

Kontaktperson RISE
Robin Andersson
Samhällsbyggnad
+46 10 516 53 25
robin.andersson@ri.se

Datum
2022-05-23

Beteckning
P112881

Sida
1 (13)

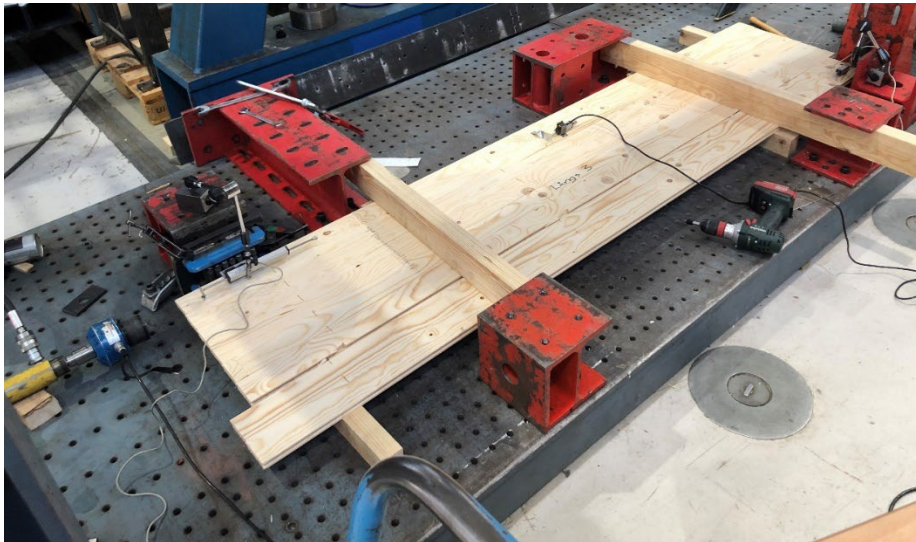
CBBT
c/o Södra Skogsägarna Ekonomiska förening
Skogsudden
35189 Växjö

Råspontluckors skjuvhållfasthet

(4 bilagor)

1 Uppdrag

RISE har tillsammans med Derome AB utrett om man ur ett konstruktivt perspektiv kan se en råspontlucka som en bärande skiva som kan ta skjuvspänningar i sitt eget plan, så kallad panelskjuvning, och i så fall hur stor kapaciteten är. Om råspontluckors panelskjuvningskapacitet skulle vara definierad så skulle det underlätta för konstruktörer att räkna på skivverkan i takkonstruktioner.



Figur 1 Bild från provning av panelskjuvning på en hel råspontlucka.

2 Bakgrund

Traditionellt antar man idag vad gäller mindre tak att råspont spikad till takstolar klarar av att överföra laster i sitt eget plan till ytterväggarna. Lasterna utgörs i första hand av vindlaster, men en mindre del är även stagningslaster från takstolarnas överramar. Med de egenskaper som är definierade idag för råspontluckor är det dock svårt att komma upp i nödvändig kapacitet i råspontsskivan vid beräkning enligt Eurokod. Men då råsponten i praktiken visat sig stabilisera mindre tak väl, med få eller inga fall av ras även vid extrema väderleksförhållanden, antar man att taken är stabila. För att utreda den faktiska kapaciteten i en råspontsskiva har RISE och Derome genomfört detta projektet.

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Brinellgatan 4
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Konfidentialitetsnivå
K1 - Öppen

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE AB i förväg skriftligen godkänt annat.

I handboken Takstolshandbok, utgåva 1:2021, utgiven av Svenska takstolsföreningen, STAK, och Svenskt Trä redovisas en beräkningsmetod för stabilisering av tak med skivor i kapitel 8.2 - Dimensionering av takskivor. För att kunna beräkna om respektive skiva i sig har tillräckligt hög bärförmåga för att kunna ta upp tvärkrafter används hållfasthetsvärdet för panelskjuvning. Detta projektet syftar till att utreda om det går att definiera ett värde på panelskjuvningshållfasthet för råspontsluckor och i så fall vilken nivå ett sådant värde får och hur användbart det blir.

3 Utredning

Projektet har genomförts av Robin Andersson på RISE från hösten 2021 till våren 2022. Utredningen har skett i tre delar:

1. Platsbesök och intervjuer med personer på Deromes sågverk i Derome.
2. Förstudie om fuktkvotens inverkan på råspontsluckors skjuvbärförmåga.
3. Provning av panelskjuvning på hela råspontsluckor.

Derome har bistått med sakkunskap inom träförädlingsprocesser och träkonstruktion samt med råspontsluckor till provning. Nedan redovisas utredningens tre delar.

3.1 Platsbesök

Robin Andersson besökte Per Andersson på sågverket i Derome 19 november 2021. Besöket syftade till att utreda:

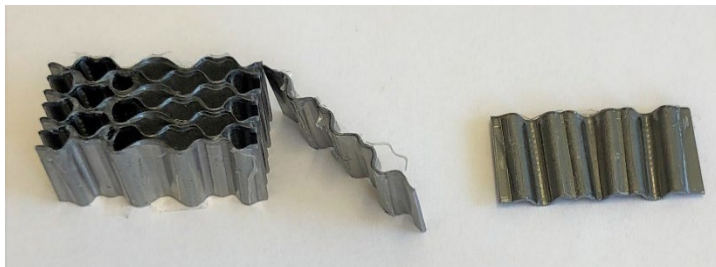
1. Vilken fuktkvot råspontbrädorna har vid sammansättning till luckor och hur denna kan variera?
2. Vilka stift används för sammansättning av brädorna, kan dessa varieras och eventuellt vinklas på ett enkelt sätt?
3. Vilka kvaliteter, mått och bredder på råspontbrädor och råspontsluckor används och vilka bör väljas för provningarna i projektet?

3.1.1 Råspontens fuktkvot vid tillverkning

Derome har som mål att torka sin råspont till en fuktkvot på 14-15 % innan hyvling och profilering, vilket motsvarar en relativ luftfuktighet på 70-80 %. Detta innebär att råsponten sannolikt kommer att torka ut och krympa när den sitter monterad i färdig byggnad, med en generell hållfasthets- och styvhetsökning som följd, och detsamma gäller även sannolikt om den utsätts för uteklimat under vår och sommar. Utsätts råsponten för uteklimat under höst och vinter kan den komma att fuktas upp, svälla och tappa i styvhet och hållfasthet.

3.1.2 Stift för sammansättning av brädor till luckor

Stiften som Derome använder för sammansättning av brädor till luckor är av fabrikkatet Paslode och är små korrugerade plåtbleck, även kallade böljestift, se Figur 2 nedan.



Figur 2 Stiften som används för sammansättning av brädor till luckor.

Stiften uppmättes till cirka 24 x 12 mm med en plåttjocklek på 0,5 mm. Stiften var inte CE-märkta eller certifierade på något annat sätt som framgick av förpackningen. Man kunde inte med enkelhet ställa om och vinkla stiften i produktionen, därför uteslöts att gå vidare med något annat än stift islagna vinkelrätt mot fiberriktningen.

3.1.3 Råspontens mått och kvalitet

Deromes råspontsluckor är certifierade av RISE genom ett typgodkännande avseende bland annat att de enskilda brädorna i råspontsluckorna uppnår hållfasthetsklass C14. Derome sorterar ut brädorna som ska användas till råspont enligt kraven för G4-3 och bättre utifrån standarden EN 1611-1, och kompletterings sorterar sedan efter en egen rutin för att nå upp till kraven för visuellt hållfasthetssorterat virke i klass T0 (C14) enligt SS 230120. En genomgång av tio råspontsluckor av de som skickats in för provning gav att ingående brädor i luckorna generellt sett uppfyllde kraven för G4-3 och T0, endast ett fåtal flatsidekvistar var något större än vad som egentligen är godkänt. Kantsidekvistarna gick inte att se i full utsträckning då de döljs när brädorna är sammansatta, men där är kraven generösa för G4-3 och T0.

Derome använder sig av tre olika bredder på brädor vid lucktillverkning, de täckande bredderna är 68 mm, 90 mm och 108 mm. För provning av råspontsluckor i projektet valdes brädor med en tjocklek på 20 mm och en bredd på 68 mm då man får flest stiftförband per lucka ju smalare brädor man har. Vid mätning av luckorna efter konditionering i 65 % relativ luftfuktighet (RF) på RISE erhöles måtten 20 x 542 x 2398 mm. De enskilda brädorna mättes till 68 mm avseende täckande bredd, tungan av spontdelen hade en utstickande längd på 7 mm. Mätningarna utfördes med måttband.

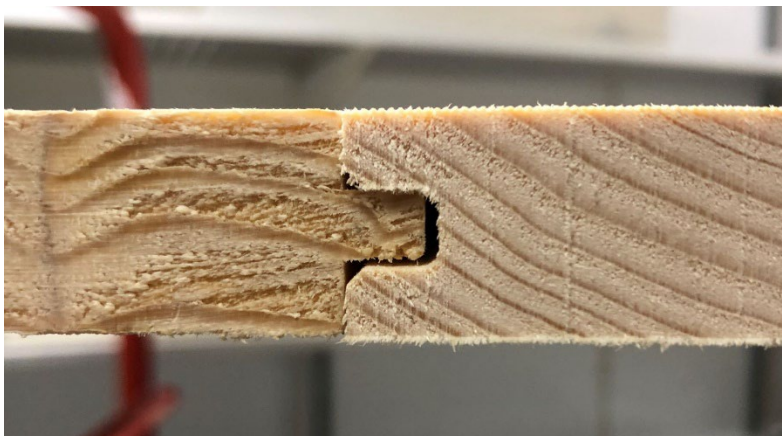
3.2 Förstudie om fuktkvotens inverkan

Eftersom fuktkvoten i råsponten dels förändras från det att den tillverkas tills den är monterad i byggnaden och dels förändras över tid då den sitter monterad i byggnaden, på grund av årstidsvariationer i luftens fuktighet, gjordes en förstudie som bestod av två delar. Den första delen bestod i att utreda om man kan räkna med någon friktion mellan brädorna i sponten vid olika fuktkvoter och den andra delen gick ut på att genom en belastningsprovning, på utsågade provkroppar ur råspontsluckor konditionerade i olika klimat, undersöka om man kunde se några skillnader i bärförmåga och styvhet.

Utifrån artiklarna ”Fuktsäkerhet i kalla vindsutrymmen” och ”Resultat och slutsatser från mätningar i kalla vindsutrymmen”, publicerade i Bygg & teknik 4/05 respektive 4/07, författade av Lars-Erik Harderup och Jesper Arfvidsson vid FuktCentrum och Byggnadsfysik vid Lunds tekniska högskola så valdes konditioneringsklimaten 35 % RF, 65 % RF och 85 % RF. Klimatet 35 % RF valdes för att simulera den luftfuktighet som kan uppstå på våren och sommaren när det är som torrast och 85 % RF valdes för att simulera sen höst och vinter när det är som fuktigast. 65 % RF valdes eftersom det är det vanligast förekommande klimatet som föreskrivs i provningsstandarder för provning av träkonstruktioner, detta eftersom 65 % RF motsvarar den övre gränsen för klimatklass 1, uppvärmt inomhusklimat. Temperaturen sattes till 20°C. All provning och granskning skedde efter det att fuktjämvikt uppnåtts i de olika klimaten, fuktjämvikt antogs uppnåtts när en förändringen av vikten hos en provkropp var mindre än 0,1 % på 24 timmar.

3.2.1 Friktion i sponten

Genom en enkel visuell granskning av sponten hos brädor konditionerade i 85 % RF kunde inte en eventuell friktionskoefficient av betydelse antas finnas. Ett tydligt glapp kunde ses mellan not och fjäder, se Figur 3



Figur 3 Spontpassning efter konditionering i 85 % RF.

Inte heller var skarven mellan brädorna, då man tittade uppifrån på flatsidorna på hela luckor, helt borta i detta förhållandevis fuktiga klimat.

3.2.2 Belastningsprovning av provkroppar

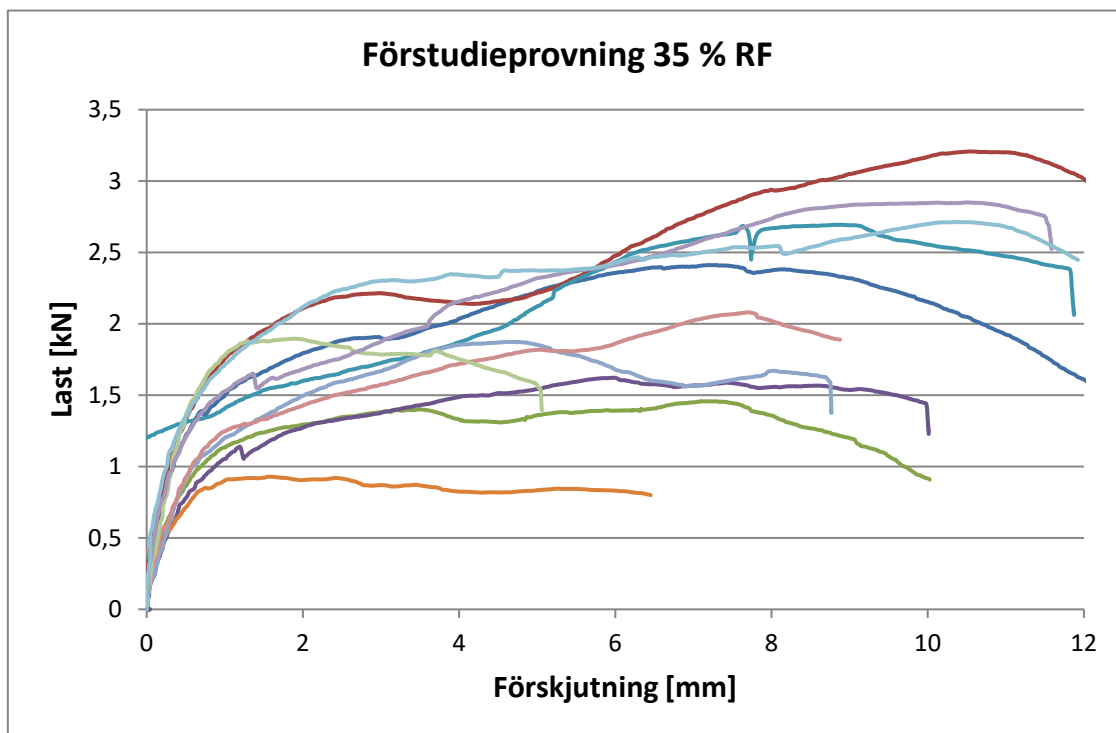
Belastningsprovningen utfördes genom att råspontsbrädor sågades ut parvis så att de satt ihop med två stift, se Figur 4. Avståndet mellan stiften var cirka 80 cm.



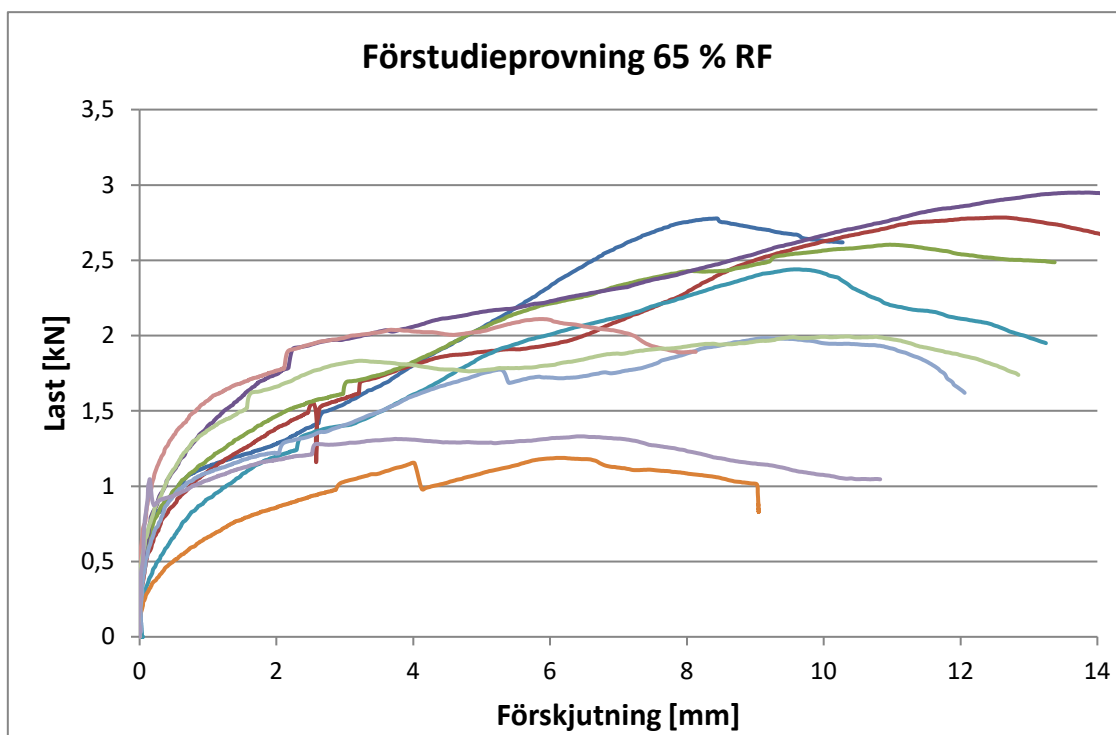
Figur 4 Provningsuppställning vid förstudie.

Belastningen påfördes i underkant mot den ena brädan och lasten mättes i ovankant mot den andra brädan. Två deformationsgivare monterades för att mäta förskjutningen mellan brädorna. Kraften som påfördes i underkant fördes alltså över från den ena brädan till den andra via de

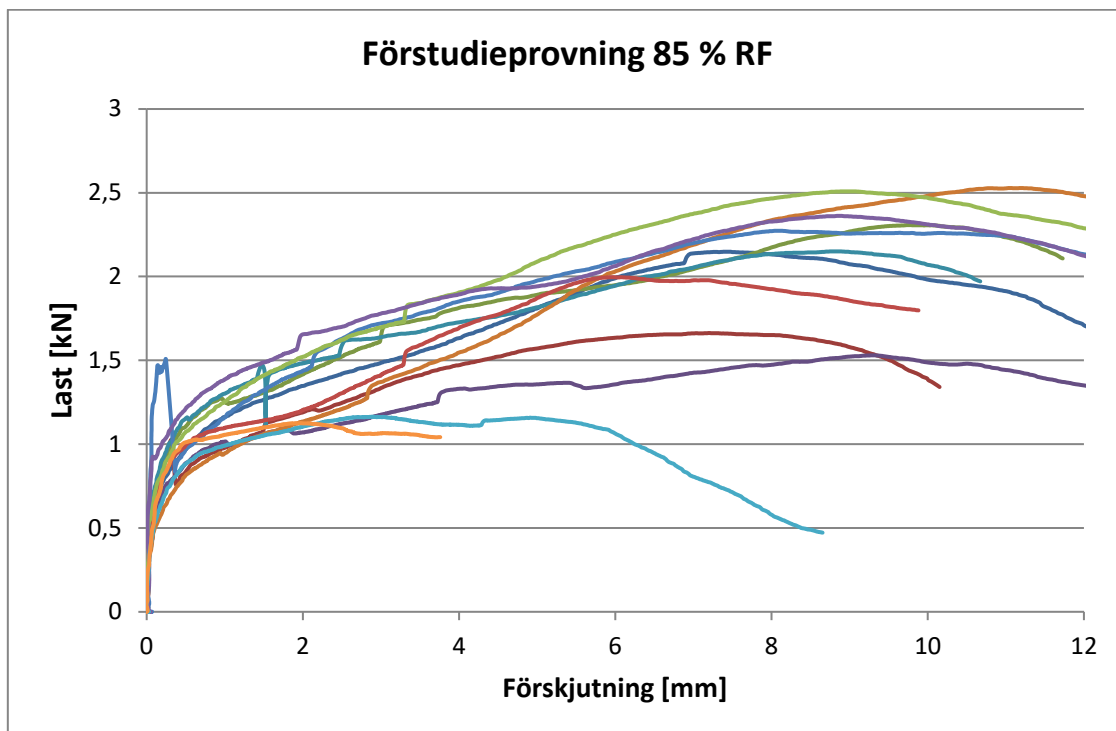
två stiften. Tio till tolv provkroppar per klimat provades. Resultatet från provningarna kan ses i Figur 5 till 7 nedan.



Figur 5 Belastningsprovning i förstudie på provkroppar konditionerade i 35 % RF.



Figur 6 Belastningsprovning i förstudie på provkroppar konditionerade i 65 % RF.



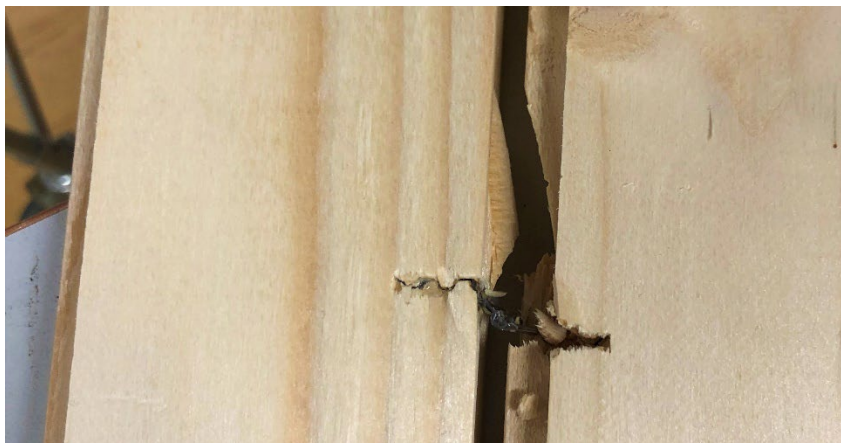
Figur 7 Belastningsprovning i förstudie på provkroppar konditionerade i 85 % RF.

Generellt kan man se att stiftens placering i förhållande till skarven mellan brädorna hade stor betydelse. Satt stiftet så de var förskjutna mot notsidan i sponten så höll stiftförbandet bättre än om det satt förskjutet mot fjädersidan. Den nedersta kurvan i 35 %-diagrammet visar en provkropp där stiftet var förskjutna till cirka 75 % in i fjädersidan i förhållande till synlig skarv, vilket resulterade i låga värden. Generellt såg förloppet ut som så att när brädorna började förskjutas relativt varandra så började stiftet böja sig och dras ut ur notsidan samtidigt som träet i sponten stukades, successivt böjde även en av flänsarna i notsidan ut ur brädan, stiftet tryckte alltså ut notflänsen när det deformerades och drogs ut, se Figur 8.



Figur 8 Notsidan av sponten pressas ut av stiftet.

Den nedersta kurvan i 65 %-diagrammet erhöles av en provkropp där det övre stiftet hade dålig förankring i fjädersidan och man kan se att fjädern gått av i något skede. Man kan se en stor snedfibrighet där fjädern har dragits av. Eventuellt har fjädern förstörts redan vid ipressning av stiftet, se Figur 9.



Figur 9 Snedfibrighet i fjäder i provkropp konditionerad i 65 % RF.

I tabell 1 redovisas värden på max uppnådd lastkapacitet, brukslast och styvhet i intervallet 0,2 mm – 0,8 mm förskjutning. Både medelvärde och standardavvikelse redovisas för max lastkapacitet och brukslast. Brukslasten har definierats som den lastkapacitet som uppnåtts innan en signifikant lutningsförändring inträffat på last-deformationskurvan, vilket har setts som den gräns där en bestående skada inträffar. För detaljer se Bilaga 1.

Tabell 1 Resultat från belastningsprovning i förstudie med provkroppar sammansatta med två stift.

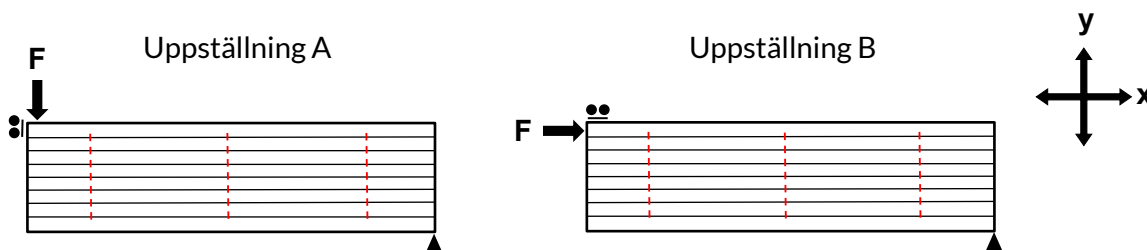
Konditioneringsklimat	Max lastkapacitet Medel / Stdav [kN]	Brukslast Medel / Stdav [kN]	Styvhet Medel / Stdav [N/mm]
35 % RF	2,16 / 0,68	1,17 / 0,17	1089 / 285
65 % RF	2,22 / 0,61	0,99 / 0,20	634 / 133
85 % RF	1,98 / 0,49	1,08 / 0,18	544 / 102

Värdena visar ett förhållandevis jämnt resultat mellan provningsserierna med provkroppar konditionerade i olika klimat. Störst skillnad kan man se på styvheten där provkropparna konditionerade i 35 % RF hade en tydligt högre styvhet än de båda övriga klimaterna.

3.3 Provning av panelskjuvning på hela råspontsluckor

3.3.1 Provning

Provningen av hela råspontsluckor skedde i två riktningar, A och B, i princip enligt Figur 10 nedan. Provningarna skedde på luckor konditionerade i 20°C och 65 % RF. Tio luckor provades enligt uppställning A och tolv luckor enligt uppställning B.



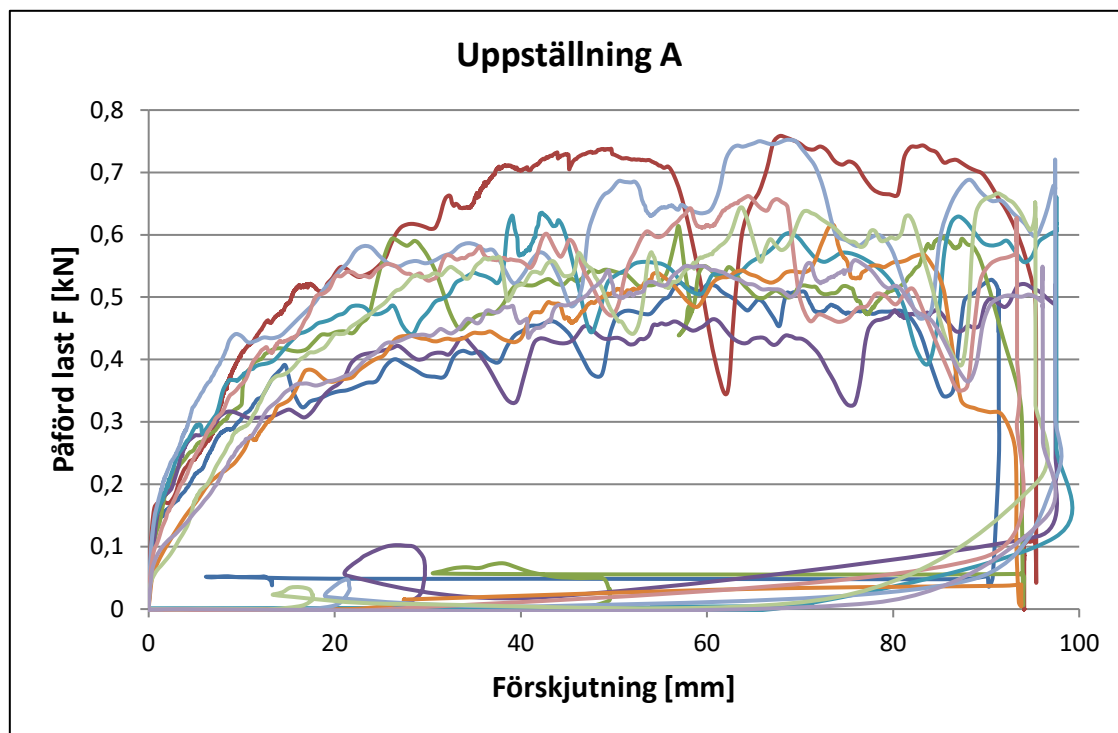
Figur 10 De två provningsuppställningarna vid provning av hela luckor. De röda strecken visar stiftens placering.

Provningsen utfördes i princip lika med metoden beskriven i EN 789:2004 för bestämning av panelskjuvningshållfasthet. Principen är att man låser fast ett hörn i både x- och y-led medans man i det motsatta hörnet belastar i en av ledderna och låser fast den andra ledden för att motverka att provkroppen börjar rotera. I EN 789 sker dock provningen bara i en riktning, med en av uppställningarna A eller B ovan, eftersom skjuvspänningar som uppstår i materialet i den riktning som belastningen sker ger upphov till en mothållande skjuvspänning även i den andra riktningen. Man utgår alltså från att man genom att belasta i en riktning provar skjuvhållfastheten i båda riktningarna. Anledningen till att belastning skett i båda riktningarna i denna provningen är för att se om man kan förhålla sig till skjuvspänningar och tvärkrafter i en hel lucka på samma sätt som i en mer homogen provkropp, och för att se hur luckan beter sig när lasten angriper i olika ritningar. Bilder från provningen kan ses i bilaga 4.

3.3.2 Resultat

3.3.2.1 Resultat och diskussion - Uppställning A

En frågeställning innan provning var hur väl det gick att utföra provning enligt uppställning A eftersom rullstödet placerat i samma hörn som det där lasten påförs får en förhållandevis hög stödreaktion i x-led och att det krävs en noggrann inpassning av luckan så den inte börjar rotera. En momentberäkning runt upplagshörnet gav att stödreaktionen i rullstödet blir en faktor 4,79 gånger större än påförd last F. Det sambandet har använts för att räkna fram kraften som överförs till de tre stiftarna i varje brädskarv. Resultatet redovisas i Figur 11 och Tabell 2 nedan. För detaljer se Bilaga 2.



Figur 11 Samband mellan förskjutning i hela luckan och påförd last. Förskjutningen avser luckans rörelse där lasten F angriper.

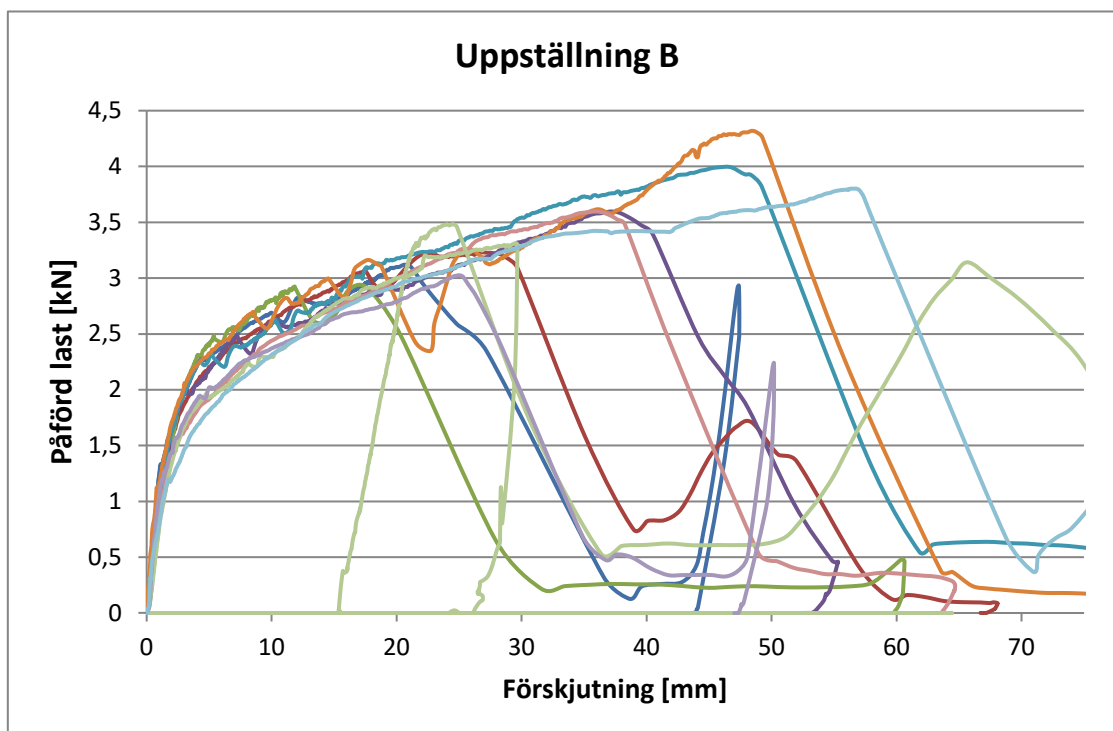
Tabell 2 Max lastkapacitet från belastningsprovning.

Uppställning A	Last F [kN]	Last i x-led [kN]	Last per stift [kN]	Brukslast F [kN]
Medel	0,63	3,03	1,01	0,30
Standardavvikelse	0,08	0,40	0,13	0,10

Slutsatsen efter provningen var att själva utförandet gick förhållandevis bra. Resultatet visar att krafterna blev i den storleksordning som förväntat. Råspontsluckan betedde sig även som förväntat under själva provningen. Generellt betedde sig luckan som så att efter en viss lastökning så var det en brädskarv som tillslut gav med sig först och försköts kraftigt, men efter en tids förskjutning så ökade lastkapaciteten i den skarven igen och efter ett tag var det ofta en annan skarv som började förskjutas kraftigt. På så sätt kunde förloppet upprepas ett tag innan någon skarv tillslut nådde sin brottlastkapacitet. I Tabell 2 kan man se att lastkapaciteten per stift blev likvärdig med den kapacitet som uppnåddes i förstudien, se Tabell 1 där värdena måste halveras för jämförelse med Tabell 2. Styvheten anses inte vara relevant för uppställning A med hänsyn till svårigheterna att låsa fast provkroppen i tillräcklig grad för att få tillförlitliga värden. Även för brukslasten finns det antagligen en förhållandevis stor felmarginal, den har dock redovisats ovan.

3.3.2.2 Resultat och diskussion - Uppställning B

Uppställning B liknade mer förstudieprovningen, se Figur 4, i sin provningsuppställning än uppställning A, och gav inte samma svårigheter med provningsriggen. Resultatet redovisas i Figur 12 och Tabell 3 nedan. För detaljer se Bilaga 2.

**Figur 12** Samband mellan förskjutning i hela luckan och påförd last.

För värden på styvhet i Tabell 3 så har deformationsintervallet 1,4-5,6 mm valts. Intervallet valdes för att kunna jämföra värdena med styvheten som erhöles i förstudien. I förstudien skedde förskjutningen i en skarv, medans det i denna provningen skedde en förskjutning i sju skarvar. Därför valdes ett deformationsintervall som är sju gånger större än i förstudien där

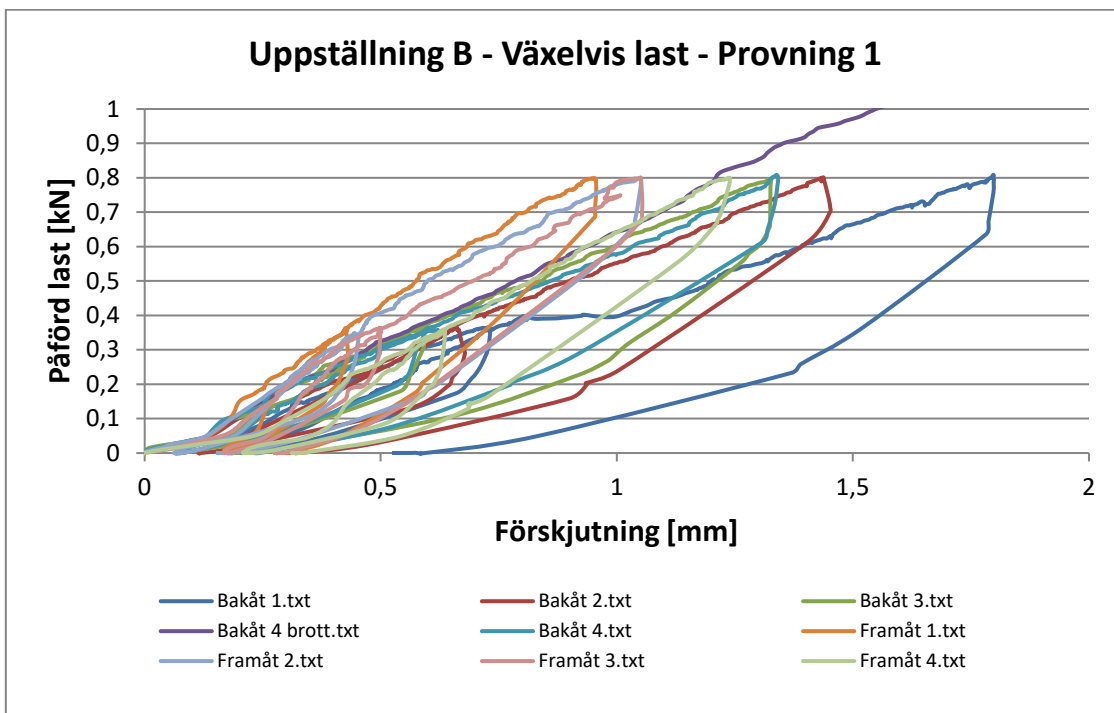
intervallet var 0,2-0,8 mm. Det finns även en kolumn i Tabell 3 med styvhet per skarv, där deformationsintervallet har dividerats med sju eftersom varje brädskarv i teorin står för en sjundedel av deformationen.

Tabell 3 Max lastkapacitet från belastningsprovning.

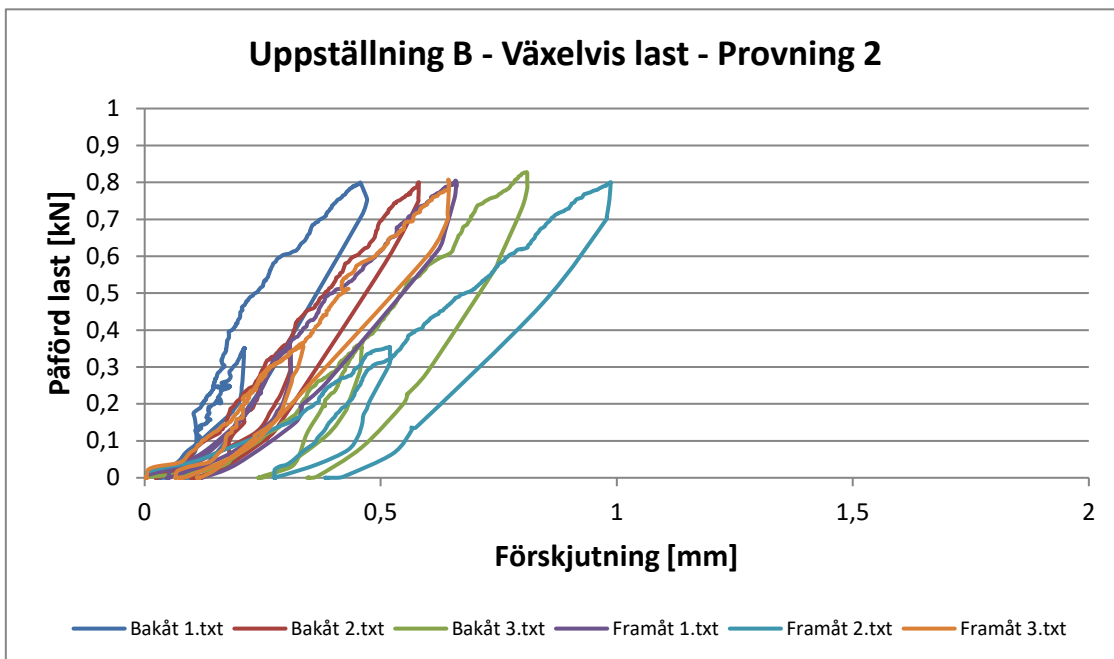
Uppställning B	Last F [kN]	Last per stift [kN]	Brukslast [kN]	Brukslast per stift [kN]	Styvhet 1,4-5,6 mm [N/mm]	Styvhet per skarv [N/mm]
Medel	3,50	1,17	1,34	0,45	222	1552
Standardavvikelse	0,46	0,15	0,32	0,11	22	152

Resultatet från provning av uppställning B visar på likvärdiga resultat för lastkapacitet och brukslast per stift jämfört med förstudieprovningen och uppställning A. Jämför man styvheten per stift, som erhålls om man dividerar den sista kolumnen ovan med tre, med styvheten som erhöles i förstudieprovningen så är den cirka 1,6 gånger så hög i denna provningen. Anledningen till det antas bero på att det i förstudieprovningen rörde sig om mycket små laster och förskjutningar, vilket kan ha fått till följd att en liten rörelse som till exempel att provkroppen justerar in sig i ett annat läge vid ökad belastning gett ett förhållandevis stort utslag. Förstudieprovkropparna var heller inte låsta för att förhindra rotation. En annan anledning till att uppställning B blev styvare antas vara att det i varje brädskarv satt tre stift istället för två som vid förstudieprovningen. Om ett stift hade dålig förankring så fanns det två andra som förmodligen hade bättre förankring, vilket får till följd att det enskilda resultatet för provkroppen inte blir så mycket lägre som resultatet för en provkropp med endast två stift blir där ett har dålig förankring.

Eftersom en stabiliserande takskiva på ett hus växelvis utsätts för vind från olika håll provades två råspontluckor med växelvis belastning enligt uppställning B. Först belastades luckan i en riktning, sedan vändes luckan och belastades så att den trycktes tillbaka mot ursprungligt läge. De olika ritningarna benämns framåt och bakåt nedan. Med hänsyn till nivån på brukslasten valdes 0,8 kN som belastningsgräns. Innan belastning upp till 0,8 kN lades en förlast på cirka 0,35 kN på för att ta bort en del av eventuella snedställningar i luckan, förlasten togs därefter bort innan belastning upp till 0,8 kN. Resultatet kan ses i Figur 13 och 14.



Figur 13 Växelvis belastning från två olika håll på hel råspontslucka.



Figur 14 Växelvis belastning från två olika håll på hel råspontslucka

Provning 1 visar att styvheten avtar något efter varje belastningscykel vid belastning framåt, men vid belastning bakåt ökar styvheten efter varje cykel istället. Provning 2 ger också ett något oförutsägbart resultat, där styvheten både minskar och ökar vid de olika cyklerna vid belastning framåt. Vid belastning bakåt minskar dock styvheten från cykel till cykel. Råspontsluckan i provning 2 visar generellt sett på ett styvare beteende än den i provning 1. Efter den cykliska belastningen kördes båda luckorna till brott där luckan i provning 1 erhö

en brottlast på 2,44 kN och luckan i provning 2 en brottlast på 4,01 kN, vilket relaterat till alla luckor provade enligt uppställning B var ett mycket lågt respektive högt värde.

3.4 Utvärdering och sammanfattande diskussion

Provningarna visar att det finns en lastkapacitet i stiftförbanden i råsponsluckor, om än förhållandevis låg. I Bilaga 3 har överslagsberäkningar gjorts för en två-plansvilla med sadeltak för att se om kapaciteten i råsponsluckorna är i nivå med vad som behövs för att stabilisera huset. I beräkningarna har dimensionerande vindlast ställts mot dimensionerande brukslastkapacitet, eftersom råsponsluckorna över den belastningen skadas. För beräkningar så har värden från provning enligt uppställning A och B använts där karakteristiska bärförmågor har antagits utifrån medelvärden och standardavvikelser. I stället för att omvandla tvärkrafter till spänningar så har tvärkraftskapaciteterna erhållna från provningarna använts direkt då det finns en problematik i att definiera en skjuvspänningskapacitet i råsponsluckan där stiftförbanden är den svagaste länken. Varje taksida av sadeltaket har räknats som en egen skiva. På grund av begränsningar av höjd-längd-förhållanden enligt EN 1995-1-1:2004 (Eurokod 5) har det vid vind mot gavel räknats som att varje takstolsfack är en egen skivbalk inspänd i långsideväggen.

Resultatet blir att det går att nå tillräckligt hög bärförmåga med hjälp av råsponsluckorna för att ta hand om vindlasterna som tas upp av takskivan. Vid vind mot gavel blir vindlasterna som går in i takskivan förhållandevis låga i exemplet på grund av byggnadens geometri och antaget att undertaket på plan två kan ta upp vindlast. Dock måste man räkna med att varje takstolsfack tar last för att råsponsluckornas kapacitet ska räcka. Vid vind mot långsida så har något mer ogynnsamma förutsättningar valts där undertaket inte antagits ta några vindlast, utan halva väggen på plan två har antagits stötta av takskivan och hela vindlasten mot taket har förts in i takskivan och vidare till gavelväggarna. Resultatet blir att råsponsluckornas bärförmåga överskrids, för att klara av tvärkrafterna i de yttersta facken mot gavelväggarna behöver stiften i princip sitta med ett centrumavstånd på 100 mm. Vid både vind mot gavel och vind mot långsida så ger dock överslagsberäkningarna ganska måttliga förskjutningar i takskivan.

Ett annat sätt att hantera beräkningarna är att i brottgränsstadiet istället jämföra den dimensionerande lasten mot råsponsluckornas brottlastkapacitet, som är cirka tre gånger större än brukslastkapaciteten, och sedan i bruksgränsstadiet ställa den karakteristiska lasten mot brukslastkapaciteten för en kontroll att deformationerna inte orsakar en permanent skada.

I beräkningarna ovan har inga andra stabiliserande tillskott räknats in. Effekter av mothållande momentpar av spikning av enskilda brädor har visat sig inte ha en försumbar effekt, se rapport "Horisontalstabilisering av småhus – Råspons som stabiliserande system i tak" av Jacob Estlund och Maxine Persson, Lunds Tekniska Högskola. Hjälpen från innerväggar bör också beaktas.

En problematik som måste hanteras är även änd- och kantavstånd för infästning av råsponsluckorna till takstolarnas överramar. Till exempel går det inte att konstruktivt skarva råspons på en 45 mm bred regel då ändavståndet för en belastad ände enligt tabell 8.2 i Eurokod 5 blir $15 \times d$, alltså 37,5 mm för en 2,5 mm kamspik. Eventuellt går det att lösa genom påsädling av takstolsöverramen där råsponsluckorna generalskarvas.

RISE Research Institutes of Sweden AB
Bygg och fastighet - Träteknisk utvärdering

Utfört av



Robin Andersson

Granskat av



Börje Gustavsson

Bilagor

- 1 Resultat från belastningsprovning i förstudie (2 sidor)
- 2 Resultat från panelskjuvningsprovning på hela råspontsluckor (1 sida)
- 3 Överslagsberäkning av villa (7 sidor)
- 4 Bilder från provning av hela råspontsluckor (1 sida)

Bilaga 1

Resultat från belastningsprovning i förstudie

Tabell 1 Resultat från provning av provkroppar konditionerade i 35 % RF.

Prov	Maxlast [kN]	Brukslast [kN]	Styvhet [N/mm]	Stiftplacering
1	2,41	1,39	1037	Centriskt
2	3,21	1,05	1275	1/3 i fjädersida
3	1,46	1,10	894	3/4 i fjädersida i uk, centrisk i ök
4	1,62	1,14	904	1/3 i fjädersida
5*	2,70	1,19	*	1/3 i fjädersida
6	0,93	0,85	629	4/5 i fjädersida i ök och 3/5 i fjädersida i uk
7	1,87	1,05	1134	1/3 i fjädersida i ök och centrisk i uk
8	2,08	1,20	1005	2/5 i fjädersida i ök och 3/5 i fjädersida i uk
9	1,90	1,40	1714	2/3 i fjädersida i uk och centrisk i ök
10	2,85	1,35	1126	2/5 i fjädersida i ök och 1/3 i fjädersida i uk
11	2,71	1,20	1174	2/5 i fjädersida i uk och centrisk i ök
Medel	2,16	1,17	1089	
Stdav	0,68	0,17	285	
CoV	0,32	0,14		

* Deformationsgivare felmonterad, ej med i utvärdering av styvhet

Tabell 2 Resultat från provning av provkroppar konditionerade i 65 % RF.

Prov	Maxlast [kN]	Brukslast [kN]	Styvhet [N/mm]	Stiftplacering
1	2,78	0,84	494	Centriskt i uk och 2/5 i fjädersida i ök
2	2,78	1,02	647	1/3 i fjädersida
3	2,60	0,92	579	1/3 i fjädersida
4	2,95	1,10	770	1/3 i fjädersida
5	2,44	0,80	646	1/3 i fjädersida
6*	1,19	0,65	396	2/5 i fjädersida
7	1,98	0,95	623	2/5 i fjädersida
8	2,11	1,23	742	2/3 i fjädersida i ök och 2/5 i fjädersida i uk
9	1,99	1,30	812	1/3 i fjädersida i uk och 2/3 i fjädersida i ök
10**	1,33	1,04	*	3/7 i fjädersida i ök och 2/3 i fjädersida i uk
Medel	2,22	0,99	634	
Stdav	0,61	0,20	133	
CoV	0,27	0,20		

* Provkropp med snedfibrihet i fjäder vid ett av stiften

** Avvikande styvhetsvärde, tas ej med i styvhetsberäkning

Bilaga 1

Tabell 3 Resultat från provning av provkroppar konditionerade i 85 % RF.

Prov	Maxlast [kN]	Brukslast [kN]	Styvhet [N/mm]	Stiftplacering
1	2,15	1,20	556	2/5 i fjädersida
2*	1,66	1,02	777*	2/5 i fjädersida
3	2,31	1,10	643	2/5 i fjädersida
4	1,53	0,77	447	2/5 i fjädersida i ök och centrisk i uk
5	2,15	1,15	559	Centriskt i uk och 3/7 i fjädersida i ök
6	2,53	0,95	523	2/5 i fjädersida
7	2,27	1,47	**	2/5 i fjädersida
8	2,00	1,00	454	Centriskt i ök och 2/5 i fjädersida i uk
9	2,51	1,05	581	Centriskt i ök och 2/5 i fjädersida i uk
10	2,36	1,30	532	2/5 i fjädersida
11	1,16	0,96	510	4/5 i fjädersida i ök och centrisk i uk
12	1,13	0,95	403	4/5 i fjädersida i ök och centrisk i uk
Medel	1,98	1,08	544	
Stdav	0,49	0,18	102	
CoV	0,25	0,17		

* Styvhet mätt i intervallet 0,1 mm – 0,35 mm deformation på grund av tidigt brott

** Avvikande styvhetsvärde, tas ej med i styvhetsberäkning

Bilaga 2

Resultat från panelskjuvningsprovning på hela råspontsluckor

Tabell 1 Resultat från provning enligt uppställning A.

Prov	Last F [kN]	Kraft i x-led [kN]	Kraft per stift [kN]	Brukslast F [kN]
1	0,53	2,53	0,84	0,39
2	0,76	3,63	1,21	0,17
3	0,61	2,93	0,98	0,22
4	0,52	2,50	0,83	0,27
5	0,66	3,17	1,06	0,30
6	0,62	2,95	0,98	0,27
7	0,75	3,60	1,20	0,43
8	0,66	3,17	1,06	0,42
9	0,67	3,19	1,06	0,18
10	0,56	2,68	0,89	0,36
Medel	0,63	3,03	1,01	0,30
Stdav	0,083	0,398	0,133	0,096

Tabell 2 Resultat från provning enligt uppställning B.

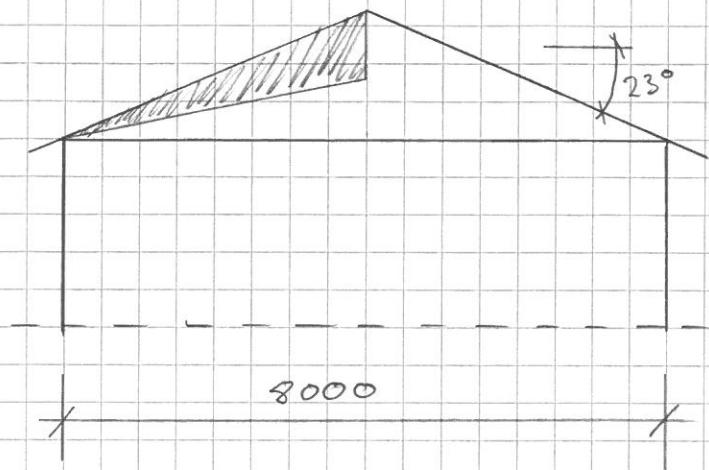
Prov	Last F [kN]	Kraft per stift [kN]	Brukslast [kN]	Brukslast per stift [kN]	Styvhet 1,4-5,6 mm [N/mm]	Styvhet per skarv [N/mm]
1	3,12	1,04	1,33	0,44	223	1560
2	3,23	1,08	1,29	0,43	231	1616
3*	2,93	0,98				
4	3,60	1,20	1,07	0,36	250	1747
5	4,00	1,33	0,94	0,31	242	1695
6	4,32	1,44	1,12	0,37	236	1650
7	3,60	1,20	1,63	0,54	208	1459
8	3,48	1,16	1,95	0,65	226	1582
9	2,90	0,97	1,53	0,51	183	1283
10	3,80	1,27	1,20	0,40	196	1375
Medel	3,50	1,17	1,34	0,45	222	1552
Stdav	0,46	0,15	0,32	0,11	22	152

* Ett stift saknades i en stiftrad.

Överslagsberäkning A-hus, Villa Ekbacken

Överslagsräkning där karakteristisk
brukslast satts som bärförhållning.

Villa Ekbacken, vind mot gavel



Stockholm, Terrängtyp III, $h = 8,0 \text{ m} \Rightarrow q_p = 0,51 \text{ kN/m}^2$

Vägg, $C_{pe,10} = 0,8; -0,5$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vindtryck} = 0,8 \cdot 0,51 = 0,408 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Vindsug} = 0,5 \cdot 0,51 = 0,255 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} \Sigma 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total vindanbläst area} = \frac{4 \cdot 0,85}{2} = 1,7 \text{ m}^2$$

Takhalvan ses som en konsol som är inspänd i väggen.

Använder metod 1 enligt Takstolshandboken kapitel 8.2.2.

Trärkraft i räspontskaru vid vägg:

$$F_k = 1,7 \cdot 0,408 = 0,69 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$F_d = 0,69 \cdot 1,5 = 1,04 \text{ kN}$$

Brukslast per stift = 0,45 kN

3/7

Antar dimensionerande kapacitet på 0,2 kN

$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{1,04}{0,2} = 5,2 \text{ stift}$$

$$2B \leq L \leq 6B \quad (\text{EN 1995})$$

$$L = 4 \text{ m} \Rightarrow \text{Max } B = 2 \text{ m}$$

Ett takstolsfack = 1,2 m \Rightarrow väljs som "balkhöjd"

Detta ges stift med c/c 200 mm i ytterfacken nära vid väggen.

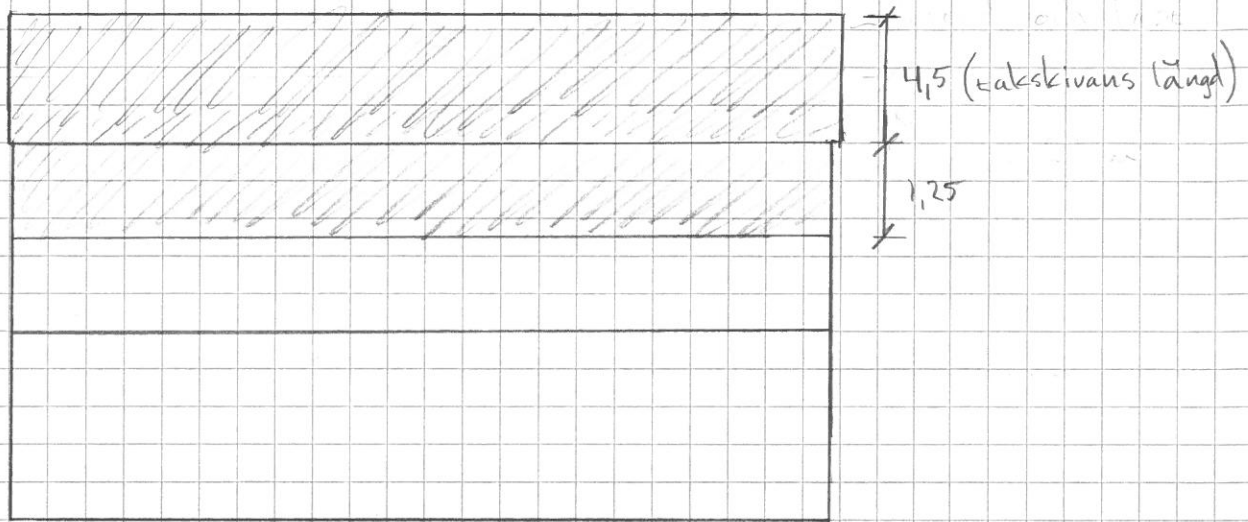
Om metod 2 istället väljs blir $F_d = 1,68$ kN (både tryck och sug) som fördelas på 8 takstolsfack (där varje fack ses som en konsolande balk/skiva från länkväggen).

$$\frac{1,68}{8} = 0,21 \text{ kN/fack} \approx 1 \text{ stift} \quad \text{OK!}$$

Till detta kommer stabiliserande laster (snedställnings- och överrumsaustyning).

Förskjutning av taket, styvheten, bör inte bli något problem i detta fall.

Vind mot långsida



Vägg: $C_{pe,10} = 0,8; -0,5$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vindtryck} = 0,408 \text{ kN/m}^2 \\ \text{sug} = 0,255 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} \geq 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Vindutbläst area} = 1,25 \cdot 11 = 13,75 \text{ m}^2$$

Antar att tryck och sug fördelas sig till båda takhalvorna. Respektive halva fungerar som en balk mellan gavelväggarna.

$$\text{Last från vägg} = 13,75 \cdot 0,66 = 9,1 \text{ kN}$$

$$\text{Last per halva} = \frac{9,1}{2} = 4,54 \text{ kN}$$

$$\text{Last/trärfkraft i takskvans vid resp. gavel} = \frac{4,54}{2} = 2,27 \text{ kN} \\ = F_k$$

Last från tak

$$C_{pe,10,tryck} \approx 0,4$$

$$C_{pe,10,sug} \approx -0,55$$

$$C_{pe,10,tryck} \cdot q_p = 0,4 \cdot 0,51 = 0,204 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{pe,10,sug} \cdot q_p = -0,55 \cdot 0,51 = 0,281 \text{ kN/m}^2$$

Horisontell lastkomponent

$$\text{Tryck} : \sin 23 \cdot 0,204 = 0,080 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sug} : \sin 23 \cdot 0,281 = 0,110 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Area per takskiva} : 4,5 \cdot 11 = 49,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Totalt Tryck} : 0,080 \cdot 49,5 = 3,96 \text{ kN}$$

$$\text{Totalt Sug} : 0,110 \cdot 49,5 = 5,45 \text{ kN}$$

$$\text{Vindlast till takskiva} : 3,96 + 5,45 = 9,41 \text{ kN}$$

$$\text{Last per takskiva} : \frac{9,41}{2} = 4,7 \text{ kN}$$

$$\text{Last till gavel} : \frac{4,7}{2} = 2,35 \text{ kN}$$

$$\text{Total last till gavel per takskiva} = \overset{\text{VÄGG}}{2,27} + \overset{\text{TAK}}{2,35} = 4,62 \text{ kN}$$

↓
= Fk

$$\gamma_d = 1,5$$

$$F_d = 1,5 \cdot 4,62 = 6,93 \text{ kN} \quad (= \text{Dim. upplagsreaktion})$$

Antar en karakteristisk brukslastkapacitet baserat på uppställning A = 0,15 kN = R_k

Om provning enligt uppställning A hade skett med hävarm/lucklängd = 1,2 m (ett takfack), istället för 2,4 m, så hade det gett en dubbelt så stor brukslast.

$$R_k = 0,30 \text{ kN}$$

Dock måste det då sitta 3 stift per brädskarv per 1,2 m.

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{0,30 \cdot 0,9}{1,3} = 0,21 \text{ kN/lucka}$$

$$F_d = 6,93 \text{ kN}$$

ca 8 st räspontsluckorader per takhalva

$$\frac{6,93}{8} = 0,87 \text{ kN/lucka}$$

$$0,87 > 0,21 \text{ EJ OK!}$$

$$\frac{0,87}{0,21} = 4,12 \text{ ggr högre}$$

$3 \cdot 4,12 = 12,38 \Rightarrow$ Det skulle krävas 13 stift per skarv per takstofsack för att klara belastningen.

Ett alternativt synsätt, istället för att ställa räspontsluckans brukslastkapacitet

mot dimensionerande vindlast, är att jämföra luckans brottlastkapacitet, som är cirka tre gånger högre än brukslastkapaciteten, med dimensionerande vindlast och sedan även kontrollera att brukslastkapaciteten svarar mot karakteristisk eller frekvent vindlast.

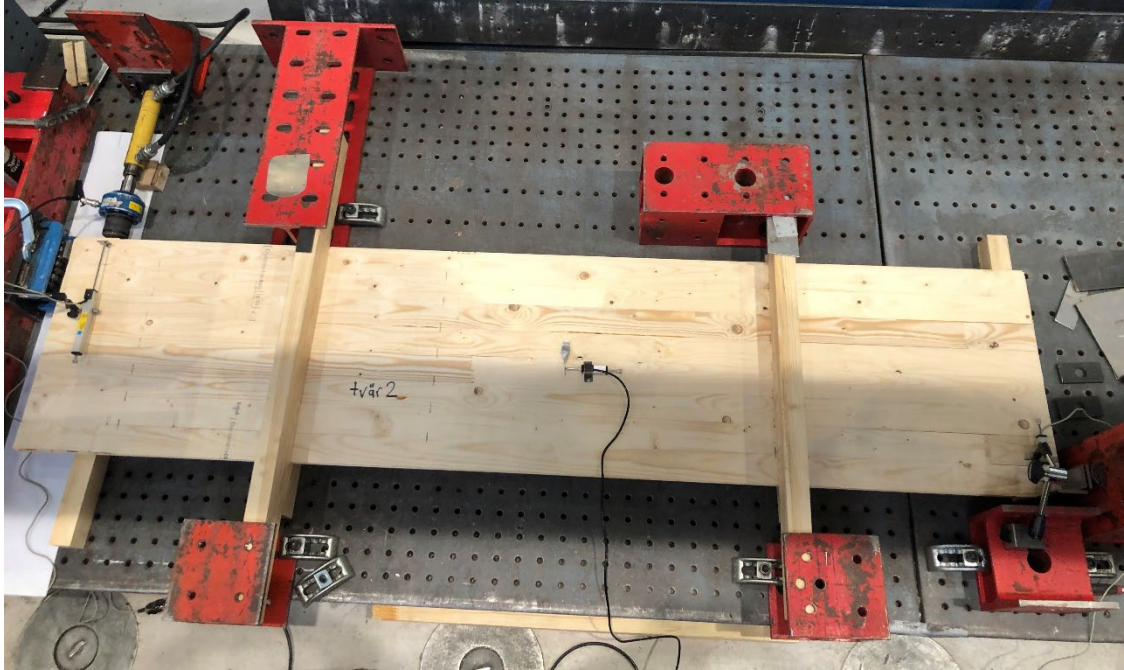
Räspontluckornas förskjutning var något svårare att mäta vid uppställning A, men antar man en medelförskjutning på 5 mm vid 0,25 kN på en 2,4 m lång lucka så ger det 2,5 mm förskjutning vid 0,5 kN för en 1,2 m lång provkropp (ett takstolsfack).
 Karakteristisk vindlast = 4,62 kN
 Antal rader med räspontluckor = 8 st

$$\frac{4,62}{8} = 0,58 \text{ kN} = \text{Karakteristisk tvärkraft per lucka av vind}$$

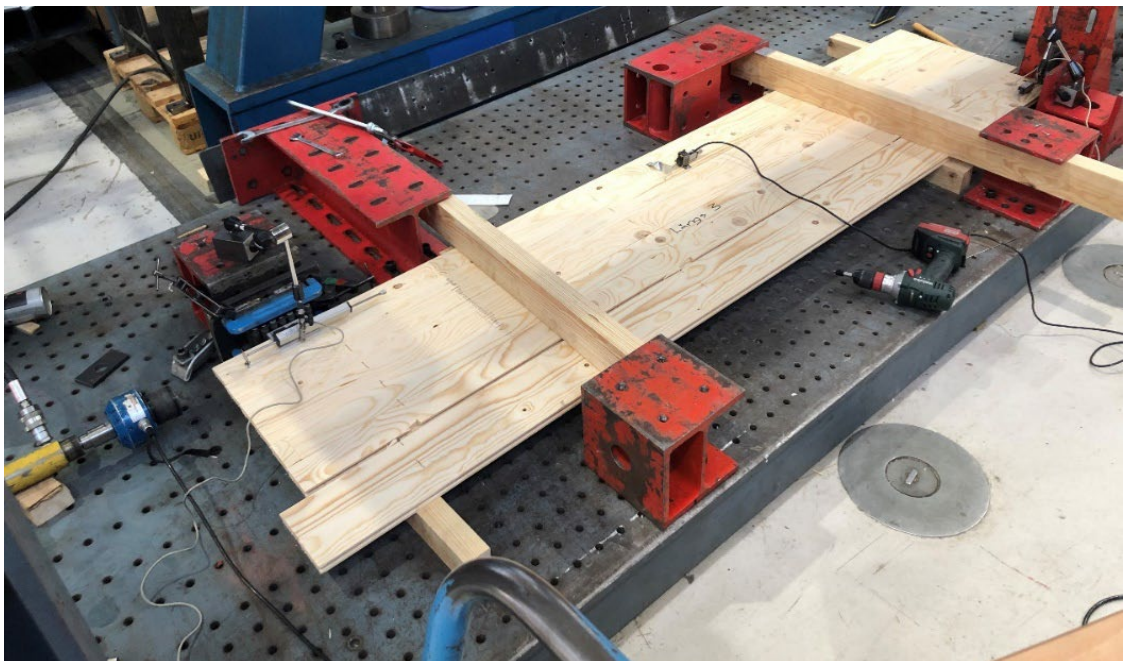
I detta exemplet förskjuts/snedställs alltså luckorna ca 3 mm i ytterfacken, och sedan mindre och mindre (dock adderas förskjutningarna) in mot mitten av taket. Observera att detta förutsätter 3 stift per brädskarv och fack, alltså 3400 mm.

Bilaga 4

Bilder från provning av hela råspontsluckor



Figur 1 Provning enligt uppställning A.



Figur 2 Provning enligt uppställning B.

Verifikat

Transaktion 09222115557469893385

Dokument

P112881 Rapport - Råspontsluckors skjvuhållfasthet
Huvuddokument
24 sidor
Startades 2022-05-23 14:12:35 CEST (+0200) av Robin Andersson (RA)
Färdigställt 2022-05-23 15:42:30 CEST (+0200)

Signerande parter

Robin Andersson (RA)
RISE Research Institutes of Sweden AB
Org. nr 556464-6874
robin.andersson@ri.se
+46105165325



Signerade 2022-05-23 14:13:33 CEST (+0200)

Börje Gustavsson (BG)
RISE Research Institutes of Sweden AB
Org. nr 556464-6874
borje.gustavsson@ri.se
+46105165170



Signerade 2022-05-23 15:42:30 CEST (+0200)

Detta verifikat är utfärdat av Scrive. Information i kursiv stil är säkert verifierad av Scrive. Se de dolda bilagorna för mer information/bevis om detta dokument. Använd en PDF-läsare som t ex Adobe Reader som kan visa dolda bilagor för att se bilagorna. Observera att om dokumentet skrivs ut kan inte integriteten i papperskopian bevisas enligt nedan och att en vanlig papperutskrift saknar innehållet i de dolda bilagorna. Den digitala signaturen (elektroniska förseglingen) säkerställer att integriteten av detta dokument, inklusive de dolda bilagorna, kan bevisas matematiskt och oberoende av Scrive. För er bekvämlighet tillhandahåller Scrive även en tjänst för att kontrollera dokumentets integritet automatiskt på: <https://scrive.com/verify>

