

Problemanalys i limlinje med Contipress

Styrbjörn Johansson

Luleå tekniska universitet
Civilingenjörsprogrammet
Träteknik
LTU Skellefteå
Avdelningen för Träteknologi

Problemanalys i limlinje med Contipress



**Styrbjörn Johansson
Civilingenjörsprogrammet
Träteknik**

Sammanfattning

Projektets mål har varit att finna orsaker till delaminering av lamellimmade komponenter vid Stora Enso komponentfabrik i Ljusne. Detta resulterade i en analys av de faktorer, både material- och tillverkningsmässiga, som kunde bidra till en försämrad limfogskvalité. Analysen baserades på standard SS-EN 13307 "Timber blanks and semi-finished profiles for non-structural uses".

En av de gällande faktorerna som analyserades var presstrycket vid limning. För att kunna bestämma presstrycket vid tillverkning av limmande komponenter så konstruerades och tillverkades en mätutrustning.

Mätningar visade att limfogstrycket under pressförloppet låg under föreskrivna gränsvärden. Medelpresstrycket från beräknades till $0,325 \text{ N/mm}^2$ och enligt standard skall presstrycket vara $0,6-0,8 \text{ N/mm}^2$.

Mätresultaten resulterade i att en tekniker från den tyska maskintillverkaren justerade pressen och bytte vissa hydraulikkomponenter. Presstrycksmätningar efter pressjusteringen visade att presstrycket ökat till $0,69 \text{ N/mm}^2$.

Kvalitets förbättringar hos limfogen kunde sedan bekräftas med hjälp av delamineringsprover tagna före och efter justering av presstrycket. Delamineringsproverna utfördes enligt EN 391.

Abstract

The goal of the project has been to find reasons for delamination in glued components produced by Stora Enso component mill in Ljusne. This resulted in an analysis of the factors, both material and manufacturing, that could lead to a lower glue line quality.

The analysis was based on standard SS-EN 13307 "Timber blanks and semi-finished profiles for non-structural uses".

One of the factors that was analysed was the glue line pressure.

An equipment was constructed and built to measure the glue line pressure during production.

The survey revealed that the glue line pressure during production was lower than prescribed.

The mean pressure was calculated to $0,325 \text{ N/mm}^2$ and according to standard the pressure shall be $0,6-0,8 \text{ N/mm}^2$.

The results eventuated in that a technician from the German manufacture adjusted the press and switched some hydraulic components. Measurements of the glue line pressure after the adjustments showed that the glue line pressure increased to $0,69 \text{ N/mm}^2$.

The increased quality of the glue line could then be affirmed with delamination samples taken before and after the pressure adjustment. The delamination tests were performed according to standard EN 391.

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	4
1 INTRODUKTION	6
1.1 BAKGRUND	6
1.2 MÅL OCH SYFTE	7
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	7
2 METOD/UTFÖRANDE	8
2.1 NULÄGESANALYS.....	8
2.1.1 Fuktkvot samt fuktkvotsgradient i råvaran	8
2.1.2 Bearbetningsnoggrannhet.....	10
2.1.3 Limmängd och limspridning	10
2.1.4 Klimat i tillverkningslokalerna.....	11
2.1.5 Delamineringsprov	11
2.1.6 Presstryck	13
2.2 MÄTUTRUSTNING FÖR PRESSTRYCK	14
2.2.1 Konstruktion	14
2.2.2 Lastceller.....	16
2.2.3 Mätssystem.....	17
3 RESULTAT	19
3.1 FUKTKVOT SAMT FUKTKVOTSGRADIENT I RÅVARAN.....	19
3.1.1 Fuktkvot.....	19
3.1.2 Fuktkvotsgradienter.....	19
3.2 BEARBETNINGSNOGGRANNHET	20
3.3 LIMMÄNGD OCH LIMSPRIDNING.....	20
3.4 KLIMAT I TILLVERKNINGSLOKALERNA.....	21
3.5 DELAMINERINGSPROVNING	22
3.6 PRESSTRYCK	23
3.7 EFTER JUSTERING AV CONTIPRES	24
3.7.1 Presstryck.....	24
3.7.2 Delamineringsprov	24
4 SLUTSATS & DISKUSSION	25
5 FORTSATT ARBETE	25
6 REFERENSER	26
6.1 LITTERATUR.....	26
6.2 INTERNET	26
6.3 MUNTliga KÄLLOR.....	26
7 BILAGOR	27
BILAGA 1. DELAMINERINGSPROV PAKET 1&2	27
BILAGA 2. DELAMINERINGSPROV PAKET 3.....	30
BILAGA 3. JUSTERADE KALIBRERINGSVÄRDEN	32
BILAGA 4. DELAMINERINGSPROV EFTER JUSTERING AV PRESSTRYCKET	33
BILAGA 6. MÄTNING AV PRESSTRYCK 100X67/46.....	35
Körning 1.....	35
Körning 2.....	36
Körning 3.....	37
Körning 4.....	38
BILAGA 7. MÄTNING AV PRESSTRYCK 70X112.....	39
Körning 1.....	39
Körning 2.....	40
BILAGA 8. MÄTNING AV PRESSTRYCK 60X110.....	41
BILAGA 9. KALIBRERINGSRESULTAT.....	43

Förord

Detta examensarbete är avslutningen på civilingenjörs utbildning med inriktning träteknik. Arbetet omfattar 20 högskolepoäng.

Jag vill här passa på att tacka alla som har varit inblandade i mitt examensarbete:

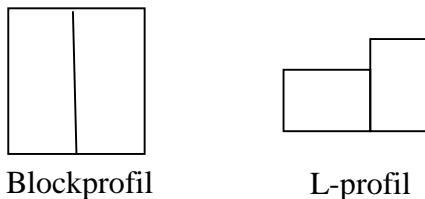
- Handledare SP Träteknik; Per-Anders Fjällström
- Handledare Ala Komponentfabrik; Jan-Inge Brelin
- Handledare LTU Skellefteå; Owe Lindgren

Samt alla hjälpsamma själar på SP Träteknik och Ala komponentfabrik som underlättat mitt arbete.

1 Introduktion

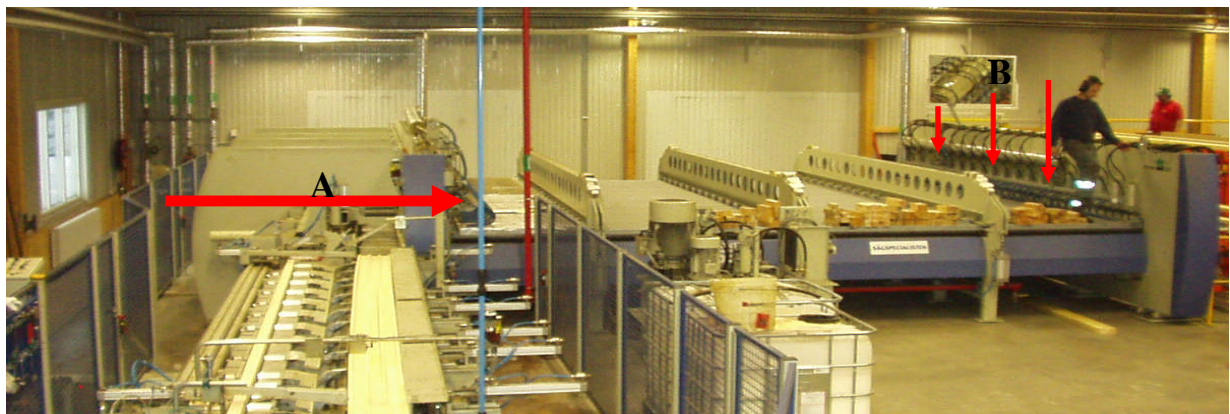
1.1 Bakgrund

Vid Ala komponentfabrik i Ljusne tillverkar man fönsterkomponenter åt fönsterindustrin. Man fingerskarvar lameller som sedan limmas till råämnen för fönsterkarm och fönsterbåge. Det är två typer av profiler som limmas, en blockprofil och en L-profil enligt figur 1. Dessa limmas och längd kapas sedan efter kundens önskemål



Figur 1: Generell skillnad mellan block- och L-profil

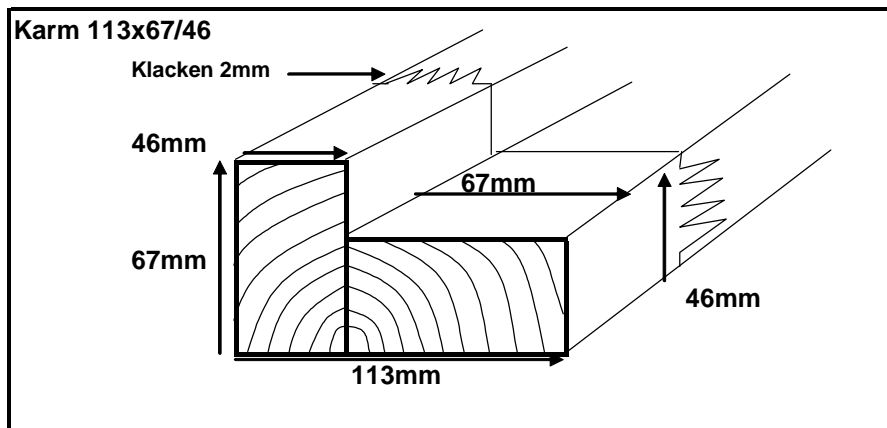
Limpressen som man använder sig av är en Cont Press 6300. Denna typ av press fungerar enligt principen ”en in - en ut”. Detta innebär att limprofilerna kontinuerligt matas igenom pressen med ett jämt flöde. Presstrycket i limfogen regleras med ett inmatningstryck och ett motverkande bromstryck. Presstiden regleras av genomloppstiden och är ca 20min.



- A. Inmatningstryck
- B. Bromstryck

Bild 1: Då man pressar in 6st nya lameller i contipressen så minskar man samtidigt på bromstrycket så att 6st färdiglimmade lamellerna kan komma ut på andra sidan. Bromstrycket regleras så att limfogstrycket bibehålls genom hela rörelsen.

Man har upptäckt kvalitetsbrister i form av delaminering hos den limmade profilen. Delaminering innebär att limfogen öppnar sig efter pressning. Det är framförallt en viss dimension hos L-profilen där delaminering är mer frekvent förekommande. Se figur nedan:



Figur 2: Dimension av karmämne 113x67/46

Delamineringen sker endast hos L-profilen även om samma kontroll av råmaterial och pressparametrar görs som vid pressning av blockprofil. Contipressen visar att rätt tryck appliceras och bibehålls under hela pressförloppet. Eftersom pressningen sker statiskt så är det svårt att mäta presstrycket under processens gång.

1.2 Mål och syfte

Som avslutning på civilingenjörs studier har en undersökning genomförts för att undersöka varför det uppstår delaminering vid limning av fönsterkarmskomponenter vid Ala komponentfabrik.

Mål och syfte har varit att kartlägga orsaker samt komma med förslag till förändringar i produktionsprocessen utifrån resultatet.

1.3 Avgränsningar

Inverkan av materialegenskaper såsom årsringar, densitet, träslag och timmerklasser kommer ej att studeras i projektet. Studien omfattar enbart komponenter limmade i Contipress.

2 Metod/Utförande

För att kunna finna de faktorer som orsakar delamineringen så måste först en studie av de rådande tillverkningsfaktorerna ske. Som grund till detta ligger SS-EN 13307-1 & 2 "Timber blanks and semi-finished profiles for non-structural uses, requirements & production control.

SS-EN 13307 beskriver de krav som ställs på produkt och produktionskontroll vid tillverkning av lamellimmade komponenter. Standarden ligger som grund för nulägesanalysen.

2.1 Nulägesanalys

2.1.1 Fuktkvot samt fuktkvotsgradient i råvaran

Det finns flera orsaker till varför det är så viktigt att råvaran till limmade ämnen håller rätt fuktkvot. De är bl.a.

1. Bestående formstabilitet
 - En felaktig fuktkvot i lamellerna medför spänningar i limfogen då materialet strävar mot jämviktsfuktkvot.
2. Härdning av lim
 - En för hög fuktkvot kan leda till långsammare härdning av limmet
 - En för låg fuktkvot kan leda till för snabb härdning av limmet med sämre limfogskvalité som följd.

Råvaran bestod vid provtillfället av Furu 50*150mm med en fuktkvot av 10-14%.



Bild 2: Bild tagen vid konditioneringen i råvaruintaget

Konditionering av råvaran sker vid normal inomhustemperatur. Tiden för detta är årstidsberoende och varierar mellan 1-8 timmar, mest för att säkerställa en virkestemperatur $>14^{\circ}\text{C}$.

Provuttag och utförande av fuktkvotskontroll utfördes enligt "Leveransk kontroll av virkestorkar" en handledning utgiven av Trätek. Denna rapport beskriver bl.a. hur man bestämmer fuktkvoten i en population. Provuttaget gjordes enligt följande:

- Provuttaget togs från 3st fullstora ströade virkespaket.
- Första strölagret lyftes av och ur andra lagret togs 10st provbitar från toppändan. Därefter togs 10 st provbitar från rotända ur lager 3.
- Totalt 59st fuktkvotsprover.

Fuktkvotsproverna vägdes i direkt anslutning till virkespaketen och torkades sedan i ett befintligt torkskåp enligt EN 13183-1 ”Moisture content of a piece of sawn timber – Part 1: Determination by oven dry method”.

Detta utfördes enligt följande:

- Provbitar tas minst 300mm från plankända
- Provbiten är minst 20mm tjock
- Provbiten vägs direkt efter provuttag och torkas därefter i ugn 103+-2⁰C
- Provet torkas tills viktförändringen under 2h ej understiger 0,1%
- Fuktkvoten beräknas som $\omega = \frac{m1 - m0}{m0} \times 100$

m1 är vikt före torkning

m0 är vikt efter torkning

ω är fuktkvot i %

Resultatet från torrviktsproverna jämfördes även med en befintlig online-fuktkvots mätare. Online-fuktkvot mätaren är kalibrerad efter de fuktkvots kontroller som sker fortlöpande vid virkesintaget och mätningar gjordes för att utvärdera både egna och on-line mätarens resultat.



Bild 3: Apex on-linefuktkvots mätare. Råmaterialet passerar mätutrustningen på en tvärtransport.

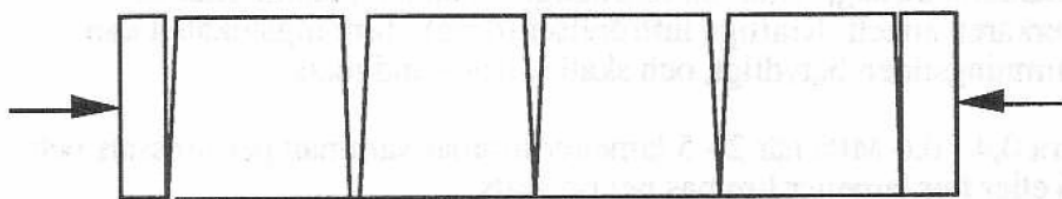
I anslutning till provuttaget uppmättes yfuktkvoten (tre mätvärde) samt centrumfuktkvoten (ett mätvärde) med en elfuktkvotsmätare för att kunna utvärdera eventuella fuktkvotsgradienter i materialet. Mätningarna utfördes Enligt EN 13183-2 ”Moisture content of a piece of sawn timber – Part 2: Estimation by electrical resistance method”.

- Mätningarna sker minst 300mm från plankända
- Elektroden placeras i fiberriktningen.
- Resultat noteras då värdet stabiliserats under 2-3 sekunder.

Pga. årsringsorienteringen i den aktuella L-profilen kan höga fuktkvotsgradienter skapa stora spänningar i materialet då det strävar mot jämviktsfuktkvot.

2.1.2 Bearbetningsnoggrannhet

Det ställs höga krav på bearbetningsnoggrannhet vid lamellimning då limfogen ska få ett tillräckligt högt och jämnt presstryck. Kraven anger att måtten vinkelrätt mot limfogen ej får avvika mer än $\pm 0,2$ mm från lamellens medeltjocklek.



Figur 3. Systematisk tjockleksskillnad.

Figur 3: Om lamellernas medeltjocklek avviker mer än 0.2 mm så är risken stor att man inte kan applicera tillräckligt högt presstryck över hela limfogsarean.

Dessa mätningar avser dimensionerna av lamellerna efter hyvling och före contipressen. 3st lameller efter varje hyvling plockades ut för mätning. Dessa mättes vid toppända, mitt och rotända. Vid varje position mättes bredd på ovan- och undersida och höjd på höger och vänster sida.

2.1.3 Limmängd och limspridning

För att få en stark och stabil limfog krävs det att man applicerar rätt limmängd samt att limmet är jämt fördelat mellan lamellerna.

Provlamellen var 1300mm och vägdes före och efter att den passerat limspridaren. Viktskillnaden noterades och limmängden kunde beräknas. Provbitarna behandlades sedan med en jod/vatten lösning för att få limsträngarna att framträda visuellt.

Limmet är Duro Lok 520, ett tvåkomponentslim från National med limhårdare Duro Lok 102. Detta är ett lim godkänt för limning av fönsterkomponenter.



Bild 4: Man kan här tydligt se hur limsträngarna framträder då man behandlar med jod/vatten lösning

2.1.4 Klimat i tillverkningslokalerna

Enligt rapport utgiven av Trätek. Limmade ämnen till fönster och ytterdörrar – ”Nordiska bestämmelser för tillverkning och kontroll” skall temperaturen i produktionslokaler där man tillverkar ämnen till fönster och dörrar ej understiga 15°C. Luftfuktigheten i produktionslokalerna skall vara sådan att fuktkvoten i trämaterialiet uppnås och bibehålls under tillverkning och lagring.

RF skall vara 55-65% och får endast under korta perioder (max 2 dygn) understiga 45%, och aldrig understiga 30%

Enligt rapport utgiven av Trätek. Limmade ämnen till fönster och ytterdörrar – Nordiska bestämmelser för tillverkning och kontroll.

Temp och fuktkvot i lokalerna loggas och justeras regelbundet och mätningarna under en produktionsvecka noterades.

2.1.5 Delamineringsprov

Delamineringsprov utförs för att kontrollera limfogens förmåga att motstå växlande fuktighet samt limmets vattenbeständighet. Provningsen sker enligt SS-EN 391 Träkonstruktioner- limträ-delamineringsprov för limfogar.

Provningsen består av 2 faser:

1. Vattenimpregnering
2. Torkning

I första fasen placeras bitarna i ett vattenfyllt tryckkärl, se bild 5. Därefter utsätts proven för en undertryckscykel och en övertryckscykel. Detta innebär att proverna är vattenmättade då fas ett är utförd.



Bild 5: Tryckkärl som används för delamineringsprov.

I andra fasen torkas provbitarna under ett kontrollerat klimat. I detta fall:

- Temperatur 25-30⁰C
- Luftfuktighet 25-35%RF
- Lufthastighet 2-3m/s
- Torktid 90h



Bild 6: Labbtork med kontrollerat klimat för delamineringsprov.

Efter dessa två faser så kontrolleras limfogen hos provämnen.

Ur varje prov tas 3st provkroppar. Öppningen i limfogen samt limfogens längd mäts med linjal både på fram- och baksida. Den totala delamineringen beräknas på limfogens totala längd. Medeldelamineringen hos dessa tre provkroppar får efter provning ej överstiga 20%.



Bild 7: Provkropp efter delamineringsprov.

Genom att ta ut provbitar vid 3 positioner av karmbalken så kunde eventuella skillnader i kvalitet beroende på placering i pressen studeras.

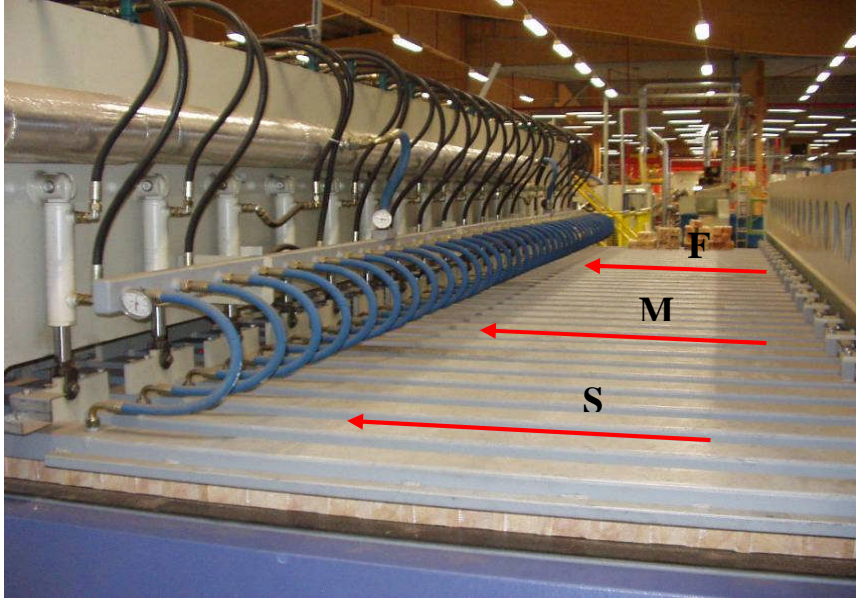


Bild 8: Vid provuttaget noterades i vilken sektion provbiten var pressad.

Provuttaget för delaminering kunde återkopplas till de uppmätta virkespaketen i råvarulagret.

- 5st 6m karmämne från virkespaket nr 3. 3st provkroppar från varje karmämne tot.15st.
- 10st 6m karmämne från virkespaket nr 1 och nr 2. 3t provkroppar från varje karmämne tot 30st.
 - Paket 1 limmades som lågbit lamell
 - Paket 2 limmades som högbit lamell
- Då de 3st provkropparna togs ur karmämnena noterades vid viken position de var pressade i Contipressen

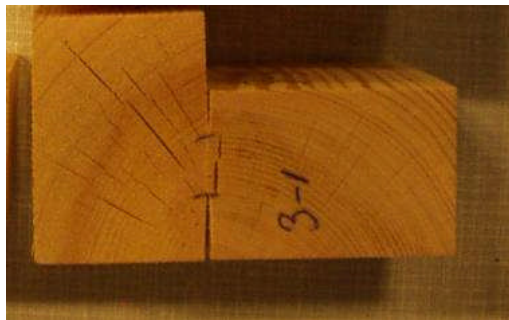


Bild 9: Den stående lamellen betecknas högbit och den liggande lamellen betecknas lågbit.

2.1.6 Presstryck

Då man limmar lameller så är det viktigt att man applicerar och bibehåller tillräckligt högt presstryck. Detta för att limmet skall härda på ett tillfredställande sätt och att minimera påverkan av bearbetnings- och materialfel. Standard EN 13307 anger att presstrycket vid lamellimning bör ligga mellan 0,6-0,8 N/mm². Denna standard tar dock inte hänsyn till varken antal lameller och lamelltjocklek. Om man studerar andra standards så bör man vid limning av tjockare lameller applicera ett presstryck närmare 1 N/mm².

Ala använder sig av en Contipress och denna fungerar enligt principen en in en ut. Detta innebär att presstrycket bibehålls av ett inmatningstryck vid inmatningen och ett bromstryck vid utmatningen. Bromstrycket fås av överliggande hydraulcylindrar som trycker pressbordet ner mot balkarna. Detta innebär att bromstrycket hela tiden måste justeras beroende på hur profilen ser ut. Blockprofiler skapar en större yta för kraften att verka på medan L-profiler har en mindre yta mot det överliggande pressbordet.

Systemet blir då känsligt om t.ex. limrester ökar bromstrycket och man måste göra justeringar utefter detta. Man kan inte heller pga. maskinens konstruktion, göra enkla beräkningar av det aktuella limfogstrycket. Endast maskintillverkarens tabeller ger en fingervisning om detta.

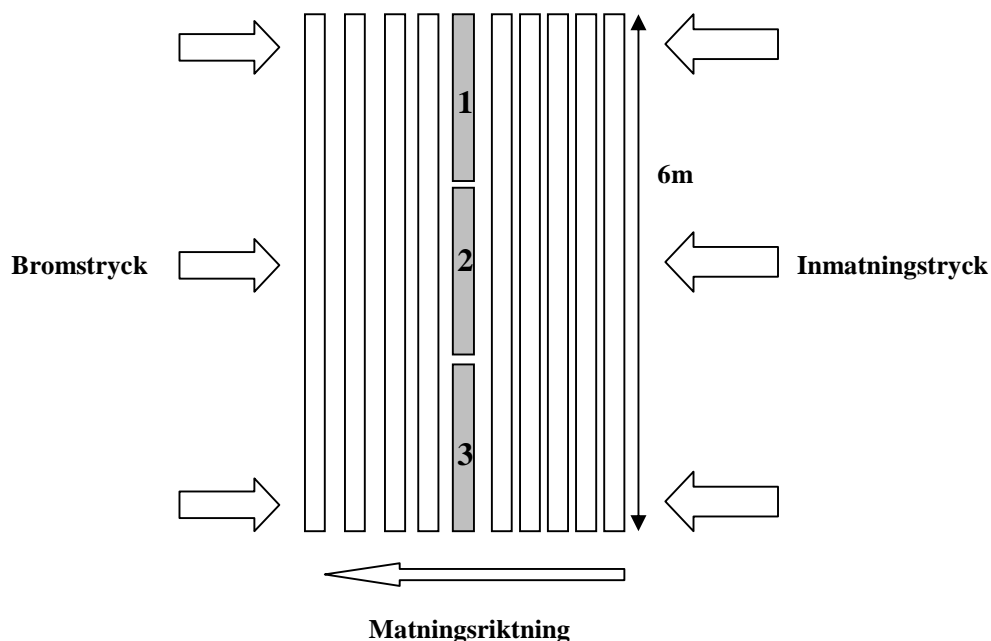
Pressens manöverpanel angav ett presstryck av $1,25\text{MPa} = 1,25\text{N/mm}^2$ då man limmade karm- och bågämnen.

2.2 Mätutrustning för presstryck

En mätutrustning konstruerades för att möjliggöra online-mätningar utan att störa det naturliga flödet genom pressen.

2.2.1 Konstruktion

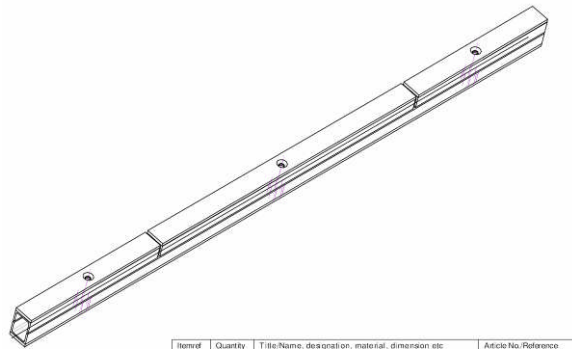
Mätutrustningen består av 3st 2meters sektioner för att möjliggöra transport och hantering. Genom att placera mätbalkarna efter varandra (Se figur 4) så kan presstrycket mätas längds Contipressens hela bredd.



Figur 4: Här visas en schematisk bild av contipressen sett uppifrån. Mätbalkarna 1,2 och 3 följer med mellan lamellerna då dessa matas genom pressen.

Mätbalkarna tillverkades av aluminiumprofiler med svetsad förstärkning. Inuti varje balk monterades 3st lastceller för mätning av kompressionskraft.

Tillgången på lastceller gjorde att en större lastcell monterades i mitten av varje balk. Detta innebar också att kraftfördelningsarean fick anpassas så de mindre lastcellerna inte skulle överbelastas.



Figur 5: Bilden visar en översiktsritning av en mätbalk. Man kan här se att den största kraftupptagande ytan finns mitt på balken.

Det angivna limfogstrycket i contipressen var 1,25 MPa och detta motsvarar 1,25N/mm². De tre mätbalkarna skulle då belastas med totalt 345kN, beräknat på den totala tvärsnittsarean hos balkarna.

Genom att beräkna kraften som verkar på varje lastcell så kunde balkarna dimensioneras så att ingen lastcell riskerade överbelastning

Lastcell	Safe overload (N)	Kraftfördelningsarea i balk (m ²)	Beräknad kraft vid 1,25MPa (N)
Liten	33363	0,03	29040
Stor	66726	0,059	56919

Tabell 1: Här visas kraftfördelningen mellan små och stora lastceller.



Bild 10: TV. Här kan man se änden av den yttre mätbalken. TH Allt kablage löper ut genom balkarna och matas successivt efter då balkarna rör sig genom pressen

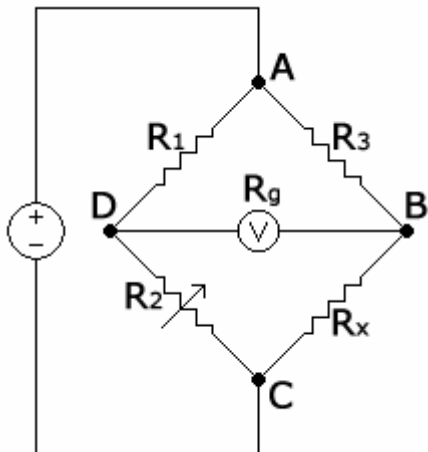
2.2.2 Lastceller

Dessa typer av lastceller användes i konstruktionen:



Bild 11: Lastceller levererade av Omega. Den aktiva delen är den gängade tappan.

Dessa lastceller består enkelt sett av en lastkänslig wheatstone brygga.



Figur 6: Genom att mäta spänningsfallet över bryggan så kan kraften beräknas

Mätssystemet matar bryggan med en exciteringsspänning, i detta fall 10v. Det lastberoende spänningsfallet över bryggan mäts i mV/V och är i storleksordningen 0-2mV/V.

Kalibreringsrapporterna för varje enskild lastcell anger $\frac{N}{\frac{mV}{V}}$ och detta används sedan för att kalibrera mjukvaran i mätssystemet, i detta fall system 5000.

2.2.3 Mätssystem

Mätssystemet som användes var system 5000 från Measurement Group.



Bild 12: Framsida System 5000



Bild 13: Baksida System 5000, Här med 4st strain kort för lastceller monterade med totalt 20 ingångar. Olika typer av givare kräver olika typer av kort.

Lastcellerna kopplades till mätssystemet och mätssystemet kopplades till en dator via ett interfacekort. Man kunde sedan med hjälp av dator mjukvara (StraiSmart) logga och hantera signalerna från lastcellerna. Varje strainkort i mätssystemet kalibrerades innan mätningarna.

Alla system innehåller felkällor och här främst var det löpmeter sladd, kopplingar och kontakter. Dessa skapar ett spänningsfall av den utgående signalen precis som lastcellen.

Genom att belasta varje enskild lastcell i mätbalkarna, med allt kablage tillkopplat, så kunde spänningsfallet uppmätas och kalibreringsvärdena justeras för att bättre motsvara verkligheten. Se bilaga 3.

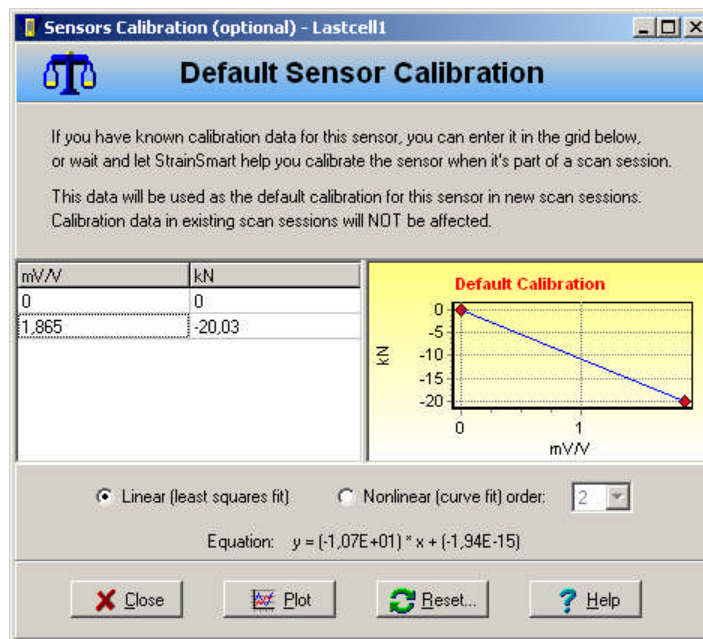


Bild 14: Genom att mäta spänningsfallet vid två olika laster så kan man plotta en kalibreringskurva i StrainSmart. Detta görs för varje lastcell / kanal

Efter kalibrering gjordes belastningsprover av mätbalkarna i Instron 5500R, en mätutrustning på SP Träteknik. Se bilaga 9.

3 Resultat

3.1 Fuktkvot samt fuktkvotsgradient i råvaran

3.1.1 Fuktkvot

Resultatet från torrviktsproverna visar att råmaterialet håller hög kvalitet gällande fuktkvot.

Paket	Antal n	Medel FK	StdAv
1	20	11,38	1,06
2	20	11,39	1,27
3	20	11,58	1,57

Tabell 2: Resultatet av fuktkvot i tre virkespaket uppmätta med torrviktsprov.

Paket	Antal	Medel FK	Stdav
1	273	11,2	1,29
2	272	11,8	0,88
3	276	11,4	1,11

Tabell 3: Resultat av fuktkvot uppmätt med on-line fuktkvotsmätare.

Resultatet från on-line fuktkvotsmätaren visar att dessa överinstämmer väl med torrviktsproverna.

Av de 20st provbitar som togs ur varje paketen togs tio stycken från plankens toppända och tio stycken från plankens rotända.

Topp	FK	Rot	FK
Medel	10,64	Medel	12,26
Stdavv	1,10	Stdavv	0,93
Antal n	30	Antal n	30

Tabell 4: Sammanställning av fuktkvoter i topp och rotända.

Resultatet visar att det inte finns någon signifikant skillnad mellan fuktkvot i topp- och rotända.

3.1.2 Fuktkvotsgradients

Den uppmätta fuktkvotsgradienten visas i tabellen nedan. Även här valde jag att presentera resultatet från värden tagna från topp- och rotända pga. dess extremfall.

	Medel	Stdav
Rot	3,1	0,9
Topp	2,2	1,4

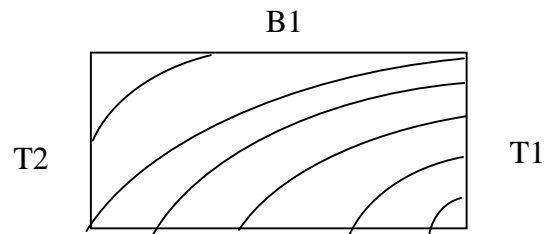
Tabell 5: Sammanställning av fuktkvotsgradients i topp- och rotända

3.2 Bearbetningsnoggrannhet

Mätningarna visade att de hyvlade lamellerna håller en hög kvalitet i form av bearbetningsnoggrannhet. Det fanns heller inte några bearbetningsskador att finna vid den okulära besiktningen.

	(mm)
Medel Bredd avv.	0,06
Stdav	0,06

	(mm)
Medel Tjocklek avv.	0,03
Stdav	0,02



Tabell 6: Sammanställda resultat från mätningar av bredd och tjockleks avvikelser B2

3.3 Limmängd och limspridning

Vid tillfället för mina mätningar av limspridning visade det sig att limmängden var något lägre än angivna 150g/m^2 , dock så anger limmets datablad att limmängden kan variera mellan $100\text{-}160\text{g/m}^2$

Medel g	0,01226
Medel g/m²	122,6

Tabell 7: Limmängden vägdes och beräknades till $122,6\text{ g/m}^2$

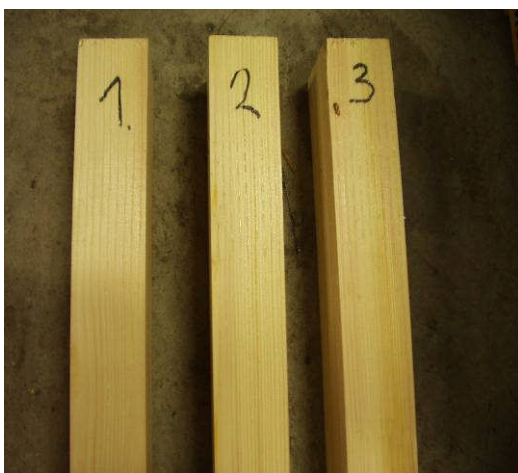


Bild 15: Limsträngar före och efter behandling av jod-/vattenlösning. Limsträngarna framträder som svarta streck på lamellerna. Det fanns vissa tendenser till ojämn limspridning med detta kunde härledas till de korta provbitarna.

3.4 Klimat i tillverkningslokalerna

Följande resultat är hämtade från komponentfabrikens egna interna mätningar och är baserade på sju dagars loggning. Mätningarna presenterades endast som medel, max och min.

Råvarumagasin

Råvaran lagras i kallförråd med reglerad luftfuktighet innan produktion.

De interna mätningarna visar att klimatet i råvarumagasinet uppfyller kraven.

	Min	Max	Medel
%RF	50,6	65,5	55,61
⁰ C	-2,9	5,0	1,16

Tabell 8: Loggade värden från givare i råvarumagasinet.

Både MR- och contipressen befinner sig i produktionslokalen. De individuella variationerna beror på huruvida portarna vid utlastningen är öppna eller stängda

MR pressen

Medel luftfuktigheten är något låg under den aktuella veckan. Detta beror på att mätningarna gjordes under vecka 3 då det är svårt att reglera luftfuktigheten i produktionslokalerna.

Eftersom ledtiden i produktionslinjen är relativt kort så bör den något låga luftfuktigheten inte kunna påverka resultatet nämnvärt. Detta gäller även mätningarna vid contipressen.

	Min	Max	Medel
%RF	29,8	55,0	42,05
⁰ C	17,4	23,4	20,57

Tabell 9: Loggade värden från givare vid MR pressen

Contipressen

	Min	Max	Medel
%RF	28,80	56,5	42,0
⁰ C	19,5	23,3	21,21

Tabell 10: Loggade värden från givare vid Contipressen.

3.5 Delamineringsprovning

Tabellen nedan visar medelvärdet av alla delamineringsprover som utfördes under första provomgången.

MedelDelam. %	22,8
Stdav	7,7

Tabell 11: Tabellen visar att limfogen öppnade sig 22,8% i medel för hela provomgången.

Vid detta tillfälle så var det 47% av provbitarna som inte uppfyllde delamineringskraven.



Bild 15: Man kan här tydligt se hur limfogen öppnat sig efter delamineringsprov.

Eftersom det fanns faktorer som pekade på att kvalitén på limfogen var beroende av placering i contipressen så gjordes en uppdelning av provuttaget.

- Limfog som pressats i mitten av pressen betecknades M.
- Limfog som pressats i vänstra sidan av pressen betecknades F
- Limfog som pressats i högra sidan av pressen betecknades S

Totalt togs 15 st provkroppar från varje placering i pressen.

Tabellen nedan visar resultatet från delamineringsprovet:

	F	M	S
MedelDelam %	27,0	15,4	25,9
Stdav	21,2	16,8	13,4
Andel OK	40%	73%	33%

Tabell 12: Mätningarna visade att medeldelamineringen var lägst för provbitar tagna ur limfog pressad i mitten av pressen.

$$m_{\text{mitt}} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \Rightarrow m_{\text{mitt}} \pm 1,96 \cdot \frac{16,8}{\sqrt{15}} \Rightarrow 15,4_{\text{mitt}} \pm 8,5$$

Beräkningar av 95% konfidensintervall visar att det finns en signifikant skillnad i kvalitet beroende på placering i pressen.

3.6 Presstryck

Vid första mättillfället limmades karmprofil 100x67/46 mm. Presstrycket var då, enligt pressens manöverpanel, 1,25N/mm².

Det utfördes fyra presstrycksmätningar då det limmades karm 100x67/46 mm. Medelpresstrycket för dessa fyra mätningar beräknades till 0,325N/mm², alltså långt under uppdraget presstryck.

Diagrammet nedan visar presscykel för mätning nr 2.

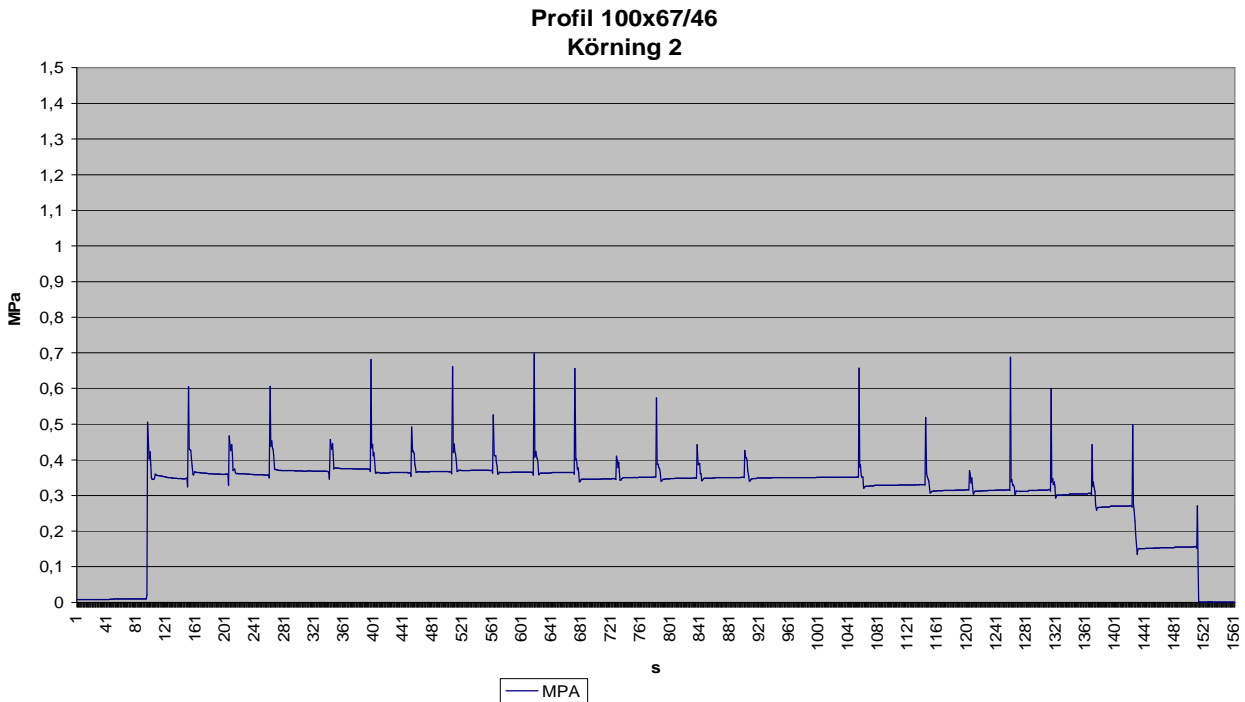


Diagram 1: Y-axeln visar presstryck i MPa och X-axeln visar presstiden. Dom tydliga topparna uppstår då nya lameller matas in i pressen.

Topparna i presstrycket uppstår då nytt material matas in i pressen. Detta eftersom den motverkande friktionskraften/bromskraften är som störst då presskraften verkar utan att materialet i pressen har börjat röra sig. Svårigheten ligger i att bevara limfogstrycket samtidigt som material skall in och ut ur pressen.

Tanken var att man skulle kunna studera presstrycket vid varje individuell lastcell baserat på dess lastfördelnings area. Det visade sig dock att de större lastcellernas längre balksektioner inte var tillräckligt styva. Detta resulterade i att de mindre lastcellerna fick ta upp en större kraft och det blev omöjligt att beräkna en korrekt kraft/area för de enskilda lastcellerna. Dock så kunde presstrycket vid varje enskild balk beräknas.

Mätbalk	1	2	3
Medel Mpa	0,318	0,346	0,312
Stdavv	0,035	0,036	0,039

Tabell 13: Medelpresstrycket var högre mitt i pressen. Tabell är en sammanställning av alla fyra körningar.

Det utfördes även mätningar då blockprofil 70x112mm limmades. Medelpresstrycket beräknades då till 0,55 N/mm².

3.7 Efter justering av Contipres

Resultatet från de första presstrycksmätningarna resulterade i att en tekniker från den tyska tillverkaren kom till Sverige för att kontrollera pressen. Han gjorde vissa justeringar av PLC-styrningen, bytte en proportionalventil för att få ett jämnare hydraultryck, samt bytte en felaktig backventil.

Efter dessa justeringar så kunde mätningarna fortsätta och de nya resultaten kunde utvärderas i samverkan med presseleverantör och tillverkare.

3.7.1 Presstryck

Mätningarna utfördes på 60x110mm blockprofil. Endast en mätning utfördes pga. risk för överbelastning samt den tigha dimensionstoleransen. Mätbalken riskerade att fastna i den zon där bromstrycket verkade.

Medelpresstrycket baseras på 10 minuters pressförlopp. Detta för att minimera felkällor då bromstrycket minskades i slutet av pressförloppet för att mätutrustningen inte skulle ta skada.

	N/mm ²
Medel	0,69
Stdavv	0,04

Tabell 14: Presstryck efter justering av pressen.

Det visade sig nu att presstrycket ökat markant.

3.7.2 Delamineringsprov

För att utvärdera resultatet av det ökade presstrycket utfördes delamineringsprov av limmade ämnen tillverkade efter justeringen. Provvuttaget togs från ändarna av de limmade balkarna.

MedelDelam %	7,4
Stdav	6,0

Tabell 15: Medeldelamineringen minskade från 22,8% till 7,4% efter justering av presstrycket.

4 Slutsats & Diskussion

Analysen av tillverkningsfaktorerna visade att det var presstrycket som till störst del bidrog till försämrad limfogskvalité. Även fast presstrycket efter justering fortfarande är något lågt så har kvalitén ökat markant hos limfogen. Detta kan i sig också innebära att en mindre försämring av t.ex. råvaran snabbare visar sig i form av minskad limfogskvalité.

Då upplösningen av presstrycksmätningarna inte blev som beräknat, pga.

mätbalkskonstruktionen, blir det svårt att utvärdera presstrycket vid olika positioner i contipressen. Man kan dock säga att mätningarna gav antydning till att högsta presstrycket finns mitt i pressen och att det är något lägre ut mot kanterna. Om mätningarna haft en bättre upplösning så skulle man kunna studera hydraulsystemet som ger bromstrycket och utifrån detta finjustera hydraulcylindrarna för att säkra ett jämt bromstryck.

Kvalité av fuktkvoten hos lamellerna är betydande i detta fall pga årsringsorienteringen hos den aktuella profilen. Det visade sig dock att råmaterialet höll en mycket hög kvalitet gällande fuktkvot.

5 Fortsatt arbete

Det har efter avslutade presstrycksmätningar upprättats ett serviceavtal mellan Ala och pressleverantör. Detta för att säkerställa pressens funktion.

Presstillverkaren har begränsade möjligheter att utföra egna presstrycksmätningar på plats. Detta skulle kunna göras med den nu befintliga utrustningen. Det krävs dock vissa modifieringar av mätsystemet för att detta skall fungera kommersiellt.

Ändringar i mätsystemet:

- Styvare material i mätbalkarna.
 - Minimera risken för att balksektionerna böjer sig vid högre laster.
- Större lastceller
 - Minimera risken för överbelastning vid högre presstryck.
- Konstruktionslösningar
 - Det finns vissa delar av mätbalkarna som kan modifieras för att underlätta hantering.
- Modernare mätsystem
 - Det finns vissa begränsningar i system 5000. Nyare mätsystem kan bl.a själv mäta spänningsfall i tex. kablage och kompensera signalen utefter detta.

6 Referenser

6.1 Litteratur

- Leveranskontroll av virkestorkar – En handledning i utförande av en leveranskontroll, Rosenkilde, 1996
- EN 13183-1 Moisture content of a piece of sawn timber – Part 1: Determination by oven dry method, 2004-08-09
- EN 13183-2 Moisture content of a piece of sawn timber – Part 2: Estimation by electrical resistance method, 2003-04-11
- SS-EN 13307 Timber blanks and semi-finished profiles for non-structural uses - Part 1: Requirements
- SS-EN 13307 Timber blanks and semi-finished profiles for non-structural uses - Part 2: Production control, 2006-12-14
- SS-EN 391 Träkonstruktioner-limträ-delamineringsprov för limfogar. 2003-01-24
- Limmade ämnen till fönster och ytterdörrar – Nordiska bestämmelser för tillverkning och kontroll, Hägglund Marklund, 1992

6.2 Internet

- Omega, www.omega.com

6.3 Muntliga källor

- Per-Anders Fjällström, SP-träteck
- Jan-Inge Brelín, Stora Enso
- Thomas Wamming, SP-träteck
- Göran Forsberg, SP-träteck

7 Bilagor

Bilaga 1. Delamineringsprov paket 1&2

- Lågbit från Provpaket 1
- Högbit från Provpaket 2

DELAMINERINGSPROVNING, EN 391:1995

Uppdragsgivare: Ala komponentfabrik

Provobjekt: Lim. Sign: SJ

Provuttag, datum: 2006

Provningsdatum: 2006-11-20

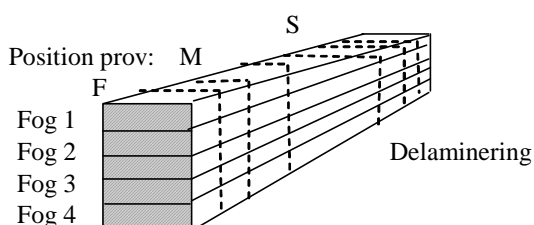
Träslag: Furu

Lim, klass: D4

Delamin.metod: C

Krav för delaminering:

Medeltal
högst 20%



Ämne: nr, märke,
profil / bredd,höjd
nr 1 - 10: 113x67/46



Ämne Nr:	Delamprov 1.1F				Delamprov 1.1M				Delamprov 1.1S				Summa dela- min. 1-3	
	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	mm	%
	mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%			
Fog 1	92	42	45,7	11,3	92	3	3,3	12,6	92	40	43,5	13	85	30,8
2														
3														
4														
Total	92	42	45,7		92	3	3,3		92	40	43,5		85	30,8

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne, Nr:	Delamprov 1.2F				Delamprov 1.2M				Delamprov 1.2S				Summa dela- min. 1-3	
	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	mm	%
	mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%			
Fog 1	92	35	38,0	10,7	92	6	6,5	11,8	92	14	15,2	13	55	19,9
2														
3														
4														
Total	92	35	38,0		92	6	6,5		92	14	15,2		55	19,9

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr:	Delamprov 1.3F				Delamprov 1.3M				Delamprov 1.3S				Summa dela- min. 1-3	
	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	Fog:	Delaminering:		FK	mm	%
	mm	mm	%		mm	mm	%		mm	m	%			
Fog 1	92	13	14,1	12,3	92	51	55,4	13,4	92	22	23,9	13	86	31,2
2														
3														
4														
Total	92	13	14,1		92	51	55,4		92	22	23,9		86	31,2

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne Nr:	Delamprov 1.4F Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.4M Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.4S Fog: Delaminering: mm mm % FK	Summa dela- min. 1-3 mm %
Fog 1	92 13 14,1 12,3	92 2 2,2 11,1	92 33 35,9 14	48 17,4
2				
3				
4				
Total	92 13 14,1	92 2 2,2	92 33 35,9	48 17,4

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne, Nr:	Delamprov 1.5F Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.5M Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.5S Fog: Delaminering: mm mm % FK	Summa dela- min. 1-3 mm %
Fog 1	92 26 28,3 12,6	92 8 8,7 11,4	92 18 19,6 12	52 18,8
2				
3				
4				
Total	92 26 28,3	92 8 8,7	92 18 19,6	52 18,8

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr:	Delamprov 1.6F Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.6M Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.6S Fog: Delaminering: mm m % FK	Summa dela- min. 1-3 mm %
Fog 1	92 79 85,9 11,7	92 3 3,3 13	92 28 30,4 13	110 39,9
2				
3				
4				
Total	92 79 85,9	92 3 3,3	92 28 30,4	110 39,9

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne Nr:	Delamprov 1.7F Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.7M Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.7S Fog: Delaminering: mm mm % FK	Summa dela- min. 1-3 mm %
Fog 1	92 28 30,4 11,8	92 22 23,9 13,5	92 2 2,2 13	52 18,8
2				
3				
4				
Total	92 28 30,4	92 22 23,9	92 2 2,2	52 18,8

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne, Nr:	Delamprov 1.8F Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.8M Fog: Delaminering: mm mm % FK	Delamprov 1.8S Fog: Delaminering: mm mm % FK	Summa dela- min. 1-3 mm %
Fog 1	92 14 15,2 13,9	92 6 6,5 13,6	92 15 16,304 13	35 12,7
2				
3				
4				
Total	92 14 15,2	92 6 6,5	92 15 16,3	35 12,7

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 9	Delamprov 1.9F				Delamprov 1.9M				Delamprov 1.9S				Summa delamin. 1-3	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	m	%	FK	mm	%
Fog 1	92	24	26,1	11,7	92	8	8,7	9,7	92	28	30,4	15	60	21,7
2														
3														
4														
Total	92	24	26,1		92	8	8,7		92	28	30,4		60	21,7

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne Nr: 10	Delamprov 1.10F				Delamprov 1.10M				Delamprov 1.10S				Summa delamin. 1-3	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	14	15,2	12,2	92	13	14,1	11,9	92	5	5,4	12	32	11,6
2														
3														
4														
Total	92	14	15,2		92	13	14,1		92	5	5,4		32	11,6

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Bilaga 2. Delamineringsprov paket 3

- Halva paketet lågbit och andra halvan högbit

DELAMINERINGSPROVNING, EN 391:1995

Uppdragsgivare: Ala komponentfabrik

Provobjekt: Lim. Sign: SJ

Provuttag, datum: 2006

Provningsdatum: 2006-11-20

Träslag: Furu

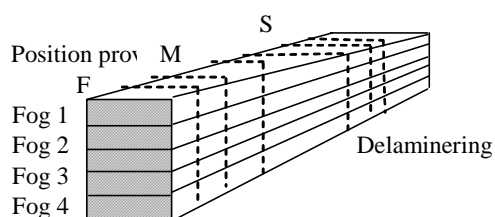
Lim, klass: D4

Delamin.metod: C

Krav för delaminering:

Medeltal

högst 20%



Ämne: nr, märke,
profil / bredd, höjd
nr 1 - 5: 113x67/46

Ämne	Delamprov 1.1F				Delamprov 1.1M				Delamprov 1.1S				Summa delamin. 1-3	
Nr:	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
1	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	40	43,5	12,8	92	20	21,7	11,5	92	21	22,8	13,3	81	29,3
2														
3														
4														
Total	92	40	43,5		92	20	21,7		92	21	22,8		81	29,3

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne	Delamprov 1.2F				Delamprov 1.2M				Delamprov 1.2S				Summa delamin. 1-3	
Nr:	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
2	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	0	0,0	12,6	92	47	51,1	11,6	92	27	29,35	11,3	74	26,8
2														
3														
4														
Total	92	0	0,0		92	47	51,1		92	27	29,3		74	26,8

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Ämne	Delamprov 1.3F				Delamprov 1.3M				Delamprov 1.3S				Summa delamin. 1-3	
Nr:	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
3	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	m	%	FK	mm	%
Fog 1	92	23	25,0	12,6	92	3	3,3	12,6	92	20	21,7	13,5	46	16,7
2														
3														
4														
Total	92	23	25,0		92	3	3,3		92	20	21,74		46	16,7

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 4	Delamprov 1.4F				Delamprov 1.4M				Delamprov 1.3S				Summa delamin. 1-3	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	0	0,0	14,3	92	14	15,2	13,9	92	41	44,6	11,7	55	19,9
2														
3														
4														
Total	92	0	0,0		92	14	15,2		92	41	44,6		55	19,9

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 5	Delamprov 1.5F				Delamprov 1.5M				Delamprov 1.3S				Summa delamin. 1-3	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	22	23,9	12,7	92	6	6,5	12,4	92	43	46,74	11	71	25,7
2														
3														
4														
Total	92	22	23,9		92	6	6,5		92	43	46,7		71	25,7

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK.**

Bilaga 3. Justerade kalibreringsvärden

	L1	47c02	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	-0,03	
	20,03	-1,895	
KalibreringsVärde	20,03	-1,865	

	L6	47c06	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	0,065	
	20,04	-1,806	
KalibreringsVärde	20,04	-1,871	

	L2	47c12	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	0,003	
	30,03	-1,3402	
KalibreringsVärde	30,03	-1,3432	

	L7	47c04	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	0,014	
	19,92	-1,8165	
KalibreringsVärde	19,92	-1,8305	

	L3	47c05	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	0,011	
	20,03	-1,809	
KalibreringsVärde	20,03	-1,8200	

	L8	47c11	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	-0,017	
	30	-1,371	
KalibreringsVärde	30	-1,354	

	L4	47c03	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	-0,01	
	20,02	-1,8762	
KalibreringsVärde	20,02	-1,8662	

	L9	47c01	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	-0,032	
	20,03	-1,8722	
KalibreringsVärde	20,03	-1,8402	

	L5	47c10	
	Instron (kN)	Sys5000 (mV/V)	
	0	-0,003	
	30,09	-1,3722	
KalibreringsVärde	30,09	-1,3692	

Bilaga 4. Delamineringsprov efter justering av presstrycket

DELAMINERINGSPROVNING, EN 391:1995

Uppdragsgivare: Ala komponentfabrik

Provobjekt: Lim. Sign: SJ

Provuttag, datum: 2007

Provningsdatum: 2007-02-05

Träslag:

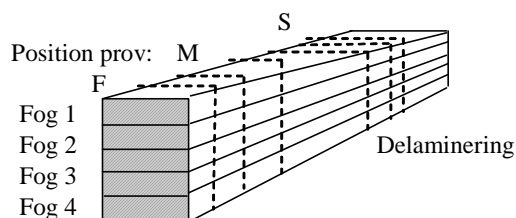
Lim, klass:

Delamin.metod:

Furu **Krav för delaminering:**

D4 Medeltal

C högst 20%



Ämne: nr, märke,
profil / bredd,höjd
nr 1 - 8: 113x67/46

Ämne Nr:	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	0	0,0	11,4	92	0	0,0	12,3	0	0,0
2										
3										
4										
Total	92	0	0,0		92	0	0,0		0	0,0

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr:	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	5	5,4	10,6	92	16	17,4	12,2	21	11,4
2										
3										
4										
Total	92	5	5,4		92	16	17,4		21	11,4

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr:	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	10	10,9	12,3	92	12	13,0	12,3	22	12,0
2										
3										
4										
Total	92	10	10,9		92	12	13,0		22	12,0

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr:	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog:	Delaminering:			Fog:	Delaminering:			mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	0	0,0	9,7	92	0	0,0	10,2	0	0,0
2										
3										
4										
Total	92	0	0,0		92	0	0,0		0	0,0

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 5	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	12	13,0	11,9	92	17	18,5	11,8	29	15,8
2										
3										
4										
Total	92	12	13,0		92	17	18,5		29	15,8

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 6	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	22	23,9	13,1	92	19	20,7	13	41	22,3
2										
3										
4										
Total	92	22	23,9		92	19	20,7		41	22,3

Provningsresultat: **Delam.prov Ej OK** **OBS. Kvist i fogen!**

Ämne Nr: 7	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	7	7,6	11	92	5	5,4	11,6	12	6,5
2										
3										
4										
Total	92	7	7,6		92	5	5,4		12	6,5

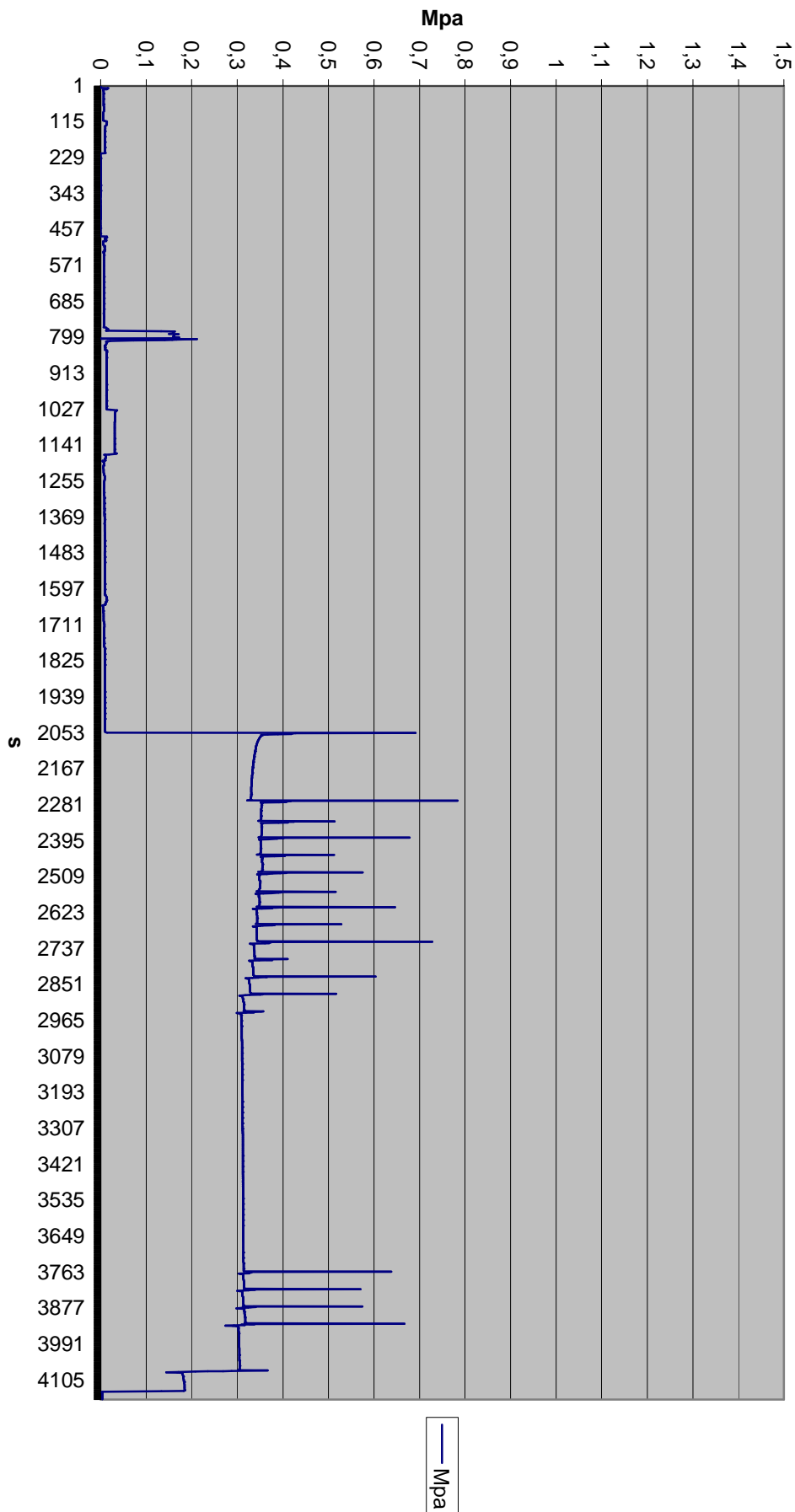
Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

Ämne Nr: 8	Delamineringsprov 1				Delamineringsprov 2				Summa delamin. 1-2	
	Fog: Delaminering:				Fog: Delaminering:				mm	%
	mm	mm	%	FK	mm	mm	%	FK	mm	%
Fog 1	92	7	7,6	12,1	92	4	4,3	12,8	11	6,0
2										
3										
4										
Total	92	7	7,6		92	4	4,3		11	6,0

Provningsresultat: **Delam.prov OK.**

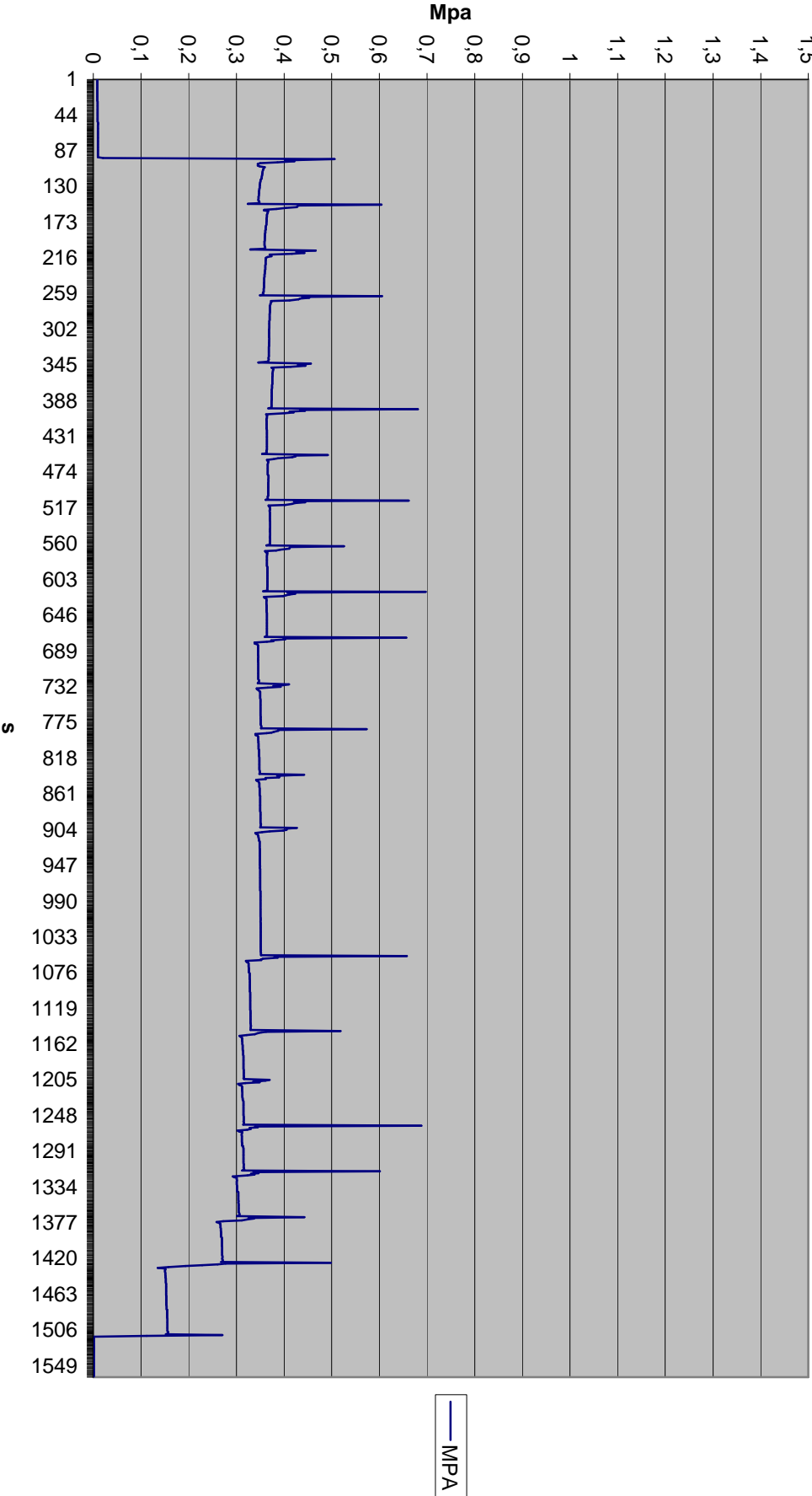
Bilaga 6. Mätning av presstryck 100x67/46

Körning 1



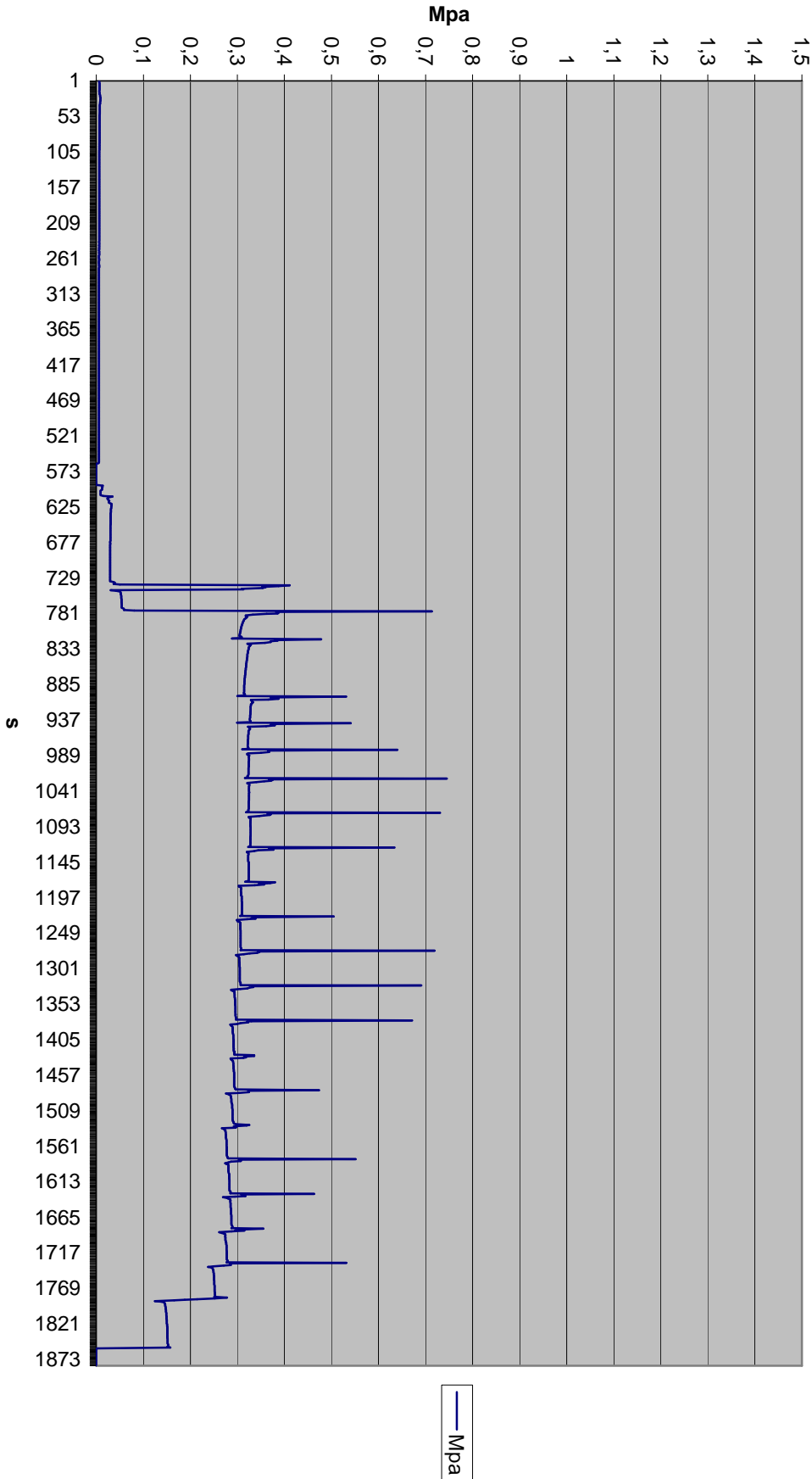
K1 100x67/46

Körning 2



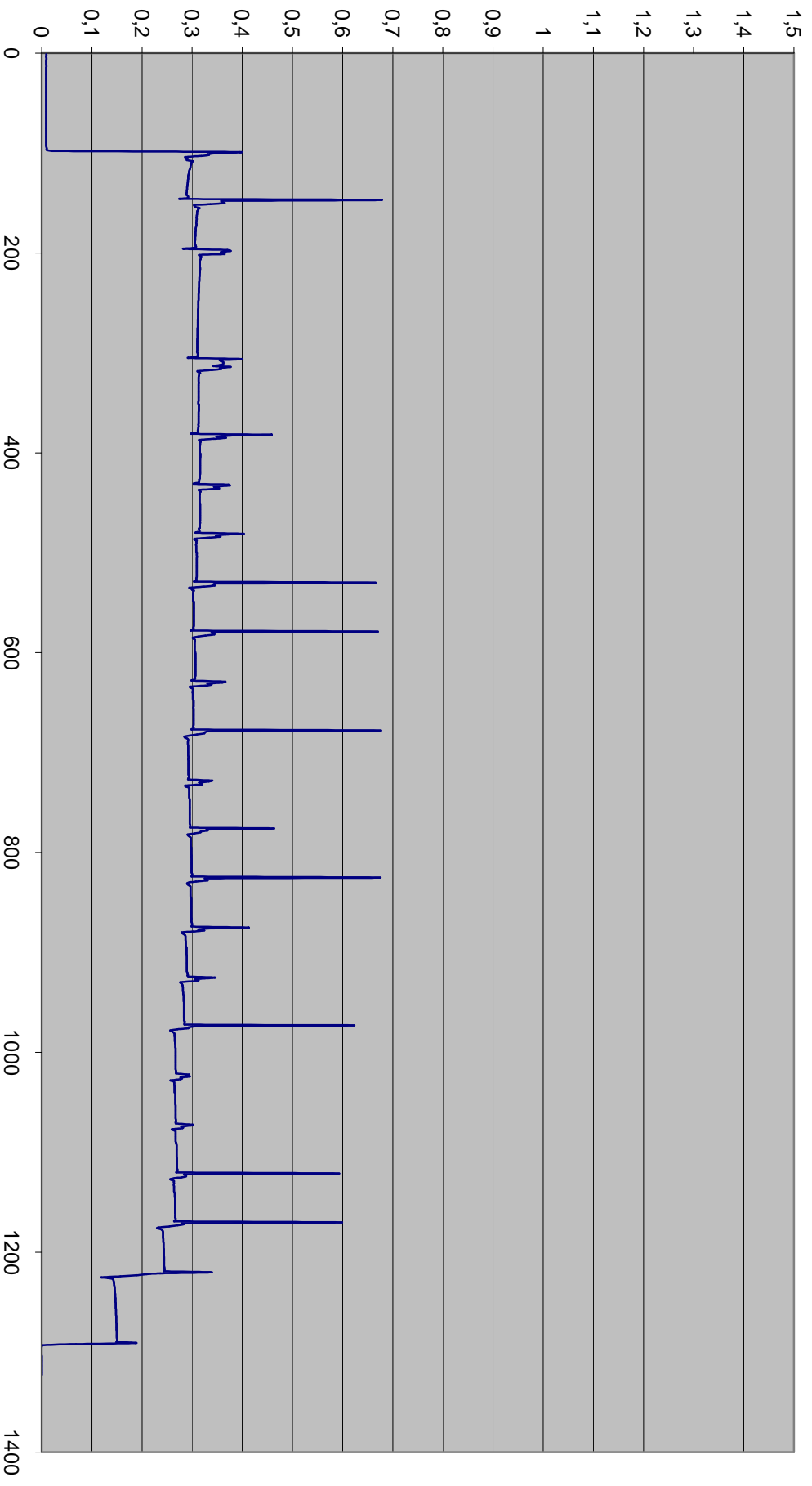
K2 100x67/46

Körning 3



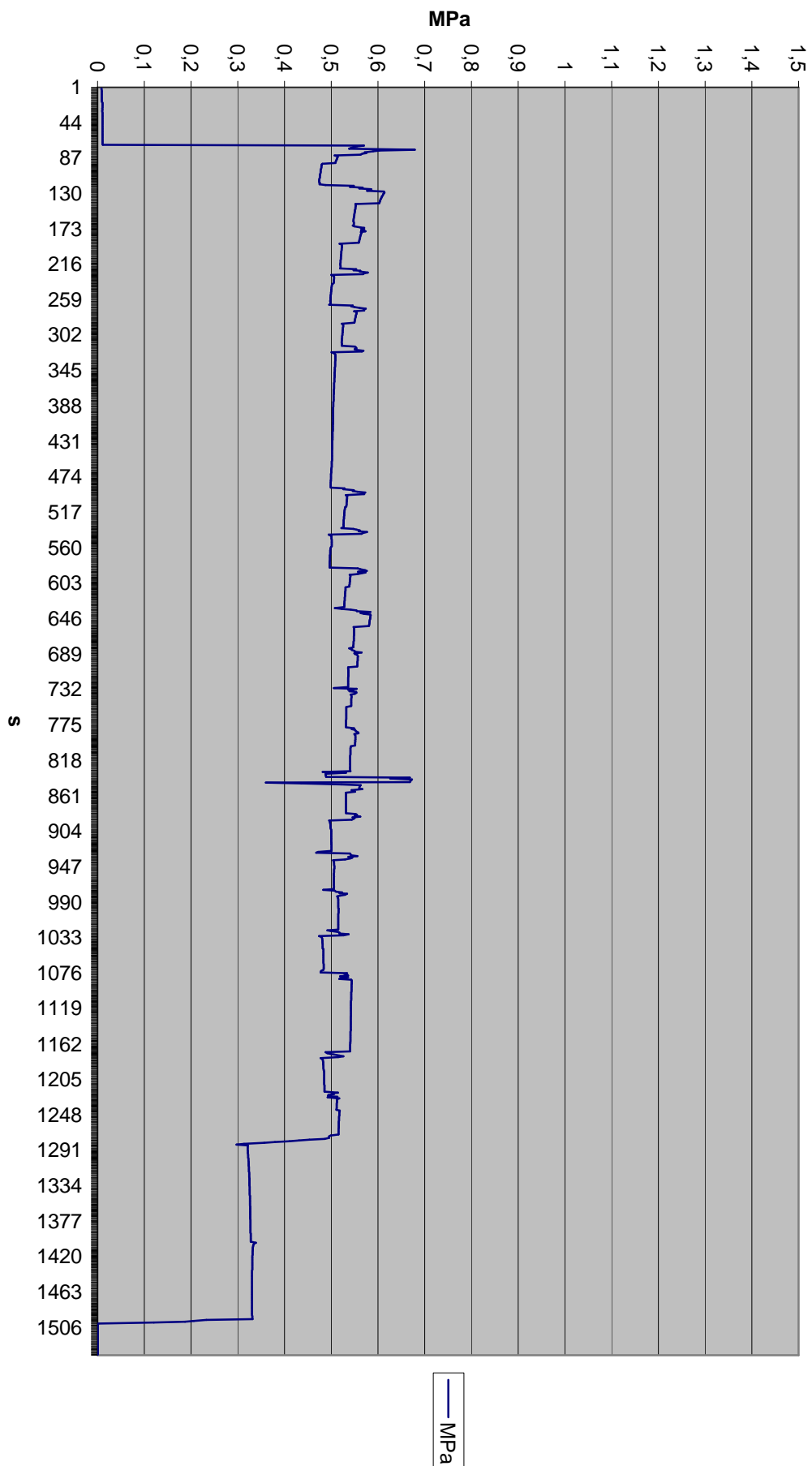
K3 100x67/46

Körning 4



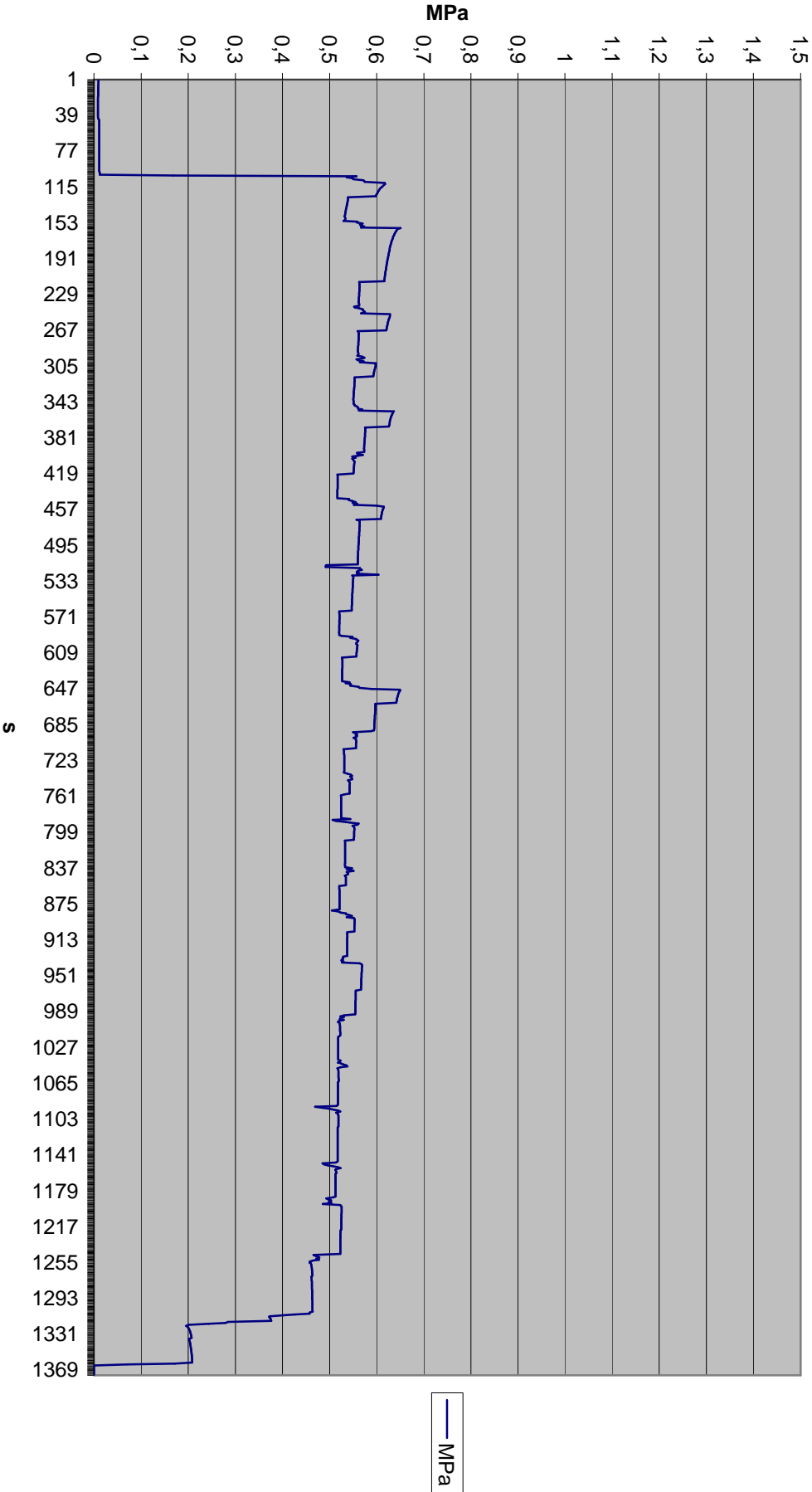
Bilaga 7. Mätning av presstryck 70x112

Körning 1



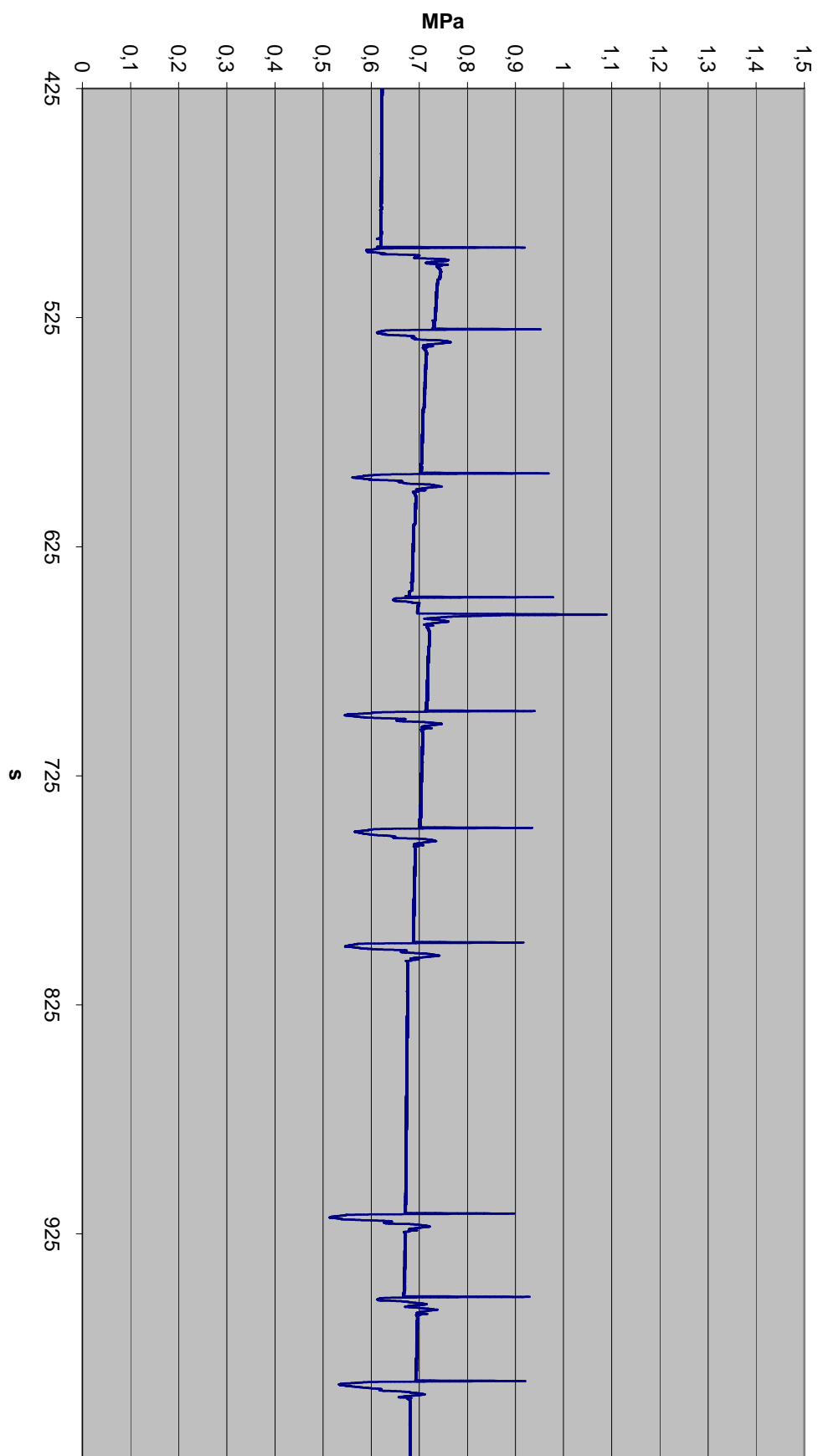
K1 70x112

Körning 2



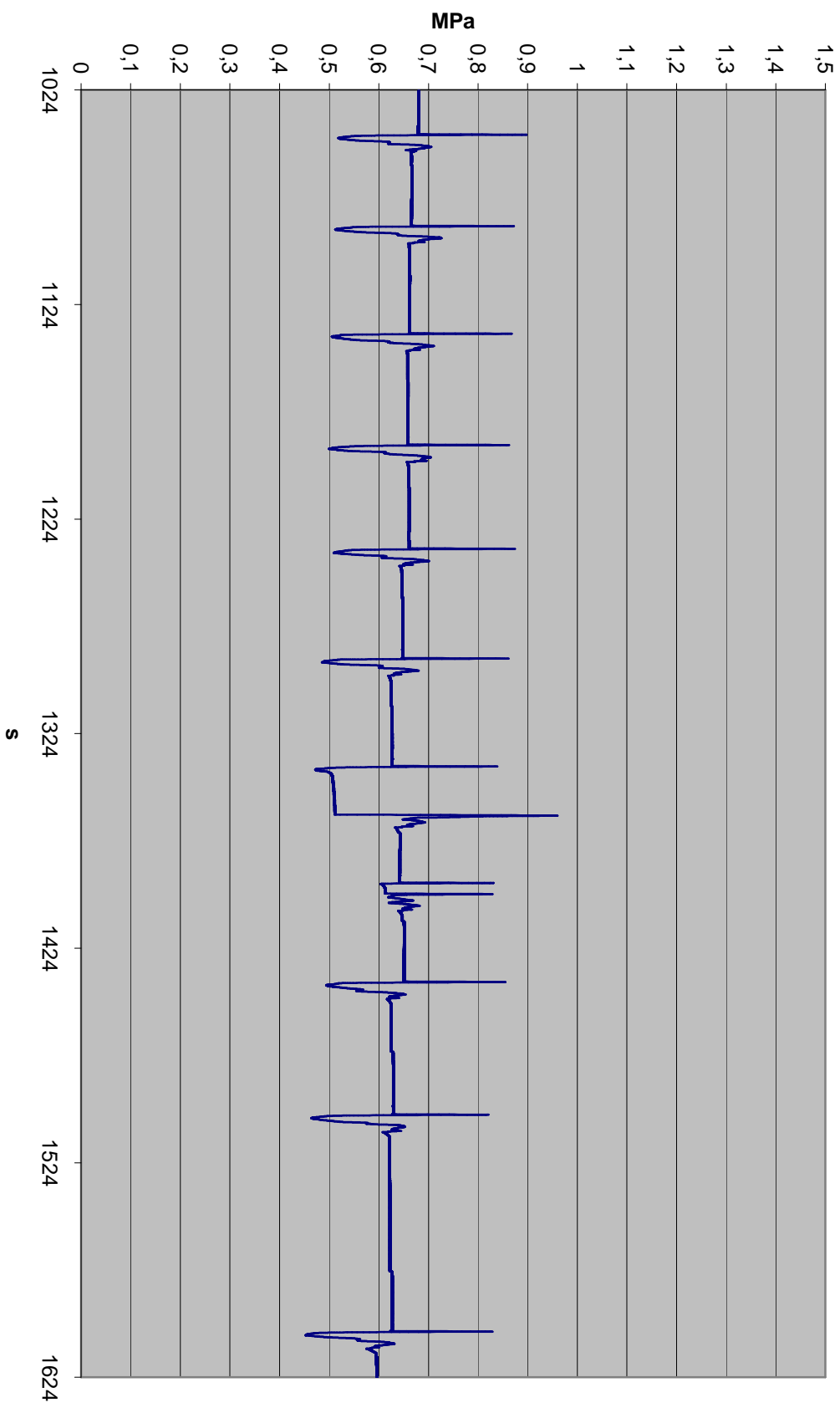
K2 70x112

Bilaga 8. Mätning av presstryck 60x110



1. 60x110

2. 60x110



Bilaga 9. Kalibreringsresultat

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,028	0,977	0,051	0,051	5,220061
1,048	0,993	0,055	0,055	5,538771
1,051	1,007	0,044	0,044	4,369414
7,955	7,972	-0,017	0,017	-0,213246
8,011	8,023	-0,012	0,012	-0,14957
8,014	8,028	-0,014	0,014	-0,17439
19,99	19,952	0,038	0,038	0,190457
20,19	20,167	0,023	0,023	0,114048
20,33	20,29	0,04	0,04	0,197141
	Maxavikelse	0,05500		
	Medel	0,02356		
	Stdavv	0,02999		

LC1 47c02

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,019	1	0,019	0,019	1,9
1,025	1	0,025	0,025	2,5
1,039	1,012	0,027	0,027	2,667984
8,01	8,021	-0,011	0,011	-0,13714
8,096	8,121	-0,025	0,025	-0,307844
8,214	8,199	0,015	0,015	0,182949
19,99	19,959	0,031	0,031	0,155318
20,02	20,01	0,01	0,01	0,049975
20,03	20,01	0,02	0,02	0,09995
	Maxavikelse	0,031		
	Medel	0,01366667		
	Stdavv	0,019576772		

LC2 47c12

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,002	0,98	0,022	0,022	2,244898
1,04	1,019	0,021	0,021	2,060844
1,06	1,038	0,022	0,022	2,119461
8,014	8,061	-0,047	0,047	-0,583054
8,023	8,064	-0,041	0,041	-0,508433
8,04	8,086	-0,046	0,046	-0,568884
19,95	20,087	-0,137	0,137	-0,682033
20,04	20,177	-0,137	0,137	-0,678991
20,16	20,291	-0,131	0,131	-0,645606
	Medel	-0,052666667		
	Stdavv	0,068145066		
	Maxavikelse	0,137		

LC3 47c05

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,012	1,042	-0,03	0,03	-2,879079
1,025	1,053	-0,028	0,028	-2,659069
1,091	1,125	-0,034	0,034	-3,022222
7,93	8,18	-0,25	0,25	-3,056235
8,07	8,318	-0,248	0,248	-2,981486
8,16	8,418	-0,258	0,258	-3,064861
19,9	20,53	-0,63	0,63	-3,06868
20,04	20,677	-0,637	0,637	-3,080718
20,12	20,74	-0,62	0,62	-2,989392
	Medel	-0,303888889		
	Stdavv	0,262045055		
	Maxavilkelse	0,637		

LC4 47c03

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,058	1,099	-0,041	0,041	-3,730664
1,059	1,121	-0,062	0,062	-5,530776
1,109	1,143	-0,034	0,034	-2,974628
8,018	7,884	0,134	0,134	1,699645
8,073	8,005	0,068	0,068	0,849469
8,094	7,955	0,139	0,139	1,747329
29,93	29,877	0,053	0,053	0,177394
30	29,937	0,063	0,063	0,210442
30,11	30,053	0,057	0,057	0,189665
	Medel	0,041888889		
	Stdavv	0,073158124		
	Maxavilkelse	0,139		

LC5 47c10

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,008	1,02	-0,012	0,012	-1,176471
1,01	1,02	-0,01	0,01	-0,980392
1,023	1,034	-0,011	0,011	-1,06383
7,943	7,972	-0,029	0,029	-0,363773
8,19	8,218	-0,028	0,028	-0,340716
8,206	8,239	-0,033	0,033	-0,400534
20,06	20,024	0,036	0,036	0,179784
20,08	20,04	0,04	0,04	0,199601
20,12	20,083	0,037	0,037	0,184235
	Medel	-0,001111111		
	Stdavv	0,030275586		
	Maxavilkelse	0,04		

LC6 47c06

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,036	1,023	0,013	0,013	1,270772
1,055	1,047	0,008	0,008	0,764088
1,063	1,026	0,037	0,037	3,606238
8,05	8,018	0,032	0,032	0,399102
8,147	8,107	0,04	0,04	0,493401
8,69	8,662	0,028	0,028	0,323251
19,98	19,991	-0,011	0,011	-0,055025
20,12	20,127	-0,007	0,007	-0,034779
20,35	20,355	-0,005	0,005	-0,024564
	Medel	0,015		
	Stdavv	0,019937402		
	Maxavilkelse	0,04		

LC7 47c04

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,025	0,997	0,028	0,028	2,808425
1,113	1,13	-0,017	0,017	-1,504425
1,117	1,141	-0,024	0,024	-2,103418
7,905	8,004	-0,099	0,099	-1,236882
8,091	8,176	-0,085	0,085	-1,039628
8,192	8,325	-0,133	0,133	-1,597598
29,96	30,15	-0,19	0,19	-0,630182
30,4	30,576	-0,176	0,176	-0,575615
30,55	30,753	-0,203	0,203	-0,660098
	Medel	-0,099888889		
	Stdavv	0,082801637		
	Maxavilkelse	0,203		

LC8 47c11

Instron (kN)	Sys 5000 (kN)	Avvikelse (I-S)(kN)	Abs	Fel%
1,043	1,001	0,042	0,042	4,195804
1,066	1,029	0,037	0,037	3,595724
1,137	1,102	0,035	0,035	3,176044
7,915	7,853	0,062	0,062	0,789507
7,962	7,883	0,079	0,079	1,002157
8,19	8,128	0,062	0,062	0,762795
19,93	19,881	0,049	0,049	0,246466
20	19,952	0,048	0,048	0,240577
20,34	20,311	0,029	0,029	0,14278
	Medel	0,049222222		
	Stdavv	0,015919939		
	Maxavilkelse	0,079		

LC9 47c01