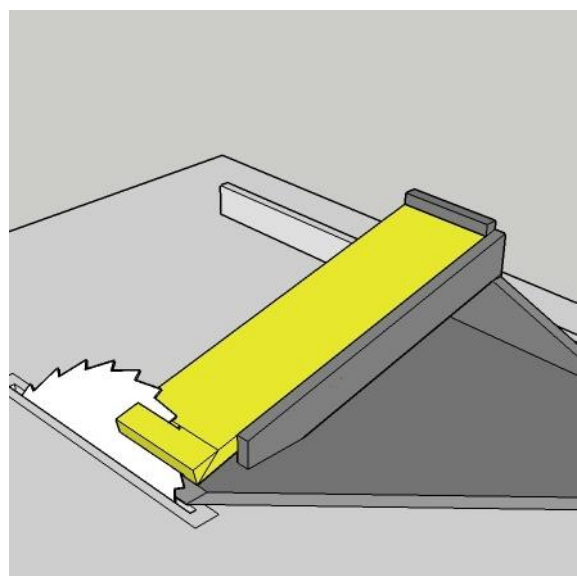
Spånen tillverkades av klädselbrädor av gran med dimensionen 21 x 120 mm. Brädorna var maskin hyvlade på ena bredden och båda kanterna. De köptes in från bygghandeln. Brädor med mycket kvisturslag valdes bort, likaså extremt frodvuxna brädor samt brädor med sprickor. Brädor med sågad kärnsida valdes också bort. Den hyvlade bredden blev senare spånens ovansida. Spånens måldimension var 450 x 120 x 5–21 mm, 5 mm i den smala övre änden och 21 mm i den tjocka nedre änden. Brädornas medträktning orienterades innan brädorna kapades

till ”spånämnen”³ i 450 mm längder. För att vattnet inte ska bromsas upp mer än nödvändigt ner för takfallet är det önskvärt att ha medträ riktningen längs med takfallet. Vid kapningen av brädorna var målet att få så lite kvist och ojämnheter på den nedre delen av spånämnet som senare kommer att utgöra bleket.

Spånens kilform sågades på bandsåg med hjälp av en jigg. Fasen på raka spån med fas, spetsen på spetsiga spån, diagonalen på diagonalspån samt spets och fas på näbbspån sågades till på en bordcirkelsåg. På grund av att bordcirkelsågens klingas lutning var begränsad till 45° byggdes jiggen med 15° lutning mot sågbordet för att få till fasen 60° på spån, se figur 41. De spetsiga spån sågades till med hjälp av en skiva med ett hål i vilket fixerade spetsens ena sida i linje med sågklingan se figur 42. För att såga spetsens andra sida roterades skivan 180° runt sin ena kortsida och spånets placerades i hålet med samma sida upp som vid första snittet, se figur 42.

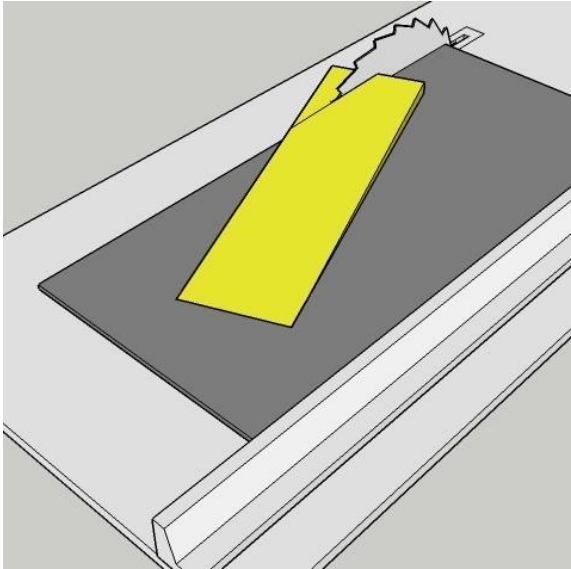


Figur 40 Spånämnenas kilform sågades till på bandsåg med hjälp av en jigg, mörkgrå i figur.

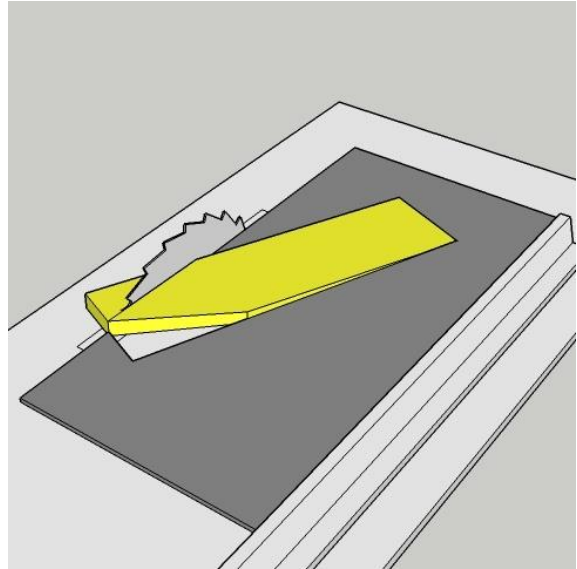


Figur 41 För att få till en 60° fas användes klingans maximala lutning på 45° i kombination med en jigg med 15° lutning.

³ ”Spånämne”, 450 mm lång klädselbräda.

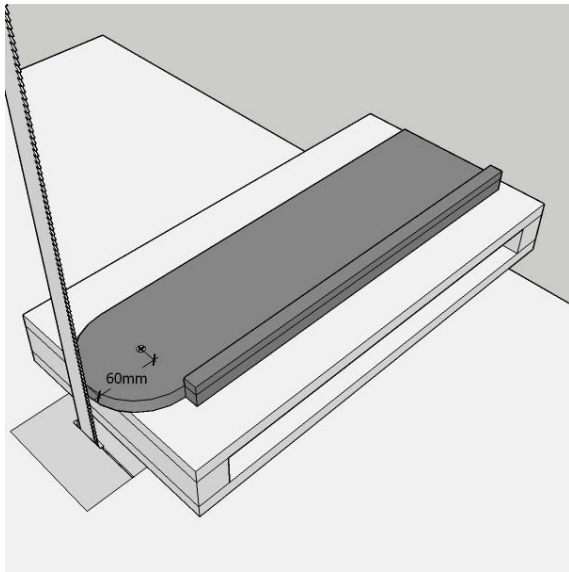


Figur 42 Spetsen på de spetsiga spånen sågades med en enkel jigg bestående av en skiva med ett hål i som fixerade spånets spets ena sida i linje med klingan. Figuren visar sågning av första snittet.

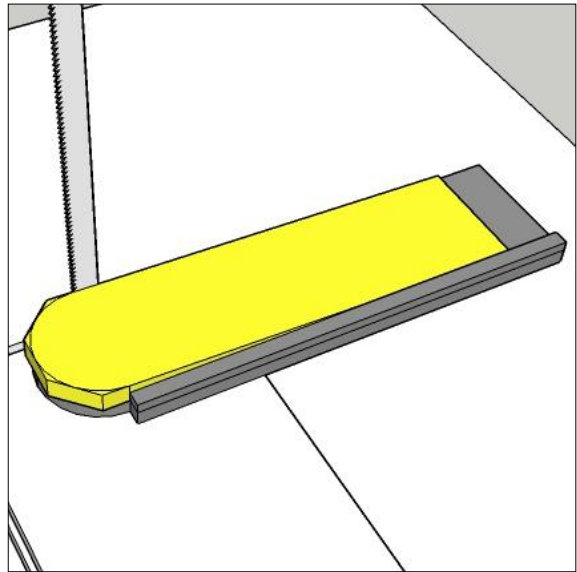


Figur 43 Andra snittet sågades med skivan roterad 180° runt ena kortsidan och spånets spets med samma sida upp som vid sågningen av första snittet

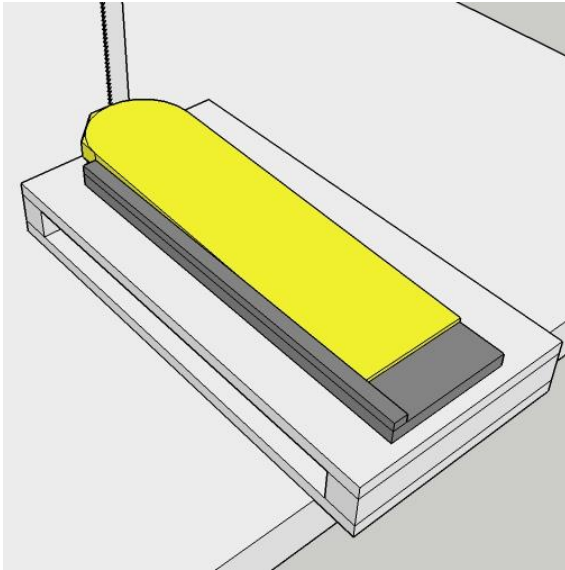
De runda spånen sågades på bandsågen med en jigg efter att det grov sågats med kap- och ger såg, se figur 44–45.



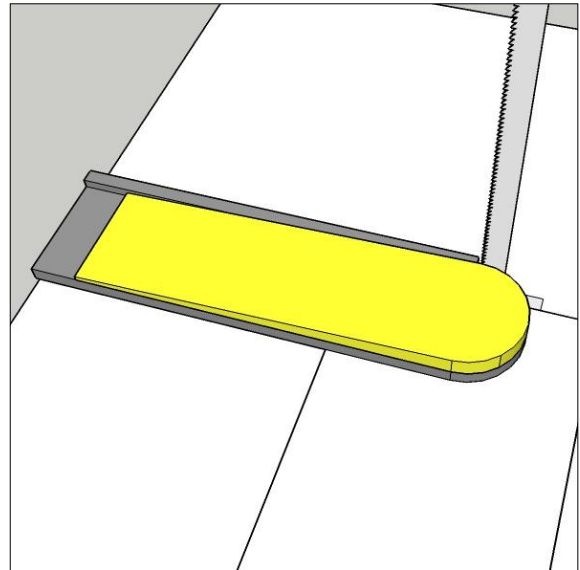
Figur 44 Jiggen för sågning av rundningen på de runda spånen. Den mörkgrå delen i figuren roterar runt en skruv 60 mm från sågbladet.



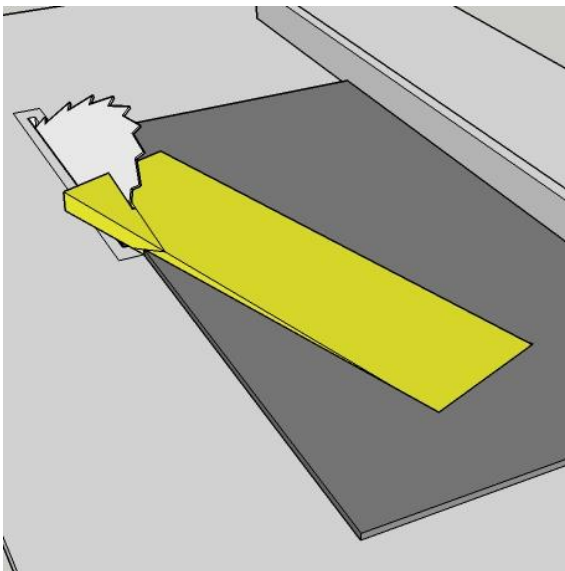
Figur 45 Spån grovt tillrett med kap och ger såg redo för sågning av rundningen. Rundningen sågades ovasidan neråt.



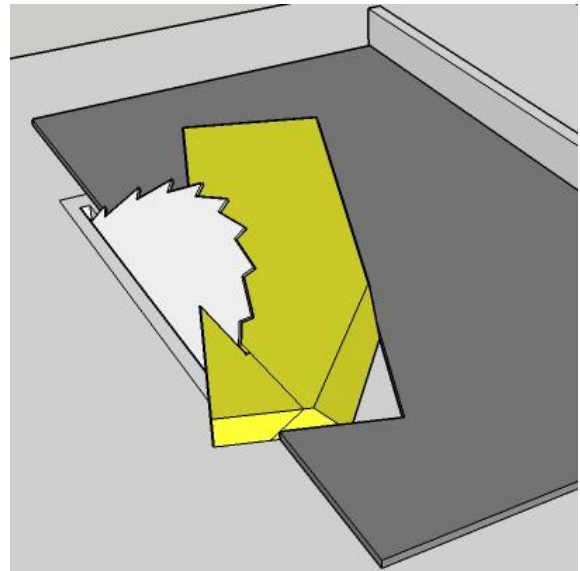
Figur 36 Rundning halvfärdig.



Figur 47 Rundning färdig.

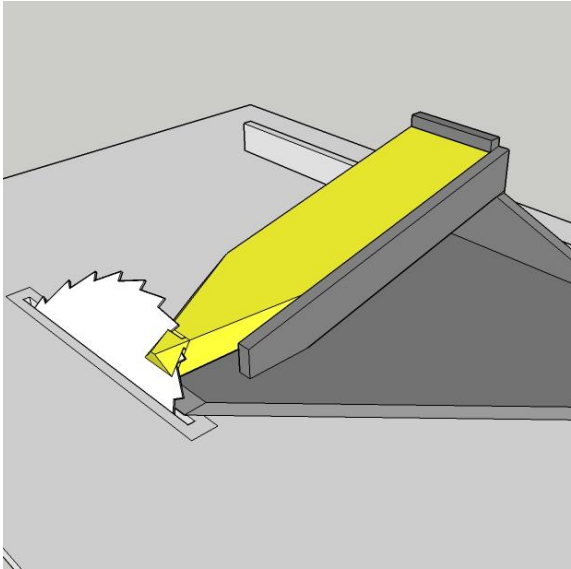


Figur 48 Näbbspån, första snittet med lutningen 45° grader mot undersidan.

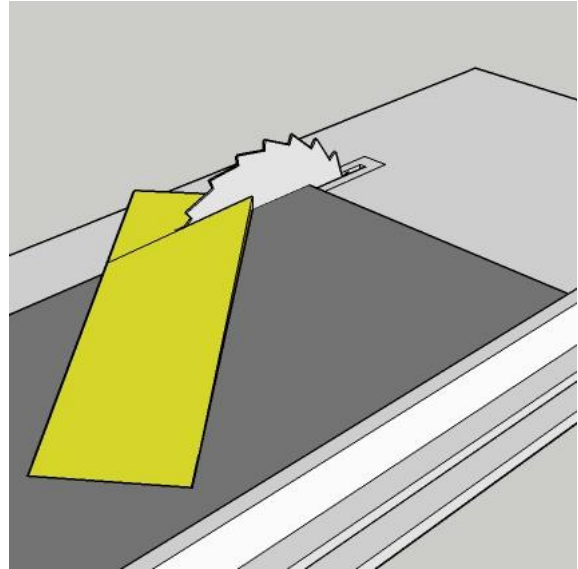


Figur 49 Näbbspån, andra snittet med lutningen 45° grader mot undersidan.

Näbbspånens spetsar sågades med 45° lutning mot undersidan av spånen. Spetsarnas trubbiga ändar var 50 mm breda och fasade i 60° mot spånens undersida. Sågningen gjordes med en jigg av samma typ som sågningen av de spetsiga spånen, se figur 48–49. För fasningen av spetsen användes samma jigg som för fasen till rakt spån med fas, se figur 50. Vid sågning av diagonalen på diagonalspånen användes jigg av samma typ som för spetsiga spånen och näbbspånen med skillnaden att endast ett snitt sågades, se figur 51.



Figur 50 Näbbspån, fasning av spets i 60° mot undersidan.



Figur 51 Sågning diagonalspån med ovansidan upp.

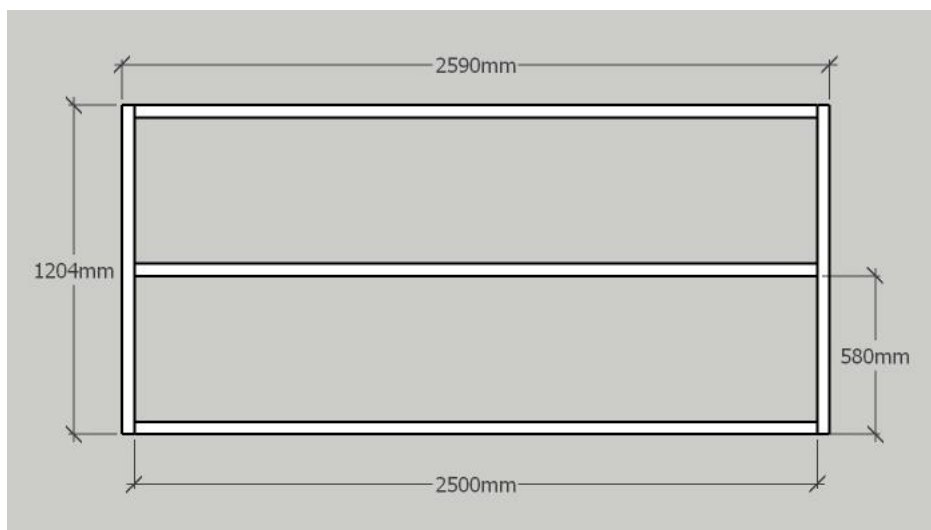
Vid tillverkningen av spånen kunde det bildas stickor och fnas i övergången mellan de olika ytorna och om så var fallet slipades de bort med sandpapper, grovlek 80. Samtliga spån var sågade på baksidan med bandsåg och maskinhyvlade på ovansidan och kanterna. Ändar och blekets alla ytor på spånen var klingsågade undantaget rundningen på de runda spånen som sågades med bandsåg. Ytor på rundningen var därför grövre än övriga spånors ytor.

2.2 Tillverkning av stomme till provytor

Stommen tillverkades av regler i dimensionen 45 x 95 mm och läkt med dimensionen 25 x 38 mm. Reglarna fästes i varandra med skruv. Stommen konstruerades i Sketchup make 2017 innan den byggdes. Måtten har styrts av hur mycket spånen bygger på längden och bredden. Stommen kan delas in i 3st delar, den lutande, horisontella och vertikal ramen.

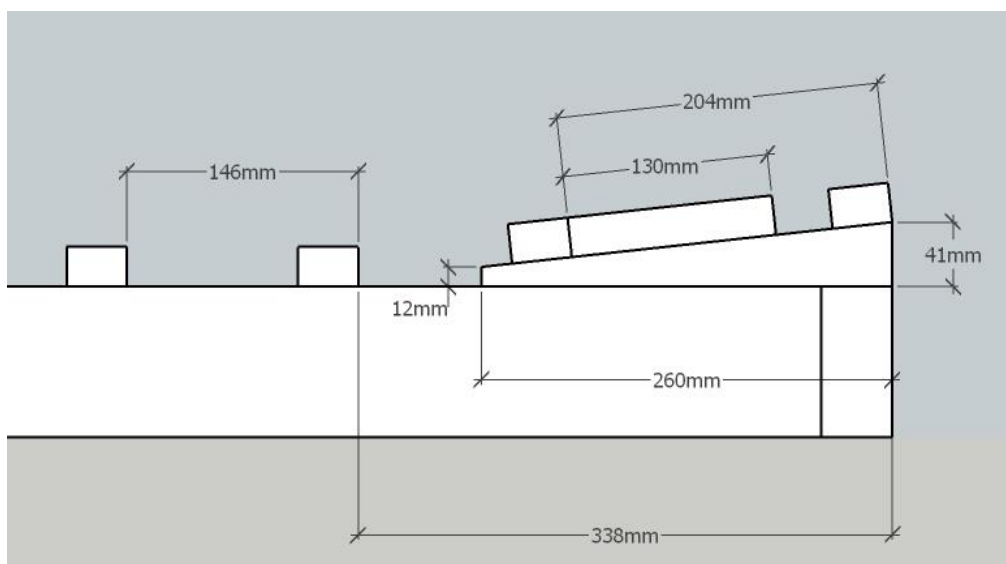
Stommen byggdes enligt följande ordning

- Den lutande ramen byggdes med måtten 1204 x 2590 mm, följande delar ingick 2st regler 1204 mm långa, 3st regler 2500 mm långa.

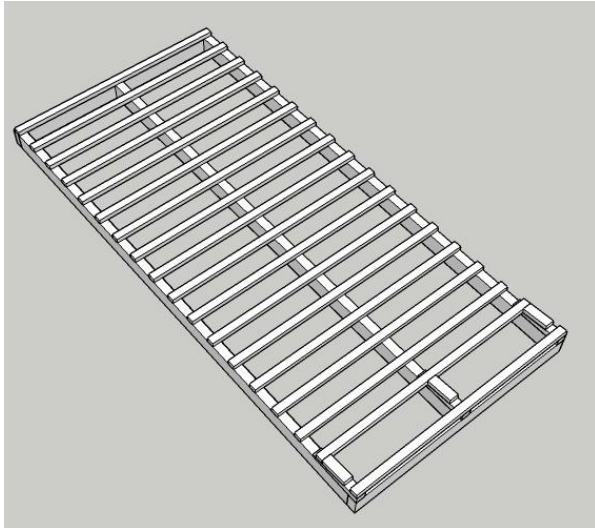


Figur 52 De första delarna till den lutande ramen med mått.

- 3st kilar monterades i ena kortsidan för att ge första skiftets spån samma lutning som de övriga skiftets spån. Kilarna var 260 mm långa, 12 mm i den smala änden och 41 mm i den tjocka änden.
- 1st läkt monterades längst ut mot kortsidan på kilarnas tjocka ände och 1st läkt 204 mm längre in. Intill andra läkten monterades 3st stödklossar. Andra läkten är inte en permanent del av stommen utan skruvades fasat underifrån för att kunna bytas ut.
- 1st läkt monterades 338 mm in från ramens kortsida och därefter monterades 15st läkt med centrum-centrum-avstånd 146 mm.

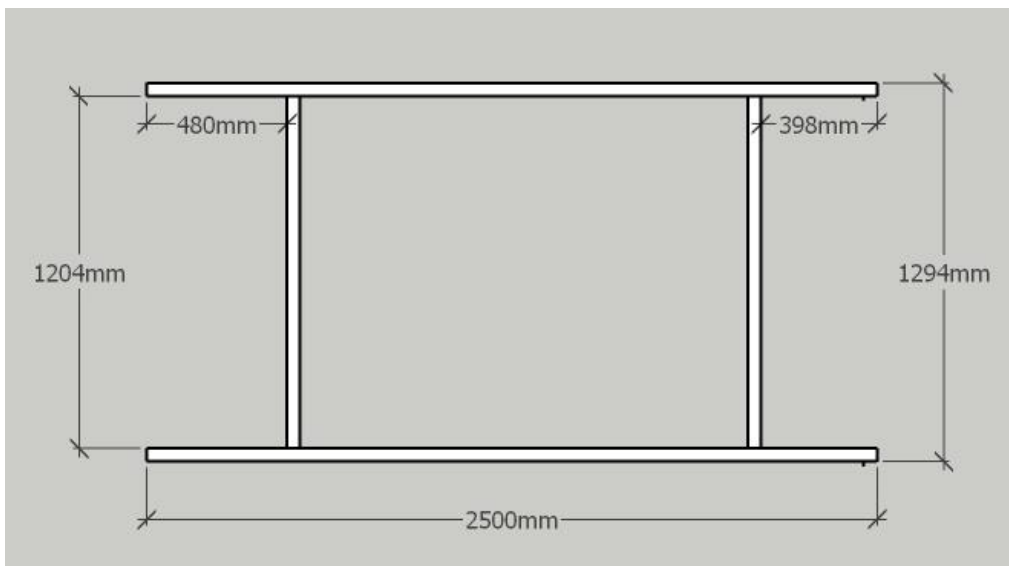


Figur 43 Den lutande stommens ena kortsida med mått.



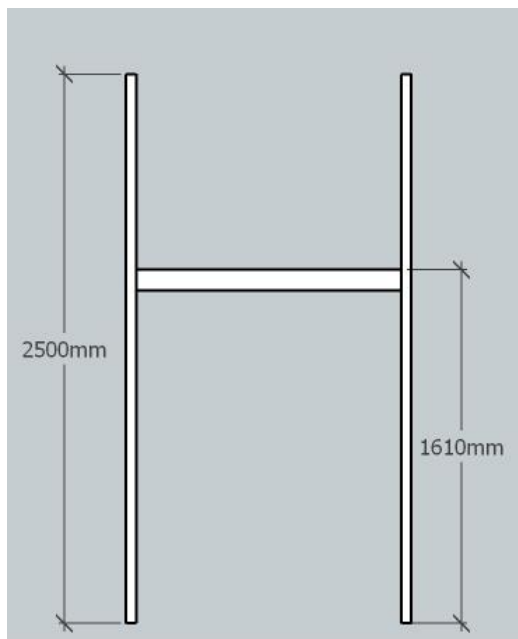
Figur 54 Lutande ramen, färdig.

- Den horisontella ramen byggdes av 2st 2500 mm regler och 2st 1204 mm regler. 1204 mm reglarna placerade på tvären mellan 2500 mm reglarna.

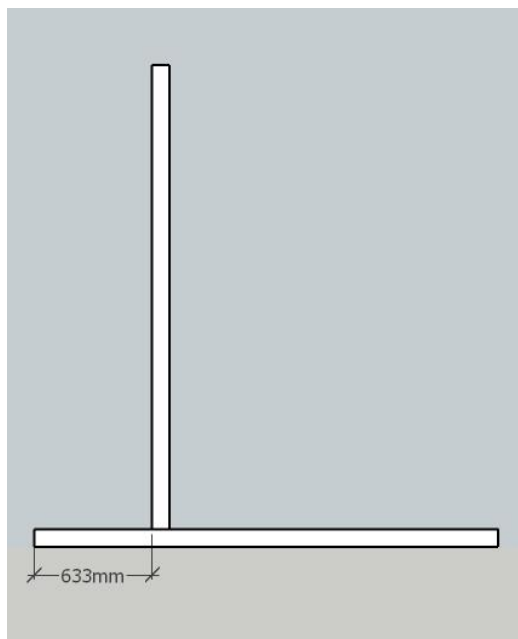


Figur 55 Horisontella ramen.

- Den vertikala ramen byggdes av 2st 2500 mm regler som förbands med varandra på höjden 1610 mm(överkant) med en 1204 mm regel ståendes på högkant.



Figur 56 Vertikala ramen.



Figur 57 Vertikala ramen sedd från sidan ihop monterad med den horisontella ramen.

- Den lutande ramen monterades sedan i 45° lutning ihop med den horisontella och vertikala ramen.



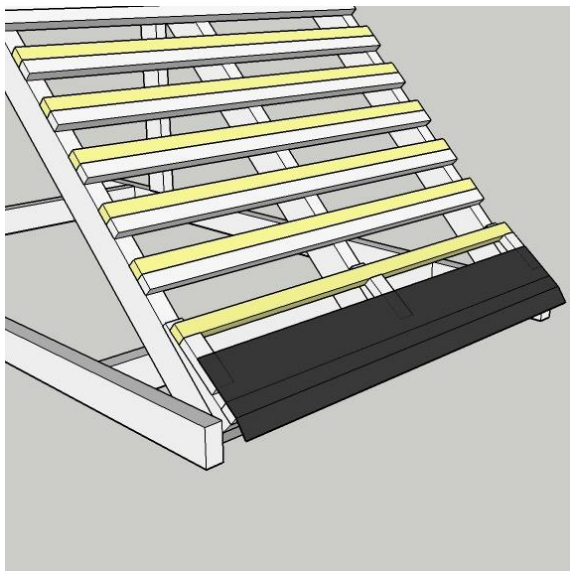
Figur 58 Den horisontella och vertikala ramen ihop monterade.



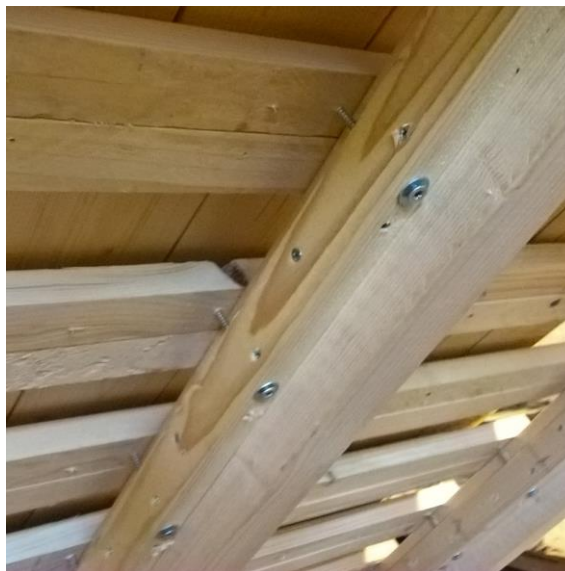
Figur 59 Samtliga ramar ihop monterade.

2.3 Montering av spån

Innan spånen monterades på stommen monterades en fotplåt istället för takfotsskift, se figur 60. Ytterligare en läkt skruvades fast ovanför varje läkt från tredje läkten nerifrån innan monteringen av spån. De övre läkterna skruvades fast från undersidan av stommen. Spånen skruvades sedan fast i de övre läkterna. Varje skift monterades sedan fast i de övre läkterna. Denna monteringsmetod gjorde det möjligt att hantera 8–9 spån på en gång vid byte av spånform på provytan genom att skruvarna på undersidan lossades, se figur 62.



Figur 60 Komplettering med fotplåt som ersättning av takfotsskift för att hindra vattnet från att rinna emellan spånen i första skiftet. Läkten som är gula i figuren är fastskruvade underifrån och inte en permanent del av stommen.



Figur 61 Fotot visar hur de övre läkterna skruvades fast underifrån.

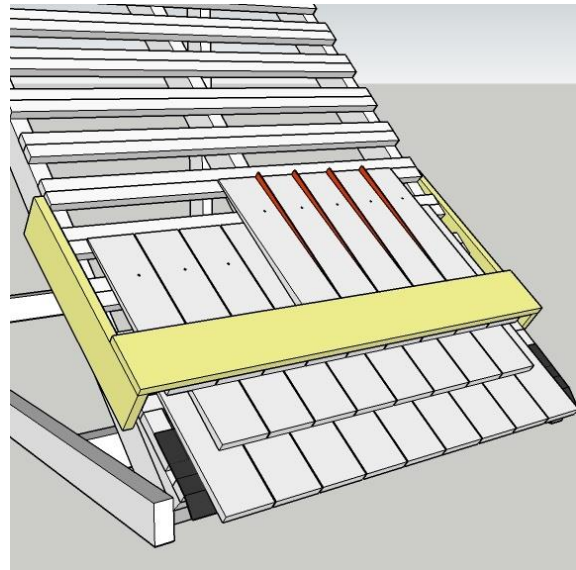


Figur 52 En av de övre läkterna med 8st spån monterade efter avslutat test.

Spånen monterades i trelagstäckning på läkt med 145 mm skiftgång. 3 mm tunna lister 450 mm långa användes som distanser för mellanrummet mellan spånen vid monteringen. Första skiftet var 9 spån brett och nästkommande skift 8 spån brett och därefter vartannat skift 9 spån brett och vartannat 8 spån brett tills ytan bestod av 16 skift. En riktbräda användes vid monteringen och spånen skruvades fast med en skruv vid sidan om spånens centrumlinje strax ovanför underliggande spåns toppända.



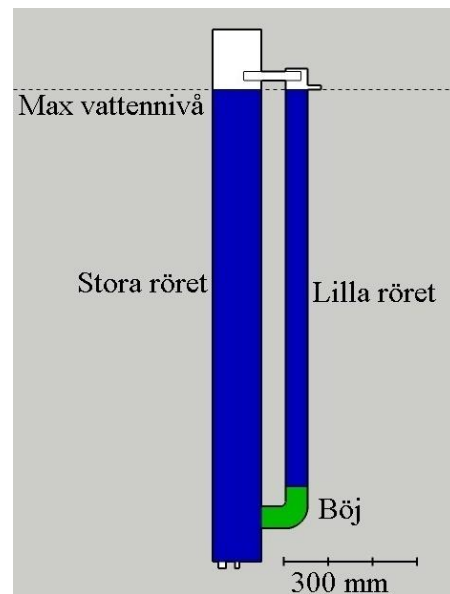
Figur 63 Raka spån med fas sett från sidan. Den nedre läkten av de i par är en permanent del av stommen och används bara som stöd. I den övre läkten skruvas spånen fast strax ovanför underliggande spåns toppända.



Figur 64 Riktbräda som fästes på sidan om stommen. 3 mm lister orangea i figur användes som distanser till mellanrummet mellan spånen vid monteringen.

2.4 Vattenbehållare, spridningsramp och uppsamlingskärl

Vattenbehållaren tillverkades av avloppsrör för att det är tacksamt att beräkna volymen på. Följande delar ingick, ett 110 mm och ett 50 mm rör, ett 110 mm ändstopp, en 110 mm t-koppling med 50 mm anslutning och en 50 mm 90° böj. I botten på behållaren monterades 2st gängadaptrar en för anslutning till spridningsrampen samt en för att kunna montera en koppling till en vattenslang för påfyllning. Högt upp på 50 mm röret borrades ett hål och en koppling och gummislang monterades. Detta fungerade som ett breddavlopp, när vattnet vid påfyllning nådde den nivån började vatten rinna ut för att indikera att det var dags att avsluta påfyllningen. Överflödigt vatten rann sedan ut och vattennivån stabiliserades. Denna funktion anordnades för att kunna få samma mängd under försöken. Poängen med det lilla röret var att ge nivåströmbrytaren som användes vid tidtagningen en mindre turbulent omgivning för säkrare mätvärden.



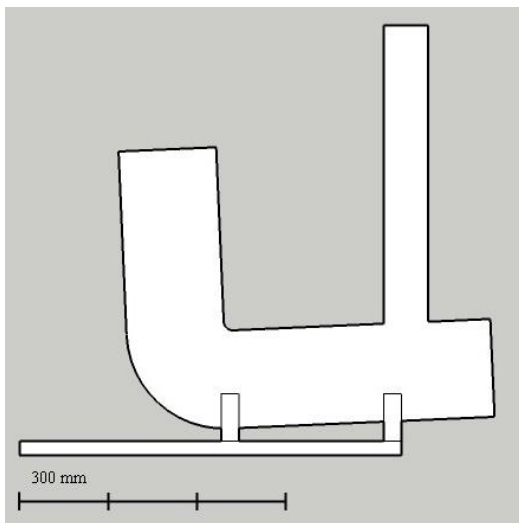
Figur 65 Principskiss för vattenbehållaren. Anslutning för vatten påfyllning till vänster i botten på stora röret och anslutning för spridningsramp till i mitten. Vattennivån begränsas av kopplingen högst upp till höger på det smala röret som stabiliserar med en distans till det stora röret.

Spridningsrampen tillverkades av kopparrör med 15 mm diameter, 4st 90° skruvkopplingar och 1st t-koppling med kran. 35st 2 mm hål borrades i det undre röret fördelat på ca 685 mm bredd i mitten av rampens totala bredd på ca 1045 mm. Anslutningen mellan vattenbehållaren bestod av en flexibel slang på 1200 mm.



Figur 66 Spridningsrampen av 15 mm kopparrör. Rampen monterades senare på en regel tvärs över provytan.

Uppsamlingskärlet tillverkades av avloppsrör. Följande delar ingick, 1st ändstopp, 1st 110 mm t-koppling med 50 mm anslutning, 2st 110 mm korta rörbitar, 1st 110 mm 90° böj och 1st 50 mm rör. Poängen med 50 mm röret var att ge nivåströmbrytaren som användes vid tidtagningen en mindre turbulent omgivning för säkrare mätvärden.



Figur 67 Principskiss för vattenbehållare. Vattnet samlades upp i det stora röret.

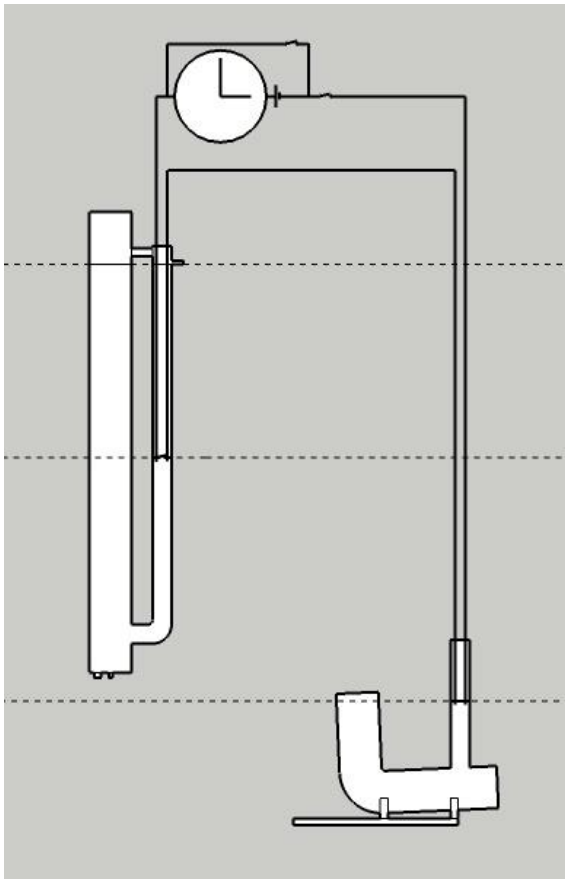
2.5 Tidtagningsutrustning

2.5.1 Delar och sammansättning

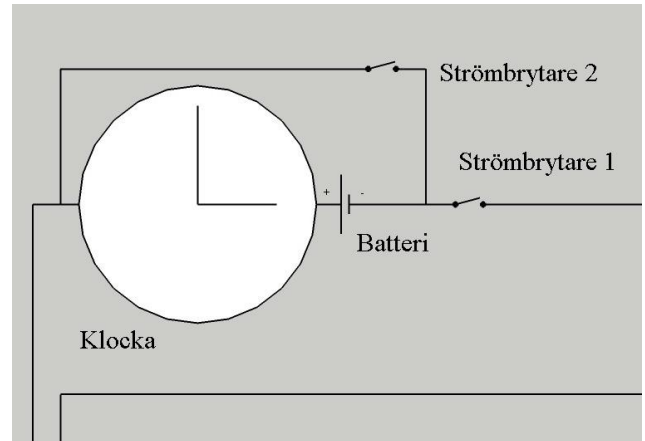
Tidtagningsutrustningen bestod av följande delar

- 1st klocka med sekundvisare
- 1st batteri, 2st nivåströmbrytare
- 2st strömbrytare
- Strömkabel
- Hållband
- 2st skarvmuff till 40 mm avloppsrör

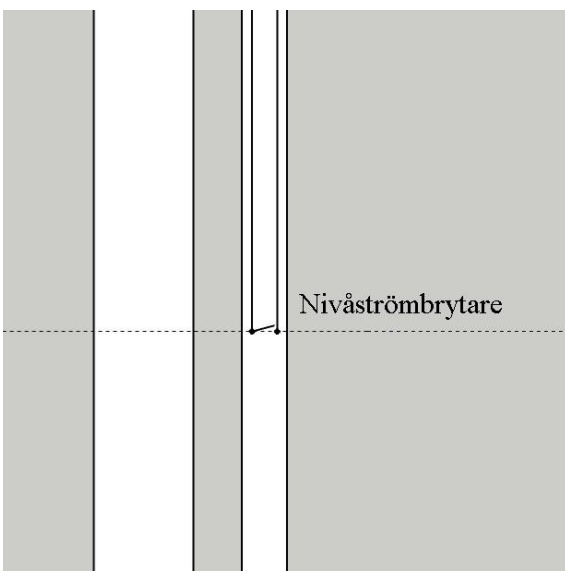
Nivåströmbrytarna monterades på hållband i skarvmuffarna för 40 mm avloppsrör, skarvmuffarna passade bra inuti 50 mm rören. Utrustningen kan delas in i två kretsar, den lilla kretsen och den stora kretsen, se figur 68–69. I den lilla kretsen ingick klocka med batteri samt strömbrytare 2. I den stora kretsen ingick klockan med batteri, strömbrytare 1 samt två nivåströmbrytare. En av nivåströmbrytarna fanns i vattenbehållaren och den andra i uppsamlingskärlet. Komponenterna som ingick lödes ihop och krympslang användes över skarvarna. Inför ett test var vattenbehållaren fylld till maxnivån och nivåströmbrytaren i läge från. Strömbrytare 1 i läge till och strömbrytare 2 i läge från. Uppsamlingskärlet var tomt och nivåströmbrytaren i läge till. När vattennivån sjönk med 5 liter slog nivåströmbrytaren i vattenbehållaren om till läge till, kretsen slöts och klockan började gå. När 5 liter samlats upp i uppsamlingskärlet slog nivåströmbrytaren om till läge från, kretsen bröts och klockan stannade. Den tid som visades på klockan var den tid det tog för 5 liter vatten att passera provytan.



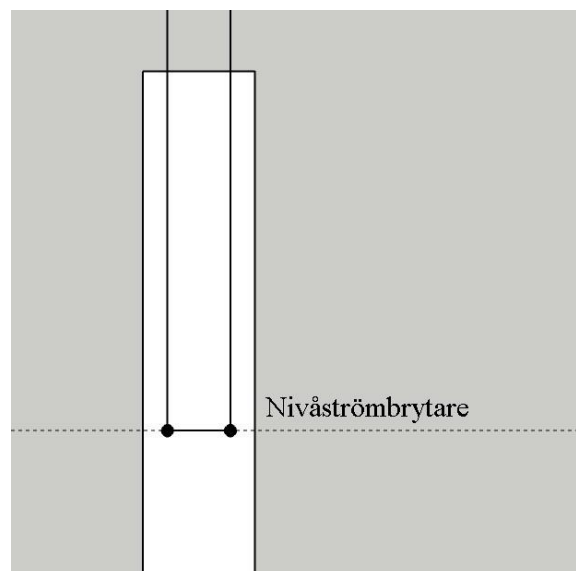
Figur 68 Kopplingschema för tidtagningsutrustningen. Klocka med batteri och strömbrytare överst i figuren. Vattenbehållaren till vänster och uppsamlingskärlet till höger, båda med nivåströmbrytare. Övres streckade linjen visar vattnets maximala nivå, den mellersta när tidtagningen startar och den nedre linjen vattennivån när tidtagningen avslutas.



Figur 69 Klockan med batteri och strömbrytare 1 och 2. När vattennivån sjunkit med 5 liter i behållaren sluts kretsen och tidtagningen starta under förutsättningen att strömbrytare 1 är i läge till, befinner sig i läge från i figuren. Strömbrytare 1 används för att bryta kretsen när tidtagningen avslutats och strömbrytare 2 för att kunna ställa in klockan på jämn tid inför en testomgångs början.



Figur 70 Nivåströmbrytare i läge från i vattenbehållaren, kretsen är bruten. När 5 liter vatten har strilats över provytan hade vattennivån sjunkit till den streckade linjen och brytaren slog om till läge till och tidtagningen startade.



Figur 71 Nivåströmbrytare i uppsamlingskärlet i läge till, kretsen är sluten. När 5 liter vatten samlats upp nådde vattennivån den streckade linjen och kretsen bröts och tidtagningen avslutas.

2.5.2 Kalibrering

Uppsamlingskärlet kalibrerades genom att det fylldes med 5 liter vatten som mättes upp med ett rostfritt litermått. 50 mm röret lodades in innan kalibrering. När den stora kretsen var slut, klockan igång, sänktes nivåströmbrytaren för uppsamlingskärlet ner i 50 mm röret tills det att klockan stannade. Nivån markerades på hålbandet, nivåströmbrytaren drogs upp och hålbandet bockades i 90° vid nivåmarkeringen.



Figur 72
Nivåströmbrytare
monterad på hålbänd.



Figur 73
Nivåströmbrytare i
skarvmuff. Samma
princip för
monteringen
tillämpades i
vattenbehållaren.



Figur 74 Skarvmuff
med nivåströmbrytare
instucken i 50 mm
röret på
uppsamlingskärlet.



Figur 75
Nivåströmbrytare
nedsänkt i röret.
Djupet för
nedsänkningen
begränsas av
hålbändet som böjts i
en 90° vinkel.

Inför kalibreringen av vattenbehållaren beräknades hur mycket vattennivån behövde sänkas för att motsvara 5 liter. Även behållarens totala volym beräknades.

Tabell 6 Beräkning av vattenbehållarens volym.

	Ytterdiameter mm	Innerdiameter mm	Längd mm
Stora röret	110	102,3	1064
Lilla röret	50	46,5	895
Böj lilla röret	50	46,5	148

	Ytterdiameter m	Innerdiameter m	Längd m
Stora röret	0,11	0,1023	1,064
Lilla röret	0,05	0,0465	0,895
Böj lilla röret	0,05	0,0465	0,148

	Innerradie m
Stora röret	0,05115
Lilla röret	0,02325
Böj lilla röret	0,02325

Volymen för en cylinder beräknas med formeln $\pi r^2 l$

Volym	Kubikmeter m ³	Liter
Stora röret	0,008745	8,7
Lilla + böj	0,001771	1,8
Volym totalt:	0,0105	10,5

Nivåsänkning i meter stora + lilla röret som motsvarar 5 liter vatten beräknas med formeln:
 $0,005 / ((\pi r^2 \text{ stora röret}) + (\pi r^2 \text{ lilla röret}))$

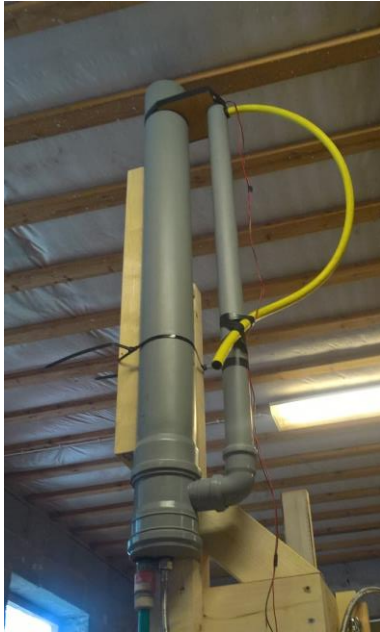
Nivåsänkning som motsvarar 5 liter vatten:

0,504 m

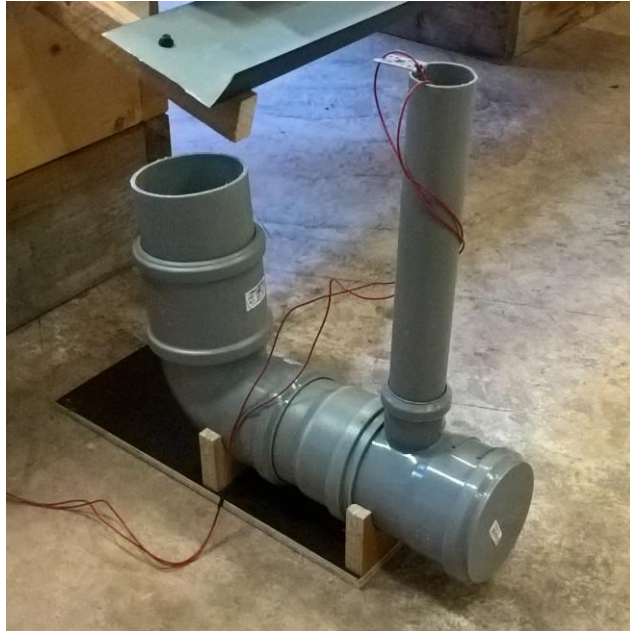
Vattenbehållaren fixerades i lod innan nivåströmbrytaren monterad på hålbånd och i skarvmuff till sänktes ner 55,4 cm, 50,4 cm + 5 cm marginal till lilla rörets övre ände, ner i lilla röret. Nivån markerades på hålbåndet som bockades i 90° vid markeringen. Med slutna krets, klockan igång, fylldes vattenbehållaren med vatten tills vattennivån nådde nivåströmbrytaren och klockan stannade. Därefter fylldes behållaren med ytterligare 5 liter vatten, vattenmängden mättes upp med ett rostfritt litermått. Vattennivån befanns sig efter påfyllning på 4,8 cm under lilla rörets övre ände. 4,8 cm fördes över till utsidan av röret. Efter att behållaren tömts på vatten borrades ett 20 mm hål för en slangnippel. Hålet borrades så att slangnippelns innerdiameters undersida hamnade i nivå med 4,8 cm-markeringen från lilla rörets övre kant.

2.6 Iordningställande av stomme inför experiment

Stommen ställdes upp på träramar för att uppsamlingskärlet skulle kunna placeras under rännan som senare monterades vid "takfoten" för uppsamling av vattnet när det passerat provytan. Stommen lodades och vägdes in med hjälp av kilar och skruvades fast i träramarna. På stommens sidor och baksida skruvades plank fast på träramarna som yta att gå på under försöken. Ränna för uppsamling av vattnet i slutet av provytorna monterades. Rännan lutade åt vänster framifrån sett. Rännan bestod av en uppochner vänd fot plåt, se figur 64 och 68. Vattenbehållaren med nivåströmbrytare spändes fast på stommen med ett buntband, figur 63. Spridningsrampen monterades på en regel tvärs över provytan och sammankopplades med en flexibel slang till vattenbehållaren, figur 65. Efter monteringen av vattenbehållaren var nivåskillnaden 188 mm mellan spridningsrampens nedre rörs under kant till botten på vattenbehållaren. Klockan med batteri och strömbrytare monterades på baksidan av stommen. Spridningsrampen undre rörs nedre kant hade 70 mm ner till provytan efter monteringen. Klockan med batteri och strömbrytare 1 och 2 monterades på stommens baksida. Uppsamlingskärlet ställdes under rännan och dess position markerades på golvet. Vattenslang för vattenpåfyllning av vatten anslöts till vattenbehållaren, figur 66.



Figur 76 Vattenbehållaren kalibrerad och monterad på stommen.



Figur 77 Uppsamlingskärlet kalibrerat och klart för test. Det står löst i en hållare direkt på golvet inom markerat område och i lod.



Figur 78 Spridningsrampen ansluten med en flexibelslang till vattenbehållaren. Med kranen i centrum på övre röret startades vattenflödet under experimenten.



Figur 79 Anslutning av slang för vattenpåfyllning till vänster och slang för anslutning till spridningsrampen till höger.



Figur 80 Klocka, batteri och strömbrytare 1 till vänster och strömbrytare 2 till höger monterades på baksidan av stommen. Strömbrytarna står i läge till i figur. Runt hörnet under vattenbehållaren i figur 68 sitter klockan.



Figur 81 Stomme redo för mätning av vattenavrinningens effektivitet på rakt spån med fas.

2.7 Testomgång för mätning av vattenavrinningens effektivitet

Följande delmoment utfördes under första experimentet som gjordes i syfte att bekanta mig med proceduren inför experimenten.

1. Stora kretsen i läge från
2. Ställ in klockan på jämnt klockslag exempelvis 15:00:00, använd strömbrytare 2 för att ställ in sekundvisaren
3. Vattenpåfyllning
4. Justera in uppsamlingskärl, lod och inom markerad plats under rännan
5. Öppna kranen när vattennivån stabiliserats, starta timer 7 min 30 s
6. För strömbrytare i läge till
7. Invänta start av tidtagning, tidtagningen startar när vattennivån sjunkit med 5 liter
8. Invänta tidtagningens slut
9. För strömbrytare 1 i läge från
10. Stäng av vattenflödet
11. Anteckna tiden för testomgång
12. Töm uppsamlingskärl
13. Upprepa från punkt 3

Tidsbegränsningen för varje cykel var 7 min 30 s under första experimentet. Cykeln upprepades 17 gånger. Testomgången utfördes på torra spån.

Utvärdering av testomgång

Under första cykeln hamnade vattnet utanför rännan, det åtgärdades med att bockningen av fotplåten minskades genom att den böjdes upp mot undersidan av första skiftets spån.

Tidsbegränsningen 7 min 30 s för varje cykel visade sig onödigt lång och kortades ner till 6 min 30 s. Klockan gick ibland hackigt under tidtagningen, vilket innebar att den då visade kortare tid. Det blev krångligt att nollställa klockan under varje cykel.

Iakttagelser under testomgång

Tiden från första testomgången när vatten missade rännan tog nästan dubbelt så lång tid som genomsnittstiden. Tid det tog för vattennivån att sjunka 5 liter var ca 1 min och 20 s. Vattnet spred sig inte över provytan under testomgången utan rann på de partier som en gång blöts upp.

Förbättringar av cykeln

Klockan ställs endast på jämn tid inför experimentet och varje individuell tid beräknas med senast antecknade tiden minus näst senaste antecknade tiden. Exempel tid 1: 28s, tid 2: 45s ger tiden $45 - 28 = 17s$ för omgång 2, se testformulär. Tidsbegränsningen för varje cykel kortades ner till 5 min. Uppsamlingskärlet töms ytterligare en gång 30 s innan kranen öppnas på nytt för att tömma ut det vatten som runnit ner i botten efter första tömningen.

Uppdaterad cykel efter utvärdering av testomgång

1: a omgång

1. Stora kretsen i läge från
2. Ställ in klockan på jämnt klockslag exempelvis 15:00:00
3. Vattenpåfyllning
4. Justera in uppsamlingskärl, lod och inom markerad plats under rännan
5. Öppna kranen när vattennivån stabiliserats, starta timer 5 min
6. För strömbrytare 1 i läge till

7. Invänta start av tidtagning, tidtagningen startar när vattennivån sjunkit med 5 liter, efter ca 1 min 20 s
8. Invänta tidtagningens avslut
9. För strömbrytare 1 i läge från
10. Stäng av vattenflödet
11. Anteckna tiden för omgång
12. Töm uppsamlingskärl
13. Vattenpåfyllning
14. Töm uppsamlingskärl efter 4 min 30 s

2: a, 3: e, 4: e... omgång

1. Öppna kranen, starta timer 5 min
2. Justera in uppsamlingskärl, lod och inom markerad plats under rännan
3. Öppna kranen när vattennivån stabiliserats, starta timer 5 min
4. Invänta start av tidtagning, tidtagningen startar när vattennivån sjunkit med 5 liter, efter ca 1 min 20 s
5. Invänta tidtagningens avslut
6. För strömbrytare 1 i läge från
7. Stäng av vattenflödet
8. Anteckna tiden för omgång
9. Töm uppsamlingskärl
10. Vattenpåfyllning
11. Töm uppsamlingskärl efter 4 min 30 s
12. Upprepa cykel

På grund av att klockan gick hackigt ibland upprepades proceduren tills 10st omgångar med en maximal differential mellan högsta och lägsta tiden på 2 s uppnåts.

Ett test formulär gjordes i Excel för smidig hantering och redovisning av testresultat.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: testomgång		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:28,0	00:28,0	Startomgång	28
2	00:43,0	00:15,0		16,5
3	00:57,3	00:14,3		15,8
4	01:11,3	00:14,0		15,7
5	01:27,0	00:15,7		15,5
6	01:42,0	00:15,0		15,3
7	01:55,2	00:13,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	15,2
8	02:08,2	00:13,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	15
9	02:23,2	00:15,0		15
10	02:39,0	00:15,8		15
11	02:54,0	00:15,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	15
12	03:09,5	00:15,5		15
13	03:24,9	00:15,3		14,3
14	03:39,9	00:15,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	14,2
15	03:54,1	00:14,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	14
16	04:10,6	00:16,5		13,2
17	04:25,8	00:15,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid	13
Vatten ut smetat över provytan				
Medeltid sorterad:				15,4

Formuläret visar tiderna från testomgången med rakt spån med fas. Medelvärdet för de tio längsta tiderna beräknas med hjälp av formuläret. Tiden för startomgången sorteras bort för att den avviker kraftigt från de övriga.

2.8 Resultat från mätningarna

2.8.1 Testformulär från mätningarna

Mätningarna gjordes till större delen på från början torra provytor. Ett test för varje spånform gjordes efter att provytan penslats med vatten för att ge ett mer realistiskt scenario, vid regn fördelas vatten mer jämnt över takytan. I de skiften med 8 spån i bredd penslades de 6 mittersta och i de skiften med 9 spån i bredd de 7 mittersta spånen.

Tabell 7 Test 1 rakt spån.

Testnummer: 1			
Tid klocka	Tid omgång	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
mm: ss,0	mm: ss,0		
00:22,5	00:22,5	Startomgång	22,5
00:40,3	00:17,8		18,9
00:57,2	00:16,9	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	18,7
01:15,2	00:18,0		18,6
01:32,2	00:17,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	18,5
01:50,3	00:18,1		18,5
02:08,7	00:18,4		18,4
02:25,7	00:17,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	18,4
02:44,3	00:18,6		18,2
03:02,5	00:18,2		18,2
03:21,0	00:18,5		18,1
03:27,0		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge från.	18
03:45,4	00:18,4		17,9
04:03,3	00:17,9		17,9
04:22,0	00:18,7		17,8
04:40,5	00:18,5		17
04:58,7	00:18,2		17
05:16,6	00:17,9		16,9
05:35,5	00:18,9		
Medeltid sorterad:			18,5

Strömbrytare nr 1 i läge från medför att tidtagningen inte startar.

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 8 Test 2 rakt spån.

Spånform: Rak		Testnummer: 2		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:14,7	00:14,7	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	14,7
2	00:32,0	00:17,3		18,7
3	00:49,0	00:17,0		17,8
4	01:04,2	00:15,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,8
5	01:22,0	00:17,8		17,7
6	01:38,5	00:16,5		17,5
7	01:54,0	00:15,5	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,5
8	02:10,0	00:16,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,5
9	02:22,8		Starttid, strömbrytare 1 i läge från.	17,3
10	02:39,0	00:16,2		17
11	02:54,0	00:15,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17
12	03:11,5	00:17,5		16,5
13	03:29,0	00:17,5		16,5
14	03:46,7	00:17,7		16,3
15	04:02,7	00:16,0		16,2
16	04:17,5	00:14,8	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	16
17	04:33,0	00:15,5	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	16
18	04:49,3	00:16,3	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	15,5
19	00:35,0		Starttid	15,5
20	00:52,0	00:17,0		15,2
21	01:10,7	00:18,7		15
22	01:25,5	00:14,8		14,8
23	01:43,0	00:17,5		14,8
24	02:18,7		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	
25	02:36,5	00:17,8		
26	02:53,0	00:16,5		

Medeltid sorterad: 17,6

Strömbrytare nr 1 i läge från medför att tidtagningen inte startar.

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 9 Test 3 rakt spån.

Spånform: Rak		Testnummer: 3		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:17,7	00:17,7	Startomgång	17,7
2	00:34,0	00:16,3		18,5
3	00:50,0	00:16,0		18,4
4	01:05,2	00:15,2		18,3
5	01:20,2	00:15,0		18,3
6	01:35,3	00:15,1		18,2
7	01:51,9	00:16,6		17,7
8	02:06,0	00:14,1	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,6
9	02:19,0	00:13,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,5
10	00:12,0	00:12,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	17,5
11	00:29,5	00:17,5		17
12	00:47,7	00:18,2		16,8
13	01:04,5	00:16,8		16,6
14	01:22,0	00:17,5		16,3
15	01:39,0	00:17,0		16
16	01:57,5	00:18,5		15,2
17	02:15,2	00:17,7		15,1
18	02:33,6	00:18,4		15
19	02:51,2	00:17,6		14,1
20	03:09,5	00:18,3		13
21	03:27,8	00:18,3		12
Medeltid sorterad:				17,9

Tabell 10 Test 4 rakt spån, provytan penslad med vatten.

Spånform: Rak		Testnummer: 4, provytan penslad med vatten		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:18,0	00:18,0	Startomgång	18
2	00:37,3	00:19,3		19,9
3	00:56,3	00:19,0		19,8
4	01:15,5	00:19,2		19,7
5	01:35,2	00:19,7		19,7
6	01:54,8	00:19,6		19,6
7	02:14,5	00:19,7		19,6
8	02:31,8	00:17,3		19,5
9	02:51,2	00:19,5		19,3
10	03:11,0	00:19,8		19,3
11	03:30,3	00:19,3		19,2
12	03:50,2	00:19,9		19
13	04:09,8	00:19,6		17,3
				Medeltid sorterad: 19,6

Tabell 11 Sammanställning av testresultat för rakt spån.

Sammanställning av testresultat	
Rak	Tid s
Test 1	18,5
Test 2	17,6
Test 3	17,9
Test 4*	19,6
Medeltid	18,0 s

*vatten penslat över provytan

Tabell 12 Test 1 rakt spån med fas.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: 1		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:16,5	00:16,5	Startomgång	16,5
2	00:30,2	00:13,7		15,1
3	00:42,5	00:12,3	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	14,9
4	00:57,6	00:15,1		14,7
5	01:12,0	00:14,4		14,4
6	01:26,3	00:14,3		14,3
7	01:40,2	00:13,9		14,1
8	01:54,2	00:14,0		14
9	02:08,3	00:14,1		13,9
10	02:23,3	00:14,9		13,7
11	02:38,0	00:14,7		12,3
Medeltid sorterad:				14,1

Tabell 13 Test 2 rakt spån med fas.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: 2		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:15,3	00:15,3	Startomgång	15,3
2	00:27,5	00:12,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	15
3	00:41,0	00:13,5		15
4	00:54,0	00:13,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	14,8
5	01:07,0	00:13,0		14,4
6	01:21,0	00:14,0		14,3
7	01:33,0	00:12,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	14,2
8	01:47,3	00:14,3		14,1
9	02:01,5	00:14,2		14
10	02:16,5	00:15,0		13,5
11	02:31,5	00:15,0		13,2
12	02:45,6	00:14,1		13
13	02:58,8	00:13,2		13
14	03:13,2	00:14,4		12,2
15	03:28,0	00:14,8		12
Medeltid sorterad:				14,3

Tabell 14 Test 3 rakt spån med fas.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: 3		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:15,0	00:15,0	Startomgång	15
2	00:27,5	00:12,5		14,2
3	00:39,0	00:11,5		13,5
4	00:51,5	00:12,5		13,5
5	00:57,3		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge från.	13,3
6	01:10,2	00:12,9		13,3
7	01:23,0	00:12,8		13,2
8	01:36,0	00:13,0		13
9	01:48,8	00:12,8		12,9
10	02:00,8	00:12,0		12,8
11	02:13,5	00:12,7		12,8
12	02:26,8	00:13,3		12,7
13	02:39,5	00:12,7		12,7
14	02:53,0	00:13,5		12,5
15	03:06,2	00:13,2		12,5
16	03:19,7	00:13,5		12
17	03:33,0	00:13,3		11,5
18	03:47,2	00:14,2		
Medeltid sorterad:				13,3

Strömbrytare nr 1 i läge från medför att tidtagningen inte startar.

Tabell 15 Test 4 rakt spån med fas.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: 4	
	Tid klocka	Tid omgång	
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:
			Tid s storleksordning längst först
1	00:15,3	00:15,3	Startomgång
2	00:28,2	00:12,9	
3	00:41,0	00:12,8	
4	00:54,3	00:13,3	
5	01:08,0	00:13,7	
6	01:21,7	00:13,7	
7	01:36,0	00:14,3	
8	01:50,3	00:14,2	
9	02:30,0		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.
10	02:44,0	00:14,0	
11	02:58,5	00:14,5	
12	03:12,8	00:14,3	
13	03:27,3	00:14,5	
14	03:41,5	00:14,2	
15	03:55,8	00:14,3	
16	04:10,3	00:14,5	
			Medeltid sorterad: 14,2

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 16 Test 5 rakt spån med fas, provytan penslad med vatten.

Spånform: Rak med fas		Testnummer: 5, provytan penslad med vatten		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:20,0	00:20,0	Startomgång	20
2	00:38,0	00:18,0		18
3	00:55,0	00:17,0		18
4	01:10,5	00:15,5		17,8
5	01:27,7	00:17,2		17,5
6	01:45,7	00:18,0		17,5
7	02:03,2	00:17,5		17,5
8	02:20,5	00:17,3		17,3
9	02:38,0	00:17,5		17,2
10	02:54,5	00:16,5		17
11	03:12,0	00:17,5		17
12	03:29,7	00:17,8		17
13	03:45,0	00:15,2		16,8
14	04:02,0	00:17,0		16,5
15	04:18,8	00:16,8		15,5
16	04:35,8	00:17,0		15,2
Medeltid sorterad:				17,5

Tabell 17 Sammanställning av testresultat rakt spån med fas.

Sammanställning av testresultat	
Rak med fas	Tid s
Test 1	14,1
Test 2	14,3
Test 3	13,3
Test 4	14,2
Test 5*	17,5
Medeltid	14,0 s

*vatten penslat över provytan

Tabell 18 Test Ispetsigt spån.

Spånform: Spets		Testnummer: 1		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:24,0	00:24,0	Startomgång	24
2	00:39,0	00:15,0		16,2
3	00:54,5	00:15,5		16
4	01:08,3	00:13,8	Klockan gick ryckigt, visar snabbare tid.	16
5	01:23,7	00:15,4		15,8
6	01:39,0	00:15,3		15,7
7	01:55,0	00:16,0		15,7
8	02:09,5	00:14,5		15,6
9	02:24,3	00:14,8		15,5
10	02:38,0	00:13,7	Klockan gick ryckigt, visar snabbare tid.	15,4
11	02:53,3	00:15,3		15,3
12	03:09,0	00:15,7		15,3
13	03:25,0	00:16,0		15,3
14	03:40,2	00:15,3		15
15	03:56,0	00:15,8		14,8
16	04:11,8	00:15,7		14,5
17	04:27,3	00:15,6		13,8
18	04:43,5	00:16,2		13,7
Medeltid sorterad:				15,7

Tabell 19 Test 2 spetsigt spån.

Spånform: Spets		Testnummer: 2		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:22,0	00:22,0	Startomgång	22
2	00:38,0	00:16,0		16
3	00:53,3	00:15,3		16
4	01:08,5	00:15,2		15,8
5	01:23,8	00:15,3		15,8
6	01:39,2	00:15,4		15,7
7	01:55,0	00:15,8		15,7
8	02:09,3	00:14,3	Klockan gick ryckigt, visar snabbare tid.	15,7
9	02:25,0	00:15,7		15,7
10	02:40,8	00:15,8		15,4
11	02:56,5	00:15,7		15,3
12	03:11,8	00:15,3		15,3
13	03:27,8	00:16,0		15,3
14	03:43,5	00:15,7		15,2
15	03:59,2	00:15,7		14,3
Medeltid s sorterad:				15,71

Tabell 20 Test 3 spetsigt spån.

Spånform: Spets		Testnummer: 3		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:15,3	00:15,3	Startomgång	15,3
2	00:28,7	00:13,4		14,9
3	00:42,2	00:13,4		14,8
4	00:56,2	00:14,0		14,7
5	01:10,3	00:14,1		14,5
6	01:25,0	00:14,7		14,5
7	01:39,3	00:14,3		14,4
8	01:54,3	00:14,9		14,4
9	02:08,8	00:14,5		14,3
10	02:21,6	00:12,8		14,1
11	02:36,0	00:14,4		14
12	02:50,5	00:14,5		13,4
13	03:30,0		Starttid, glömde fylla på vatten.	13,4
14	03:44,4	00:14,4		12,8
15	03:59,2	00:14,8		1,04
16	04:13,2	00:14,0		
Medeltid sorterad:				14,5

Utan vatten i vattenbehållaren startar tidtagningen så fort strömbrytare nr 1 är i läge till.

Tabell 21 Test 4 spetsigt spån, provytan penslad med vatten.

Spånform: Spets		Testnummer: 4, provytan penslad med vatten		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:16,4	00:16,4	Startomgång	16,4
2	00:32,5	00:16,1		16,4
3	00:48,7	00:16,2		16,3
4	01:04,5	00:15,8		16,3
5	01:20,5	00:16,0		16,2
6	01:36,7	00:16,2		16,2
7	01:52,7	00:16,1		16,1
8	02:08,8	00:16,1		16,1
9	02:24,5	00:15,7		16,1
10	02:40,0	00:15,5		16
11	02:55,7	00:15,8		15,8
12	03:12,0	00:16,3		15,8
13	03:27,5	00:15,5		15,7
14	03:43,8	00:16,3		15,5
15	04:00,2	00:16,4		15,5
Medeltid sorterad:				16,2

Tabell 22 Sammanställning av testresultat spetsigt spån.

Sammanställning av testresultat	
Spets	Tid s
Test 1	15,7
Test 2	15,7
Test 3	14,5
Test 4*	16,2
Medeltid	15,5 s

*vatten penslat över provytan

Tabell 23 Test 1 runt spån.

Spånform: Rund		Testnummer: 1		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:17,0	00:17,0	Startomgång	17
2	00:35,0	00:18,0		18
3	00:52,5	00:17,5		17,5
4	02:30,0		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	17,5
5	02:47,5	00:17,5		17,3
6	03:04,8	00:17,3		17,5
7	03:22,3	00:17,5		17,9
8	03:40,2	00:17,9		17,5
9	03:57,7	00:17,5		17,3
10	04:15,0	00:17,3		18
11	04:33,0	00:18,0		18
12	04:51,0	00:18,0		

Medeltid sorterad: 17,7

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 24 Test 2 spetsigt spån.

Spånform: Rund		Testnummer: 2		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:21,5	00:21,5	Startomgång	21,5
2	00:39,3	00:17,8		17,8
3	00:57,0	00:17,7		17,7
4	01:14,0	00:17,0		17,7
5	01:31,5	00:17,5		17,7
6	01:46,5	00:15,0		17,7
7	02:03,8	00:17,3		17,7
8	02:21,5	00:17,7		17,5
9	02:39,0	00:17,5		17,5
10	02:56,7	00:17,7		17,5
11	03:14,3	00:17,7		17,3
12	03:32,0	00:17,7		17
13	03:49,5	00:17,5		15

Medeltid sorterad: 17,6

Tabell 25 Test 3 runt spån, provytan penslad med vatten.

Spånform: Rund		Testnummer: 3, provytan penslad med vatten		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:20,5	00:20,5	Startomgång	20,5
2	00:39,8	00:19,3		20,3
3	00:59,7	00:19,9		20,3
4	01:19,5	00:19,8		20,2
5	01:39,0	00:19,5		20
6	01:59,0	00:20,0		19,9
7	02:19,3	00:20,3		19,9
8	02:39,2	00:19,9		19,8
9	02:59,5	00:20,3		19,5
10	03:19,0	00:19,5		19,5
11	03:39,2	00:20,2		19,3
Medeltid sorterad:				19,9

Tabell 26 Sammanställning av testresultaten runt spån.

Sammanställning av testresultat	
Rund	Tid s
Test 1	17,7
Test 2	17,6
Test 3*	19,9
Medeltid	17,6 s

*vatten penslat över provytan

Tabell 27 Test 1 näbbformat spån.

Spånform: Näbb		Testnummer: 1		
	Tid klocka	Tid omgång		
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:	
			Tid s storleksordning längst först	
1	00:23,3	00:23,3	Startomgång	23,3
2	00:40,0	00:16,7		17,3
3	00:56,2	00:16,2		17
4	01:12,7	00:16,5		16,7
5	01:29,3	00:16,7		16,7
6	01:46,0	00:16,7		16,7
7	02:02,5	00:16,5		16,7
8	02:18,7	00:16,2		16,5
9	02:35,3	00:16,7		16,5
10	03:08,0		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	16,2
11	03:25,3	00:17,3		16,2
12	03:42,3	00:17,0		

Medeltid sorterad: 16,7

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 28 Test 2 näbbformat spån.

Spånform: Näbb		Testnummer: 2		
	Tid klocka	Tid omgång		
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:	
			Tid s storleksordning längst först	
1	00:15,0	00:15,0	Starttid	
2	00:30,2	00:15,2	Startomgång	15,2
3	00:44,8	00:14,6		16
4	00:59,8	00:15,0		15,9
5	01:15,5	00:15,7		15,8
6	01:31,3	00:15,8		15,8
7	01:47,3	00:16,0		15,8
8	02:02,8	00:15,5		15,8
9	02:18,7	00:15,9		15,7
10	02:34,0	00:15,3		15,5
11	02:49,8	00:15,8		15,5
12	03:05,2	00:15,4		15,4
13	03:21,0	00:15,8		15,3
14	03:36,8	00:15,8		15
15	03:52,3	00:15,5		14,6

Medeltid sorterad: 15,7

Tabell 29 Test 3 näbbformat spån, provytan penslad med vatten.

Spånform: Näbb		Testnummer: 3, provytan penslad med vatten		
Omgång	Tid klocka mm: ss,0	Tid omgång mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:19,0	00:19,0	Startomgång	19
2	00:37,0	00:18,0		18
3	01:15,5		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	18
4	01:33,3	00:17,8		18
5	01:51,0	00:17,7		17,8
6	02:09,0	00:18,0		17,8
7	02:26,7	00:17,7		17,8
8	02:44,5	00:17,8		17,8
9	03:02,3	00:17,8		17,7
10	03:36,0		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	17,7
11	03:53,8	00:17,8		17,7
12	04:11,5	00:17,7		
13	04:29,5	00:18,0		
Medeltid sorterad:				17,8

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 30 Sammanställning av testresultaten näbbformat spån.

Sammanställning av testresultat	
Näbb	Tid s
Test 1	16,7
Test 2	15,7
Test 3*	17,8
Medeltid	16,2 s

*vatten penslat över provytan

Tabell 31 Test 1 diagonalt spån.

Spånform: Diagonal		Testnummer: 1		
	Tid klocka	Tid omgång		
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:	Tid s storleksordning längst först
1	00:25,0	00:25,0	Startomgång	25
2	00:41,0	00:16,0		16
3	00:56,0	00:15,0		15,3
4	01:11,2	00:15,2		15,2
5	01:25,3	00:14,1		15,2
6	01:40,0	00:14,7		15,1
7	01:52,0	00:12,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	15
8	02:15,0		Starttid, strömbrytare 1 i läge till.	15
9	02:28,0	00:13,0	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	14,7
10	03:35,0		Starttid, strömbrytare 1 i läge till.	14,7
11	03:49,0	00:14,0		14,1
12	03:55,0		Starttid, strömbrytare 1 i läge till.	14
13	04:09,7	00:14,7		13
14	04:25,0	00:15,3		12
15	04:40,2	00:15,2		
16	04:55,3	00:15,1		
17	05:10,3	00:15,0		
Medeltid sorterad:				15,0

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 32 Test 2 diagonalt spån.

Spånform: Diagonal		Testnummer: 2		
	Tid klocka	Tid omgång		
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:	
			Tid s storleksordning längst först	
1	00:17,5	00:17,5	Startomgång	17,5
2	00:32,8	00:15,3		15,3
3	00:48,0	00:15,2		15,2
4	01:02,3	00:14,3		15,2
5	01:17,3	00:15,0		15,2
6	02:00,0		Starttid, strömbrytare 1 i läge till.	15
7	02:15,0	00:15,0		15
8	02:30,2	00:15,2		15
9	02:44,5	00:14,3		15
10	02:59,7	00:15,2		14,7
11	03:14,2	00:14,5		14,5
12	03:29,2	00:15,0		14,3
13	04:00,0		Starttid, strömbrytare 1 i läge till.	14,3
14	04:14,3	00:14,3		14,3
15	04:29,0	00:14,7		14,3
16	04:43,3	00:14,3		
17	04:58,3	00:15,0		
Medeltid sorterad:				15,0

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 33 Test 3 diagonalt spån, provytan penslad med vatten.

Spånform: Diagonal		Testnummer: 3, provytan penslad med vatten		
	Tid klocka	Tid omgång		Tid s storleksordning längst först
Omgång	mm: ss,0	mm: ss,0	Kommentar:	
1	05:15,0		Starttid	
2	05:31,2	00:16,2	Startomgång	16,2
3	05:47,5	00:16,3		16,3
4	06:03,7	00:16,2		16,2
5	06:17,0	00:13,3	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	16
6	06:32,5	00:15,5		16
7	06:47,7	00:15,2	Klockan gick hackigt, visar snabbare tid.	15,7
8	00:00,7		Starttid, nystart p.g.a. hackig gång på klockan.	15,7
9	00:16,7	00:16,0		15,7
10	00:32,3	00:15,7		15,5
11	00:48,0	00:15,7		15,5
12	01:03,5	00:15,5		15,5
13	01:49,3		Starttid, strömbrytare nr 1 i läge till.	15,2
14	02:05,0	00:15,7		13,3
15	02:21,0	00:16,0		
16	02:36,5	00:15,5		

Medeltid sorterad: 15,8

Strömbrytare nr 1 i läge till medför att tidtagningen startar vid tömningen av uppsamlingskärlet.

Tabell 34 Sammanställning av testresultaten diagonalt spån.

Sammanställning av testresultat	
Diagonal	Tid s
Test 1	15,0
Test 2	15,0
Test 3*	15,8
Medeltid	15,0 s

*vatten penslat över provytan

2.8.2 Sammanställning av tider från mätningarna

Tabell 35 Sammanställning av testresultaten för samtliga spånformer.

Sortering av medeltiderna, kortast först	
Spånform	Tid s
Rak med fas	14,0 s
Diagonal	15,0 s
Spets	15,5 s
Näbb	16,2 s
Rund	17,6 s
Rak	18,0 s

Tabell 36 Sammanställning av testresultaten för samtliga spånformer, vatten penslat över provytan.

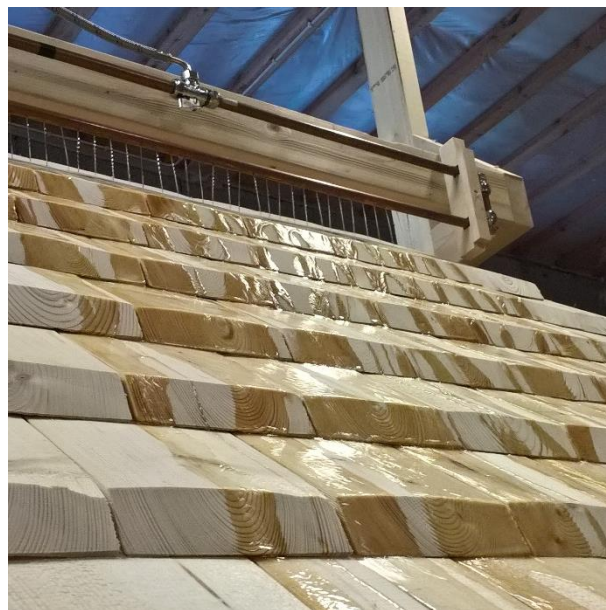
Sortering av medeltiderna med vatten penslat över provytan, kortast förs för samtliga tester	
Spånform	Tid s
Diagonal	15,8 s
Spets	16,2 s
Rak med fas	17,5 s
Näbb	17,8 s
Rak	19,6 s
Rund	19,9 s

2.8.3 Visuella iakttagelser av vattnets väg nerför provytorna

Vattnet rann över de ytor som redan var blöta och skapade inte nya vägar om vattenflödet hölls konstant, se figur 82. Om flödet skulle ökas skulle de våta ytorna bli "överfulla" och vattnet skulle sprida sig över en större yta.

Vattnet bromsades in av spånens kanter. Det syntes tydligast vid änden på de raka spånen men det gick att urskilja på samtliga spånformer.

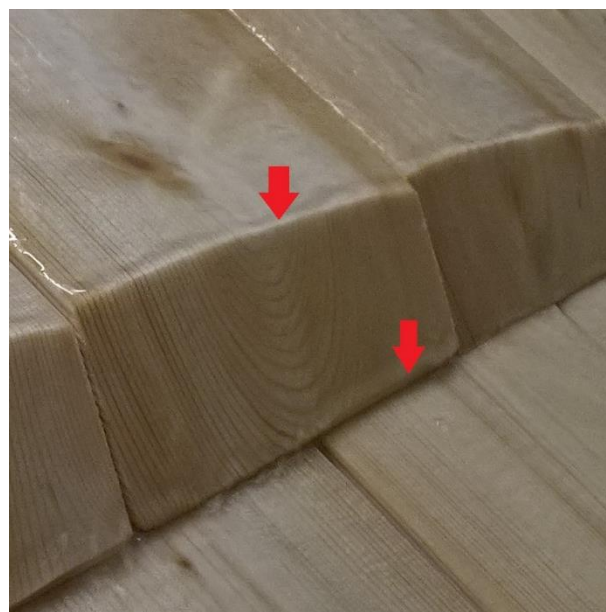
Vattnet följde de spetsiga spånens kanter och centreredes till en stråle ute i spetsen, se figur x



Figur 82 Vattnet höll sig till de redan blöta ytorna.



Figur 83 Pilen markerar vågen som uppstod vid kanten på de raka spånen.



Figur 84 Vågorna som uppstod på rakt spån med fas.



Figur 85 Vattnet följde de spetsiga spånens kanter och centrerades i en stråle ute i spetsen, se pilar.



Figur 86 Våg som uppstod vid de runda spånens kanter.



Figur 87 Näbbspånen hade flest kanter och det uppstod därmed också flest vågor på dessa



Figur 88 Diagonalspånens diagonal bromsade in vattnet och ledde det ut i spetsen där det centrerades till en stråle riktad lite till vänster i bild.



Figur 89 Diagonalens ledande effekt på vattnet resulterade i att det endast rann vatten på 5 av 9 spån vid provytans slut. Pilarna markerar början och slut på de 5 spånens utbredning. Vattenflödets intensitet var som högst på provytans vänstra del.

2.9 Diskussion kring vattenavrinningens effektivitet

2.9.1 Spånformernas olika effektivitet

De 3 spånformer med effektivast vattenavrinning är rakt spån med fas, spetsigt spån och diagonalt spån. De placerade sig i topp i testen med från början torr provyta och i testet när provytan penslats med vatten innan testet, se tabell 35–36. Rakt spån med fas var i topp på de från början torra provytorna följt av diagonalt och spetsigt spån. Diagonalt spån var i topp när provytan penslats med vatten innan testerna följt av spetsigt spån och rakt spån med fas.

Rakt spån med fas hade inte lika stor inbromsande effekt tack vare fasen i ändarna till skillnad från rakt och runt spån som placerade sig i botten.

Rakt och runt spån hade helt klart flest kanter tvärs emot provytans fall och placerade sig tätt i botten på båda varianterna av tester.

Spetsigt spån och diagonalt spån har gemensamt att de leder vattnet ut till deras spetsar där det koncentreras till en stråle. Ytterligare en sak de har gemensamt är att deras vattenavrinning påverkas minst av att provytan penslats med vatten. Detta kan bero på hur deras former leder vattnet att rinna mer koncentrerat. Det bör nämnas att en bidragande orsak till att det diagonala spånet enligt testerna har en effektiv vattenavrinning är att vattnet koncentrerades närmre uppsamlingskärlet i slutet av provytan och fick därmed en kortare väg till detta och därmed en högre effektivitet.

Näbbformat leder vattnet att rinna mer koncentrerat men inte lika effektivt som diagonalt och spetsigt spån. Dels så bromsade de trubbiga ändarna med fas vattnets framfart och det bildades ingen stråle och dels hörnen mellan spån sidans fas och ändens fas ger vattnet en alternativ väg att följa. Det fanns flest kanter som inverkade på vattnets väg ner för provytan hos de näbbformade spånen.

Rakt och runt spån hade helt klart flest kanter tvärs emot provytans fall och placerade sig tätt i botten på båda varianterna av tester.

2.9.2 Fasningens betydelse

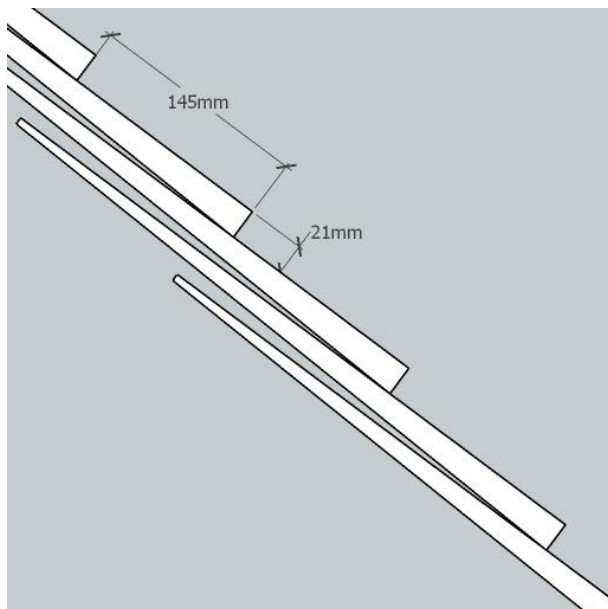
Fasningen hos de raka spånen med fas ger vattnet en mjukare väg ner för takfallet och därmed en mer effektiv vattenavrinning. Fasen 60° mot spånens undersida är ganska lik den bågen som bildas av vattenstrålen som lämnar spetsen hos de spetsiga spånen när vatten rinner över provytan. Om man skulle kunna ge spånen ett avslut med samma tvärsnitt som bågen från de spetsiga spånen skulle det mycket väl kunna ge en snabbare vattenavrinning, jämför figur 90 och 92.

Fasningen ger också vattnet en kortare väg ner för takfallet, se figur 91–92. Blekets ovansida som vattnet kan rinna över på de raka spånen är 166 mm uppdelat på 145 och 21 mm. Hos rakt spån med fas är blekets ovansida 151 mm uppdelat på 111 och 40 mm. $166/151=1,09933\dots$ Det raka spånets ovansida är nästan 10 % längre än ovansida hos rakt spån med fas. Dessutom har fasningen en brantare lutning än provytan i övrigt och kan ha en accelererande effekt på vattnet.

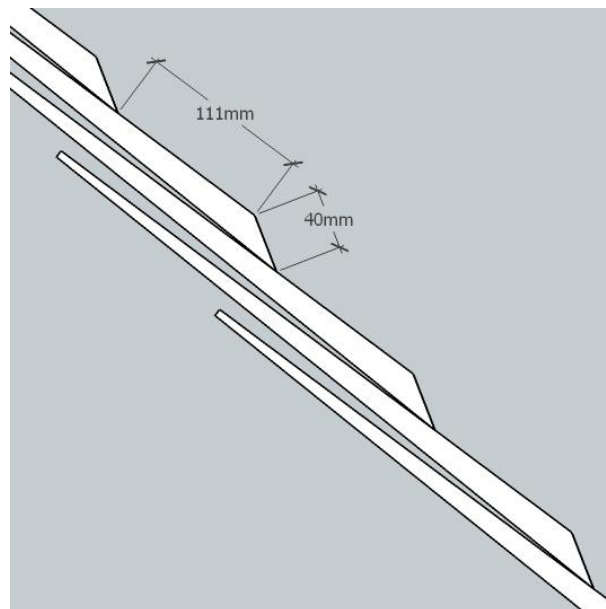
Strålen som bildas uti spetsen på de spetsiga spånen medför att vattnet för en stund undgår friktionen mot provytan.



Figur 90 Vattenstrålarna som bildades på de spetsiga spånen.



Figur 91 Måtten hos bleket på rakt spån, totalt 166 mm.



Figur 92 Måtten hos bleket på rakt spån med fas, totalt 151 mm.

2.10 Resultat

Utgångspunkten för undersökningen är att vattenavrinningen på en spåntäckt yta ska vara så snabb som möjligt. Vattnet ska effektivt ledas bort från taket för att minimera möjligheten för spåntäckningen att suga åt sig vatten. Att så mycket som möjligt av vattnet rinner av en spåntäckning kallas i fortsättningen för att vattenavrinningen är effektiv. Om allt vatten rann av en spåntäckning med en viss utformning och konstruktion skulle det innebära att den hade 100 % effektiv vattenavrinning

1. *Hur påverkar utformningen av bleket vattenavrinningens effektivitet, hur snabbt passerar en bestämd volym vatten provytan?*

Vattenavrinningens effektivitet bromsas mer eller mindre av blekets utformning.

2. *Vilken av de undersökta formerna har den mest effektiva vattenavrinningen?*

Rakt spån med fas hade den mest effektiva vattenavrinningen på en från början torr provyta. Diagonalt spån hade den mest effektiva vattenavrinningen när provytan hade penslats med vatten innan testets början. Men som nämnts tidigare var diagonal spånets effektivitet missvisande då det förflyttade vattnet närmre uppsamlingskärlet. Därför räknas det spetsiga spånet, det näst mest effektiva enligt mätningarna, som det spån som har den mest effektiva vattenavrinningen på en provyta som penslats med vatten.

3. *Går det att se gemensamma drag hos formerna med mest effektiv vattenavrinning?*

Rakt spån med fas är den spånform som har mest effektiv vattenavrinning på torr provyta. Tack vare fasningen får vattnet en kortare väg nerför provytan i jämförelse med rakt spån. Spetsigt spån tillsammans med diagonalt spån koncentrerar vattnet och får det att rinna mer effektivt än på rakt spån. Mätningarna visar på två olika möjligheter för att få en mer effektiv vattenavrinning än på rakt spån, ge vattnet en kortare väg eller få det att rinna mer koncentrerat.

4. *Går det att styra vattnet i sidled med hjälp av utformningen på bleket?*

Ja. Det diagonala spånet styrde vattnet mot den vänstra sidan av provytan nerifrån sätt i så pass hög grad att det endast rann vatten över 5 av 9 spån i slutet av provytan.

3. AVSLUTNING

3.1 Diskussion

Syftet var att undersöka hur blekets utformning påverkar vattenavrinningens effektivitet. Resultaten från mätningarna visar att blekets form har en inverkan på effektiviteten hos vattenavrinningen.

Metoden för mätning av vattenavrinnings effektivitet är enkel men har ändå kunnat visa skillnad mellan de olika spånformerna på i förhållande till ett tak en kort provyta.

Klockan med ibland hackande gång borde bytts ut mot en mer välfungerande alternativt en digital klocka i början av undersökningen. Problemet har dock tagits i beaktning och hanterats genom att missvisande värden sorterats bort. De senast genomförda testerna, de på för runt, näbbformat och diagonalt spån gav stabilare mätvärden än övriga tester vilket tyder på en säkrare hantering av den hackande klockan.

Vattenflödet i metoden motsvarar en högst orealistisk regnmängd på drygt 200 mm/h. Om metoden hade utformats utifrån medelregnmängden hade undersökningens resultat varit mer applicerbart för spåntillverkare men undersökningen visar ändå hur vattenavrinningens effektivitet påverkas av blekets utformning. Vattenflödet hade kunnat fördelats över hela ytan för att ge ett mer realistiskt scenario. Om undersökningen utformats enligt ovanstående alternativ hade den krävt mer tid i anspråk.

De experimentet som gjordes med vattenstrukna provytor är mer realistiskt scenario för när det regnar fördelas mängden vatten jämnt över ytan. Den tillförda vattenmängden rörde sig på ett mer realistiskt sätt över provytan och var inte begränsat till de redan våta ytorna. Experimenten visade en inbromsning av vattenflödet. Pensling av provytorna gjorde provytorna mer vattenmättade och mindre av det tillförda vattnet under testet borde sugits upp av spånen.

För ett mera exakta värden kunde mätningarna gjorts på längre provytor, mindre start och stopptid i förhållande till när testet sköter sig själv skulle gett mer exakta värden. Metoden kunde gjorts mer automatiserad för att reducera felkällor, mindre inblandning av manuella insatser minskar risken för skillnader i utförandet mellan tester och omgångar. Exempelvis kunde den manuella tömningen av uppsamlingskärlet göras mer eller mindre noggrant.

Spån av ett icke vattenabsorberande material alternativt ett material som kan tillverkas med en stabil vattenabsorberande förmåga hade givit ett resultat mer säkert kopplat till spånens utformning. Spånen kunde behandlats med tjära eller olja alternativt lackats för att minska deras absorptionsförmåga. Ytterligare ett alternativ för att minska inverkan av spånen vattenabsorberande förmåga hade varit att mätta dem med vatten inför testen.

Undersökningen gjordes på spån med maskinhyvlad ovansida och hade eventuellt gett ett annat resultat om den gjordes på kluvna spån med en yta med längsgående räfflor som ett resultat ifrån tillverkningsmetoden.

3.2 Slutsatser

Undersökningen visar på att blekets form har betydelse för vattenavrinningens effektivitet hos stavspånen. Rakt spån med fas (torr provyta) och spetsigt spån (provytan penslad med vatten) var de spån som visades sig ha bäst effektivitet hos vattenavrinningen.

Vattenavrinningens effektivitet är en parameter som kan ha betydelse för spånens livslängd. Men det finns flera parametrar att ta hänsyn till och det är den bästa kombinationen och kompromissen dem emellan som ger spånnet med längst livslängd. Vid korrekt montering av spetsiga spån vilar spånen på sina spetsar och övre kanter vilket ger en luftigare taktäckning. Detta i kombination med att mindre skräp såsom björkfrö fastnar i mellan spetsiga spån gör att spånen har lättare att torka efter att de blivit blöta. Men de spetsiga spånen i undersökningen har längre bleken än övriga spånformer och eftersom spånen är kilformade blir bleket tunnare högre upp och det innebär att det finns mindre material att slita på och därmed borde spåntäckningen behövas bytas ut oftare än spån med kortare bleken.

Olika tillverkningsmetoder skulle kunna ställas motvarandra i en undersökning med samma metod. Om räfflorna i ett kluvet spån gör att vattnet rinner mer effektivt än på ett spån med hyvlad yta hade varit intressant att undersöka. Längsgående fibrer borde göra det svårare för vattnet att följa kanterna på bleket hos ett spetsigt spån och eventuellt bromsa vattnet nerför takfallet. Det spetsiga spånnet hade kanske fått ett resultat mer likt det raka spånnet.

Det rekommenderade inbördes mellanrummet för spån vid montering är 2–3 mm (Kjellberg 2002, s. 11) och 3–5 mm (Vadstrup 2000, s. 49) som svällmån. Att dubbla detta avstånd i syfte att få en mer ventilerad spåntäckning borde inte missgynna spåntäckning utan snarare tvärtom.

4. KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING

4.1 Otryckta källor

Hantverkslaboratoriet (2015) *Kvalitetssäkring av stavspån*.

<http://craftlab.gu.se/Projekt/projekt/Takmaterial/kvalitetssakring-av-stavspan> [2017-06-06]

Hantverkslaboratoriet (2016a) Youtube

<https://www.youtube.com/channel/UCISZUm8lwG11e0I1kmgMaMw> [2017-06-07]

STAVSPÅN - *Klyvning och klyvningsverktyg* (2016b) [video]. Mariestad: Hantverkslaboratoriet.

https://www.youtube.com/watch?v=600qc1_FMHM [2017-02-27]

STAVSPÅN – *Spån från medeltiden och framåt* (2016c) [video]. Mariestad:

Hantverkslaboratoriet

<https://www.youtube.com/watch?v=VN-nAL13sdc> [2017-03-01]

STAVSPÅN - *Stig Nilsson hugger ett näbbspån från Jämtland* (2016d) [video]. Mariestad:

Hantverkslaboratoriet

<https://www.youtube.com/watch?v=MY-i-2WS9Y> [2017-02-27]

STAVSPÅN – *Tillverkningsmetoder och ytbehandling* (2016e) [video]. Mariestad:

Hantverkslaboratoriet.

<https://www.youtube.com/watch?v=FmU6tK76mSM> [2017-02-28]

STAVSPÅN – *Virkeskvalitet* (2016f) [video]. Mariestad: Hantverkslaboratoriet.

<https://www.youtube.com/watch?v=gNmW8NcWOrA> [2017-02-27]

4.2 Tryckta källor

- Andersson, G. (2007). Södra Råda Gamla kyrka: Spåntäckningen. Mariestad: Hantverkslaboratoriet
Tillgänglig på internet: http://craftlab.gu.se/digitalAssets/1333/1333910_span.pdf [2017-03-21]
- Godal, J.B. (2012). Tekking og kledning med emne frå skog og mark: frå den eldre materialforståinga. Trondheim: Akademika
- Godfraind, S., Pender, R. & Martin, B. (red.) (2013). Practical building conservation. Roofing. Farnham: Ashgate
- Hagentoft, C.-E. (2003). Vandrande fukt, strålende varme: så fungerer hus. Lund: Studentlitteratur
- Johansson, A., Anderson, N.-E., Höglund, S. & Lindblad, L. (2014). Maskinhyvlade stickspån. Mariestad: Hantverkslaboratoriet
- Kjellberg, H. (2002). Spån [Elektronisk resurs: rekommendationer för tillverkning, läggning och skyddsbehandling. 3., rev. uppl. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förlag
Tillgänglig på Internet: <https://www.raa.se/publicerat/9171925120.pdf> [2017-06-07]
- Källbom, Arja (2015). Tjära på trätak: en kunskapssammanställning. Mariestad: Hantverkslaboratoriet, Göteborgs universitet
Tillgänglig på Internet: https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/39128/1/gupea_2077_39128_1.pdf [2017-06-12]
- Lindkvist, H. (red.) (2009). Byggnadshyttan på Gotland 2007–2008. Visby: Byggnadshyttan på Gotland
Tillgänglig på internet: <http://www.byggnadshyttan.se/wp-content/uploads/2015/04/verksamhet-2007-2008.pdf> [2017-06-07]
- Samuelsson, B. & Johansson, A. (2011). Södra Råda Gamla kyrka: Riktlinjer och beräkningar för stavspånsarbeten (Rapport 2011:1). Södra Råda projektet
Tillgänglig på internet: http://craftlab.gu.se/digitalAssets/1494/1494678_rapport-3-stavsp--n-liten.pdf [2017-06-12]
- Stockholm
Nordiska museets arkiv (NM)
Frågelista NM 130: *Spån och pärt*
- Vadstrup, S. (2012). Beklædning med træspån. København: Kulturstyrlesen, Kulturministeriet
Tillgänglig på internet:
http://slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/bygninger/Bygningsbevaring/4.10_Beklaedning_med_tagspaan.pdf [2017-06-12]
- Vadstrup, S. (2000). Træbeklædning: historie og vedligeholdelse. København: Landsforeningen for bygnings- og landskapskultur
- Wedman, S. (1998). Stickspån: pärt, spiller, spilspån. 1. uppl. Stockholm: Riksantikvarieämbetet

4.3 Figurförteckning

Figur 6, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s.8 Figur 5.

Figur 14, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 8 Figur 3.

Figur 19, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 10 Figur 7.

Figur 20, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 10 Figur 6.

Figur 22, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 13 Figur 13.

Figur 24, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 12 Figur 11.

Figur 25, Uno Söderberg, Kjellberg 2002, s. 12 Figur 12.

Figur 29, Nikolaj Hyllestad, Vadstrup 2012, s. 3 Skiss.