

Långtidseffekter i träbaserade skivmaterial

Jan Nordh

Thomas Nordh

Rapport TVBK-5063
ISSN 0349-4969
ISRN: LUTVDG/TVBK--5063--SE

Långtidseffekter i träbaserade skivmaterial

Jan Nordh
Thomas Nordh

EXAMENSARBETE TVBK-5063

Handledare: Sven Thelandersson

LUND Juni 1993

ABSTRACT

Board, made of wood based raw material, is used for structural purposes with increasing frequency in light construction techniques. Therefore, it is of great importance that both producers and users understand how the material behaves under longterm loading and climatic exposure.

A comparative study is made of longterm load induced deflections of various board materials, such as fibre board, particle board, plywood and oriented strandboard, when exposed to outdoor climate under shelter.

Keywords: Board materials
 Light construction techniques
 Long term effect
 Flexural stiffness
 Codes


FÖRORD

Vi vill framföra ett varmt tack till de som hjälpt oss under arbetets gång. Ett särskilt tack till vår handledare, professor Sven Thelandersson, för hans värdefulla råd och synpunkter på försöken och rapporten och civilingenjör Åke Thorn, Rottneros Board AB, Rundvik, som initierade försöken och har följt arbetet med stort intresse samt laboratorieingenjör Per-Olof Rosenkvist som ställde upp och hjälpte till med provningarna.

Vidare vill vi tacka alla de företagsrepresentanter, institutioner och Statens Provningsanstalt i Borås, som vi har varit i kontakt med och som har bidragit med information och material.

Lund i juni 1993.


Jan Nordh


Thomas Nordh

SAMMANFATTNING

Bakgrund och syfte

Ett område där skillnaderna kan vara stora är olika resultat från provningen av långtidseffekter i träbaserade trämaterial. Provning av långtidseffekter sker oftast i klimatrums med konstant temperatur och relativ fuktighet. Därför kan det vara av intresse av att prova t ex olika träbaserade skivmaterial i varierade klimat och direkt kunna jämföra de olika materialen. Provningen bör då ske i utrymme som stämmer överens med verkliga förhållanden. I denna undersökning valdes att prova material utomhus med skyddat läge för regn vilket ungefär motsvarar klimatklass 2 enligt NR.

Omfattning

Långtidsförsöken kommer att fortgå under två år. En slutlig rapport kommer att sammanställas efter försöksperioden utgång. Denna rapport behandlar de första nio veckorna och omfattar:

- referat från tidigare undersökningar.
- förberedande brottprovning för att ta fram rätt provningsmodell för långtidsförsöken och nivån för påförd last för balkarna.
- långtidsprovning i nio veckor av trä och skivmaterial för att ge tendensen av långtidseffekter.
- jämförelse av uppmätt och beräknad nedböjning efter nio veckor.
- jämförelse mellan omräkningsfaktorerna γ_s i NR och k_{def} i Eurocode 5 där krypningen i trämaterial beaktas.

Materialval

Trä K30 har valts som referensmaterial för att det rent traditionellt används mycket i Norden och är konkurrentmaterial till de olika skivmaterialen. Ingående skivmaterial i denna undersökning är board K40 och plywood P30 pga dess stora användning som konstruktionsmaterial, spånskivmaterialen V313 och V20 pga dess stora användning i Norden dock ej som konstruktionsmaterial samt MDF¹⁾ och OSB²⁾ pga dess stora användning utanför Norden.

1) MDF= Medium Density Fiberboard

2) OSB= Oriented Strand Board

Förberedande provning steg 1

Tre olika balktyper med olika tvärsnitt har provats för att bestämma vilken som är mest lämplig för långtidsprovningen med avseende på lastupptagande förmåga. De tvärsnitt som provas är:

- 34x45 K24, homogen träbalk.
- 34x45 K40, lådprofil av board.
- 34x45 K40, parallellprofil av board.

Resultat:

Homogen träbalk och parallell av board lämpar sig bäst för långtidsprovning.

Förberedande provning steg 2

Provningens syfte är att kontrollera att nedböjningen följs åt hos bägge balkliven med så liten spridning som möjligt hos resultaten. Mätning av nedböjningen sker för de båda balkliven oberoende av varandra. Balkarna belastas till brott.

Resultat:

Provningen gav att den föreslagna balktypen lämpar sig väl för vidare brottprovning.

Brottprovning

Brottprovning utfördes för att bestämma påförd lasteffekt för långtidsprovningen.

Långtidsprovning

Långtidsprovningen för de ingående materialen placerades i en ventilerad container för att likna de klimatbetingelser som råder i klimatklass 2.

Balkarna var fritt upplagda på två stöd, fixlager respektive rullager. Belastningen på balkarna är två konstanta laster placerade i 1/3-punkterna.

För att mäta deformationen av balkarna används en transportabel mätklocka. Mätklockan flyttas från balk till balk och avlästes med 100-dels millimeters noggrannhet. Mätningar sker mot en limmad plexiglasskiva, för att erhålla så bra underlag för mätklockan som möjligt. Temperatur och relativ fuktighet mäts kontinuerligt med en termohygrograf.

För att kontrollera mätklockan avlästes ett referensvärde mot en referensbalk i aluminium. Avlästningen sker före och efter varje mätningsscykel mot balkarna.

På grund av den höga utomhustemperaturen, 25-30°C under mätperioden, gav detta vissa problem med mätresultaten från mätklockan. Dessa avlästa värden korrigerades mot värden från referensbalken.

Några långgående slutsatser kan man ej dra på grund av den korta mätperioden, nio veckor, samt att klimatet var varmt under hela provningen. Ändå kan man konstatera att:

- Verklig deformation inte är så stor jämförd med beräknad. Detta kan bero på det torra klimatet samt att krypningen ej är fullt utvecklad.
- Spånskiva V20 och MDF bör ej användas i klimatklass 2.
- Plywood P30 lämpar sig väl för användande i klimatklass 2.
- Att spridningen hos materialen board K40, MDF och spånskiva V20 är stor mellan de olika balkarna med avseende på deformationen, medan samstämmigheten är god hos plywood P30 och OSB.
- Efter en stor initiell deformation efter påförd last planar deformationskurvorna ut och krypningen är ringa.
- Samstämmigheten mellan k_s i NR och k_{def} i Eurocode 5 är ganska bra. Eurocode 5 övervärderar trä och spånskiva jämfört med NR. Fullständig jämförelse kan ej göras på grund av att alla material ej tas upp i normen NR.
- Man måste iaktaga en viss försiktighet då man använder koefficienten k_s i klimatklass 2 ty materialet har ej hunnit ställa in sig till det antagna klimatförhållandet.

SUMMARY

Background and aim

The results obtained in investigating longitudinal effects occurring in wood-based materials can vary greatly from one material or set of conditions to another. Since studies of such effects are often carried out in climate chambers in which temperature and relative humidity are held constant, it can be of interest to instead compare different materials under variable climatic conditions, employing conditions that correspond with those occurring naturally. In the present investigation we have chosen to study various wood-based materials under outdoor conditions of roughly serviceclass 2 according to the Swedish Building code NR, with protection against rain being provided.

Scope

The longitudinal study presently underway is to be continued for a period of 2 years. When the study has been completed, a final report will be prepared. The present report, which concerns the first nine weeks of the period, deals with the following:

- an overview of earlier studies.
- results of a preliminary investigation of short term strength of the different materials, aimed at selection both of the testing model to be used and of the load levels to be applied on the boards.
- results for the first nine-week period for wood and wood based panels, with the aim of exploring certain longterm tendencies.
- a comparison of the calculated and measured degree of bending obtained after nine weeks.
- a comparison of the conversion factors k_s of NR and k_{def} of Eurocode 5, with creep of the wood material being taken into account.

Selection of material and beam cross section

Defect free wood slips were as a reference for comparison purposes. The board materials employed in the investigation are fibre board K40 and plywood P30, due to their widespread use generally as construction materials, particle board V313 and V20, due to their widespread use in the Scandinavian countries, although not for construction purposes, and both MDF¹⁾ and OSB²⁾, due their broad use outside the Scandinavian countries.

¹⁾ MDF= Medium Density Fiberboard

²⁾ OSB= Oriented Strand Boards

After a few tests was the parallel-profile section found to be the most satisfactory for longterm study.

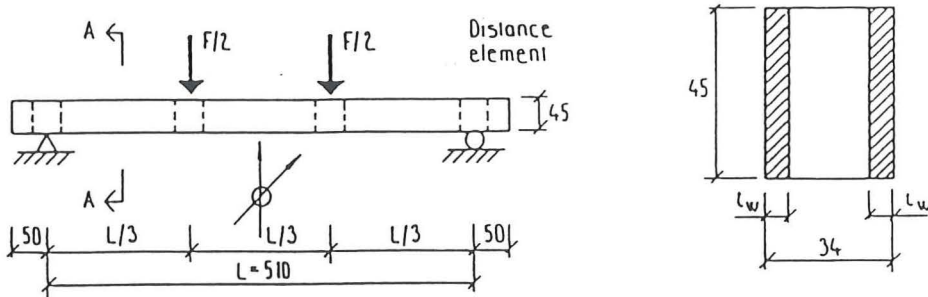


Fig. 1. Test arrangement and beam cross section.

Preliminary tests were performed to insure that bending occurred in both boards in the section and that it displayed as little variation as possible. Measurements of bending were carried out for the two boards in question independently. Both boards were loaded to failure.

Measurement of bending strength

Measurements of bending strength for the various panels were carried out so as to determine what load to apply in the long term investigation.

The longterm test

In the longterm test the test samples are placed in a ventilated container providing climatic condition corresponding to climate class 2. Each beam rests on two supports, one of them fixed and the other provided with a caster. Pressure of constant magnitude is applied to the beam by two weights, placed at the third points of the beam's length.

A dial gange is used to measure deformation of the beams. The measuring instrument is moved from beam to beam during use and is read off with 1/100 millimeter precision. It is placed on a plexiglass sheet designed to provide it as satisfactory support as possible. The temperature and relative humidity are measure continuously by a thermohydrograph.

To compensate for temperature variations, a control measurement to a reference point on an aluminum beam is made before and after each set of test measurements.

The high outdoor temperatures, 25-30 °C, resulted in certain problems concerning the values obtained with the measuring instrument. These values were corrected on the basis of the control measurements.

No far-reaching conclusions can be drawn, due to the nine-week period of measurement being short and that high temperatures that prevailed throughout the period. The following, however, can be said:

- The deformation which occurred was fairly small compared with the calculated values. This may be due to the climate having been rather dry and to creep not yet having been completed.
- Particle board V20 and MDF appear inadvisable to use under climate class 2.
- Plywood P30 performs well in use under climate class 2.
- The variations in deformation found for fibre board K40 and MDF and for particle board V20 are considerable, whereas those for plywood P30 and for OSB are only slight.
- After large initial deformation in response to the load applied, the deformation curve flattens out, the additional deformation during the observation period being small.
- Agreement between k_s of NR and k_{def} of Eurocode 5 is quite close. Eurocode 5 overestimates wood and particle board as compared with NR. A complete comparisons can not be made since not all the material that was employed is included in the NR codes.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SID

ABSTRACT

FÖRORD

SAMMANFATTNING

SUMMARY

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och omfattning	3
1.3	Beteckningar	3
1.4	Symboler	4
1.5	Material	4
2	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	5
2.1	Studier av krypning av trä	5
2.2	Krypning hos lättbalkar av trä	6
3	PROVNING AV BALKAR	7
3.1	Omfattning	7
3.2	Förberedande provning steg 1	7
3.2.1	Syfte	7
3.2.2	Balktyper	8
3.2.3	Provningsuppställning	9
3.2.4	Provningsresultat	9
3.2.5	Beräkningar	10
3.2.6	Sammanställning	10
3.2.7	Slutsats	10
3.3	Förberedande provning steg 2	11
3.3.1	Syfte	11
3.3.2	Provning	11
3.3.3	Provningsuppställning	12
3.3.4	Provningsresultat	12
3.3.5	Slutsats	12

		SID
3.4	Brottprovning	13
3.4.1	Syfte och omfattning	13
3.4.2	Balktyper	13
3.4.3	Bestämning av fuktkvot	14
3.4.4	Provningsuppställning	14
3.4.5	Provningsresultat	15
3.4.6	Beräknad elasticitetsmodul och jämförelse med normvärde	16
3.4.7	Slutsats	16
3.5	Långtidsprovning	17
3.5.1	Syfte	17
3.5.2	Provningsutrustning	17
3.5.3	Provningsuppställning	19
3.5.4	Provningsmetodik och genomförande	20
3.5.5	Tidsschema för provningen	23
3.5.6	Balkutförande	24
3.5.7	Sammanfattning	24
4	UPPMÄTT OCH BERÄKNAD NEDBÖJNING	25
4.1.1	Resultat från balkförsöken	25
4.1.2	Slutsats	29
4.2	Krypningens tidsberoende hos trä och board	30
4.3.1	Beräknad nedböjning och jämförelse med uppmätta värden	31
4.3.2	Slutsats	33
5	NORMER	34
5.1	Nybyggnadsregler	34
5.2	Eurocode 5	37
5.3	Jämförelse mellan NR och Eurocode 5	40
5.4	Slutsats	40
6	SLUTSATSER	41
7	REFERENSER OCH LITTERATURLISTA	42
	BILAGOR (1-8)	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

EGs målsättning är att skapa en inre marknad som möjliggör fri rörlighet för varor, tjänster, kapital och arbetskraft. Detta innebär bland annat att tekniska och ekonomiska handelshinder i form av olika föreskrifter, standarder och regler i de olika länderna skall eliminera.

Uppgiften att utarbeta erforderliga Europastandarder har EG delegerat till den västeuropeiska standardiseringsorganisationen CEN (Comité Européen de Normalisation). Inom CEN är samtliga EG- och EFTA-länder fullvärdiga medlemmar.

De nationella standardiseringsorganen är skyldiga att införa fastställd Europastandard som nationell standard. Detta gäller ej om den fastställda Europastandarden strider mot nationell lagstiftning eller nationella myndighetsregler.

Styrandet för utvecklingen inom byggområdet är det sk Byggdirektivet, som utarbetas inom EG-kommissionen. I Byggdirektivet, har riktlinjerna dragits upp för det framtida regelsystemet för byggområdet inom EG. Det regelsystem som nu är under utarbetande, baserat på Byggdirektivet, kan beskrivas enligt följande:

- De väsentliga kraven som är verbalt beskrivna i Direktivet. Dessa skall transformeras till operativa storheter (Interpretative documents).
- Eurocodes, som är beräkningsregler för bärande konstruktioner, är åtta till antalet:
 - Betongkonstruktioner
 - Stålkonstruktioner
 - Kompositkonstruktioner
 - Stål/Betong
 - Träkonstruktioner
 - Murverkskonstruktioner
 - Geoteknik och grundläggning
 - Påverkan av seismiska krafter
 - Laster
- Europastandard (EN) som utarbetas av CENs tekniska kommittéer. De standarder som uppfyller grundläggande säkerhetskrav förses med sk CE-märke.
- Godkännanderegler för byggprodukter som beskriver de möjligheter producenter har för att få sina produkter försedda med ett CE-märke.

Mot bakgrund av detta är det synnerligen viktigt för en tillverkare av en speciell produkt att normer och standarder ger rättvisande utslag gentemot konkurrerande produkter.

Trä och träbaserade produkter är material där stora skillnader mellan normer kan föreligga beroende på olika provningsförfarande och användandegraden beroende på:

- traditioner
- kultur
- användande av ett fåtal material

Ett område där skillnaderna kan vara stora är resultaten från provningen av långtidseffekter i träbaserade trämaterial. Provning av långtidseffekter sker oftast i klimatrum med konstant temperatur och relativ fuktighet. Därför kan det vara av intresse av att prova t ex olika träbaserade skivmaterial i varierande klimat och direkt kunna jämföra de olika materialen. Provningen bör då ske i utrymme som stämmer överens med verkliga förhållanden. I denna undersökning har valts att prova material utomhus med skyddat för regn vilket ungefär motsvarar klimatklass 2 enligt NR, se kap 5.1.

Valet av material är viktigt. Trä K30 har valts som referensmaterial pga att det rent traditionellt används mycket i Norden och är konkurrentmaterial till de olika skivmaterialen. Ingående skivmaterial i denna undersökning är board K40 och plywood P30 pga dess stora användning som konstruktionsmaterial, spånskivmaterialen V313 och V20 pga dess stora användning i Norden dock ej som konstruktionsmaterial samt MDF¹⁾ och OSB²⁾ för dess stora användning utanför Norden.

1) MDF= Medium Density Fiberboard

2) OSB= Oriented Strand Boards

1.2 Syfte och omfattning

Denna rapport omfattar:


- referat från tidigare undersökningar gjorda av Mohager [17] och Statens Provningsanstalt [1]. Där behandlas träs krypning och återhämtning efter avlastning, vid konstant och cyliskt varierande fukt respektive studera krypning på lättbalkar under konstant last.
- förberedande brottprovning för att ta fram rätt provningsmodell för långtidsförsöken och nivån på påförd last för balkarna.
- långtidsprovning i nio veckor av trä och skivmaterial för att ge tendensen av långtids-effekter.
- jämförelse av uppmätt och beräknad nedböjning efter nio veckor.
- jämförelse mellan omräkningsfaktorerna k_s i NR och k_{def} i Eurocode 5 där krypningen i trämaterial beaktas.

Långtidsförsöken kommer att fortgå under 2 år. Resultaten kommer att sammanställas i en slutlig rapport efter försöksperiodens utgång.

1.3 Beteckningar

A	= area [m ²]
b	= bredd [mm]
E	= elasticitetsmodul [MPa]
h	= höjd [mm]
I_x	= tröghetsmoment kring x-axeln [mm ⁴]
k_{def}	= faktor som beaktar långtidsdeformationen [-]
L	= längd [mm, m]
m_1	= vikt fuktigt material [kg]
m_2	= vikt torrt material [kg]
P, F	= punktlast [kN]
P_k	= punktlast, karakteristiskt värde [kN]
s	= standardavvikelse [-]
t _j	= tjocklek [mm]
u	= fuktkvot [%]
W_x	= böjmotstånd kring x-axeln [m ³]
y	= mittnedböjning [mm]
y_0	= momentan mittnedböjning [mm]
y_1	= aktuell mittnedböjning [mm]
α	= längdutvidgningskoefficient [-]
k_r	= faktor som beaktar korttidsdeformation enligt NR [-]
k_s	= faktor som beaktar långtidsdeformation enligt NR [-]

1.4 Symboler

 = instrument för att mäta deformation [mm]

1.5 Material

Material som ingår i undersökningen är uttagna under februari -92. Innan någon form av provning på materialen ägt rum har dessa stabiliserats i normal rumstemperatur (+20°C).

Följande material ingår i provningen:

Material	Kvalitet	Tjocklek (mm)	Tillverkare/ Importör
Trä	K30	12	-
Board	K40	6.4, 7.5	Rottneros Board, Rundvik
Spånskiva	V313	10	Byggelit, Storuman
Spånskiva	V20	10	Byggelit, Storuman
MDF	-	8	Karlstadsplattan, Vålberg
Plywood	P30	7.5, 10	Vänerply, Otterbäcken
OSB	-	11	Plyfa, Malmö

2 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

2.1 Studier av krypning av trä

Mohager [17] behandlar träets krypning och återhämtning efter avlastning, vid konstant och cykliskt varierande fukt. Kryp försöken gjordes på furu och vid böjning av både felfritt trä och konstruktionsvirke i full skala.

Undersökning av krypning och återhämtning efter avlastning gjordes under ca 400 resp 600 dygn. 180 böjprover av felfritt trä med olika elasticitetsmodul belastades till spänningsnivåerna 10, 20, 30 och 35 MPa. 16 balkar av konstruktionsträ med varierande elasticitetsmodul belastades till en spänningsnivå av 10 MPa.

I samtliga krypundersökningar ingår studier av ålderns och åldrandets inverkan på träets krypegenskaper. Dessutom utfördes omfattande undersökningar av träets väsentliga fysikaliska och mekaniska egenskaper, vilka kan påverka krypningen och krypegenskaperna.

Mohager [17] anger att böjproverna beter sig som ett icke-linjärt viskoelastiskt material vid belastning både i konstant klimat och i cykliskt varierande fukt. Detta innebär att krypdeformationen inte är proportionell mot spänningen och att Boltzmanns superpositionsprincip inte gäller. Avvikelsen från linjäriteten är dock mycket större vid cykliskt varierande fukt. Linjäriteten ökar vid en ökning av böjprovernas statiska elasticitetsmodul.

Böjprovernas krypnedböjning vid cykliskt varierande fukt och vid en beräknad maximal spänningsnivå upp till 30 MPa minskar vid absorption men ökar vid desorption, med undantag för den första absorptionen, då krypningen ökar. Vid högre spänningsnivåer ökar nedböjningen oavsett sorptionssättet.

Enligt undersökningarna finns en mycket god korrelation mellan å ena sidan böjprovernas krypbeteende under fuktcyklerna och å andra sidan deras fuktrörelser och variationer i luftens relativa fuktighet under samma tidsperiod.

2.2 Krypning hos lättbalkar av trä

Lättbalkar används idag i allt större omfattning inom byggandet i de nordiska länderna, framförallt i prefabricerade småhus. Utvecklingen har gått mot okonventionella lösningar med användande av trä, spånskivor, plywood, board, stålplåt och ståltråd i olika kombinationer med varandra till s k kompositbalkar.

Mot denna bakgrund startades ett antal långtidsförsök med lättbalkar vid Statens Provningsanstalt i Borås. Balkarna provades dels inomhus i konstant klimat och dels utomhus under tak. Avsikten med undersökningen har varit att ställa provningsresultaten i relation till Nybyggnadsreglernas sätt att behandla krypning. Försöken avbröts efter ett år. Materialegenskaperna bestämdes för att därefter användas i en krypmodell. Resultaten från provningarna redovisas i en rapport från Statens Provningsanstalt [1].

Genom att använda kända krypfunktioner för trä och board kan en modell ställas upp för beskrivning av lättbalkens krypbeteende. Denna modell ger i klimatklass 1 ca 25% lägre nedböjningar efter 10 år jämfört med beräkning enligt de förutsättningar som finns för dimensionering i NR. För klimatklass 3 är förhållandet omvänt. Krypmodellen ger då ca 50% större värden. Denna stora skillnad kan förklaras av att det cyklade klimat, som de antagna krypfunktioner bygger på, är ett hårdare klimat än vad klimatklass 3 avses innebära.

Efter ca 6000 timmar visar resultaten från provbalkarna på nedböjningar som är helt jämförbara med de som beräknas med krypmodellen.

Under försökstiden ökade nedböjningen i genomsnitt med faktorn 1.3 och 2.3 för balkarna inomhus respektive utomhus.

3 PROVNING AV BALKAR

3.1 Omfattning

Provningarna omfattade:

- förberedande provning steg 1 för att utröna vilken balktyp som lämpar sig bäst för deformationsmätning, avsnitt 3.2.
- förberedande provning steg 2 för att kontrollera hur parallellbalkar uppför sig vid deformationsmätning, avsnitt 3.3.
- brottprovning för att bestämma vilken påförd last man skall ha för deformationsmätning, avsnitt 3.4.
- deformationsmätning på 7 st material, 3 st provbalkar av varje i klimatklass 2 under 9 veckors tid, avsnitt 3.5.

Långtidsprovningen startades 920518. Denna rapport redovisar resultaten fram till 920720. Därefter övertog Lunds Tekniska Högskola avd för Bärande Konstruktioner ansvaret för mätningarna som skall pågå i ytterligare 2 år.

Skivorna har provats på högkant, i skivans plan. För skivor som används i lättbalkar tar skivan upp krafter i sitt eget plan.

3.2 Förberedande provning steg 1

3.2.1 Syfte

Provningens syfte är att bestämma vilken av tre olika balktyper med olika tvärsnitt som är mest lämplig för långtidsprovningen med avseende på lastupptagande förmåga. En balktyp av varje provas, teoretisk spännvidd $L=600\text{mm}$.

- 34x45 K24, homogen träbalk Test 001
- 34x45 K40, lådprofil av board Test 002
- 34x45 K40, parallell profil av board Test 003

Homogen träbalk har valts som referensbalk (geometrin motsvarar traditionell träbalk). Lådprofil och parallellprofil är lämpliga att använda i långtidsförsöken, eftersom de ger en representativ fuktupptagning hos skivmaterialen.

Balkarna provas med avseende på brottlast och deformationer. Uppmätt brottlast jämförs med teoretiskt framräknad brottlast enligt NR.

3.2.2 Balktyper

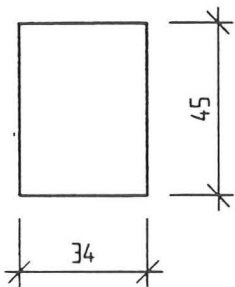
Samtliga balkar: $l=600$ mm.

Balk typ 1:

Träbalk, 34x45, K24

$$W_x=11.48 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$I_x=25.819 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$



Figur 3.1 Balk typ 1

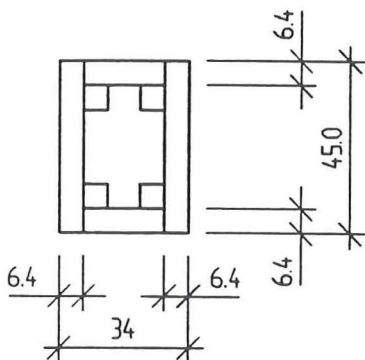
Balk typ 2:

Balk, 34x45, lådprofil av board med förstärkning i hörn, $t_j=6.4$ mm, kvalitet K40

Lim: Casco trälim

$$W_x=10.113 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$I_x=22.754 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$



Figur 3.2 Balk typ 2

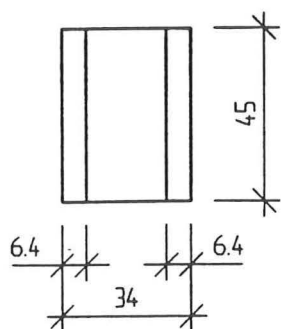
Balk typ 3:

Balk, 34x45, parallellprofil av board, tj=6.4 mm, kvalitet K40, med mellanlägg av trä 20x45 över upplag samt i tredjedels punkterna

Lim: Casco trälim

$$W_x = 4.32 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

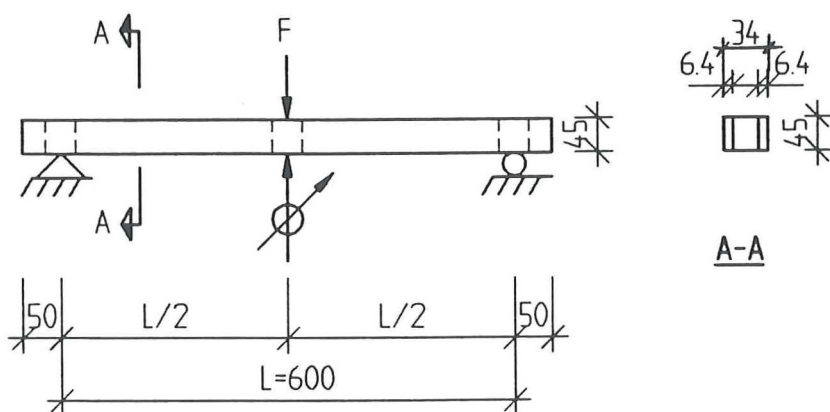
$$I_x = 9.72 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$



Figur 3.3 Balk typ 3

3.2.3 Provningsuppställning

Balkarna var fritt upplagda på två stöd. Belastningen har påförts och deformationsmätning har skett i balkmitt med två potentiometrar en vid varje sida, se figur 3.4.



Figur 3.4 Provningsuppställning (figuren är ritad för balktyp 3).

3.2.4 Provningsresultat

Brottlast och deformation, både medelvärde och värde från båda potentiometrarna, redovisas i bilaga 1.

3.2.5 Beräkningar

Beräknade karakteristiska värden i brottgränstillståndet jämförs med provningsresultatet enligt 3.2.6.

Balk 1: $P_k = 1.83$ kN

Balk 2: $P_k = 1.53$ kN

Balk 3: $P_k = 1.20$ kN

3.2.6 Sammanställning

	Provn resultat, P (kN)	Ber karakteristiskt värde, P_k (kN)
Balk 1	4.1	1.83
Balk 2	2.95	1.53
Balk 3	1.45	1.20

Tabell 3.1 Sammanställning provningsresultat

3.2.7 Slutsats

Proven visar att den mest relevanta balkprofilen är balk 3, parallellprofilen, enligt 3.2.4 om man bortser från träbalken som använts som referens för att:

- provresultat och beräknat teoretiskt värde av brottlasten stämmer bra överens.
- man får böjning av skivan i ett plan.
- krafter i detta plan uppkommer när skivmaterial används som stabiliserande skivelement.
- skivmaterial används som livmaterial i lättbalkar.
- balkprofilen är lämplig ur fuktupptagnings synpunkt.

Ytterligare provförsök, steg 2, med denna balktyp utfördes med board, kvalitet K40, tjocklek 6.4 mm.

3.3 Förberedande provning steg 2

3.3.1 Syfte

Provningens syfte är att kontrollera om nedböjningen följs åt hos bägge balkliven med så liten spridning som möjligt hos resultaten. Mätning av nedböjningen sker för de båda balkliven oberoende av varandra. Balkarnas littera, test 101-105, belastas till brott.

3.3.2 Balktyper

Balk, 34x45, parallellprofil av board, $t_j=6.4$ mm, kvalitet K40, med mellanlägg av trä 20x45 över upplag samt i 1/3-punkterna.

Lim: Casco trälim.

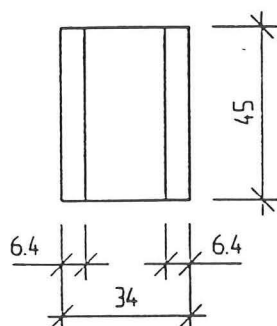
Balk 1:test 101

Balk 2:test 102

Balk 3:test 103

Balk 4:test 104

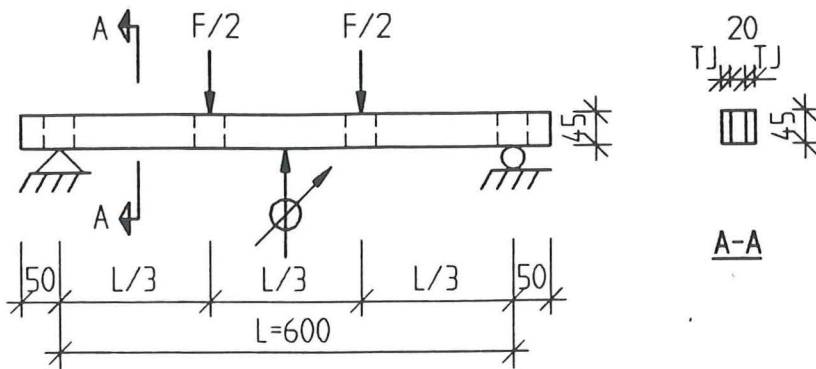
Balk 5:test 105



Figur 3.5 Sektion provbalk

3.3.3 Provningsuppställning

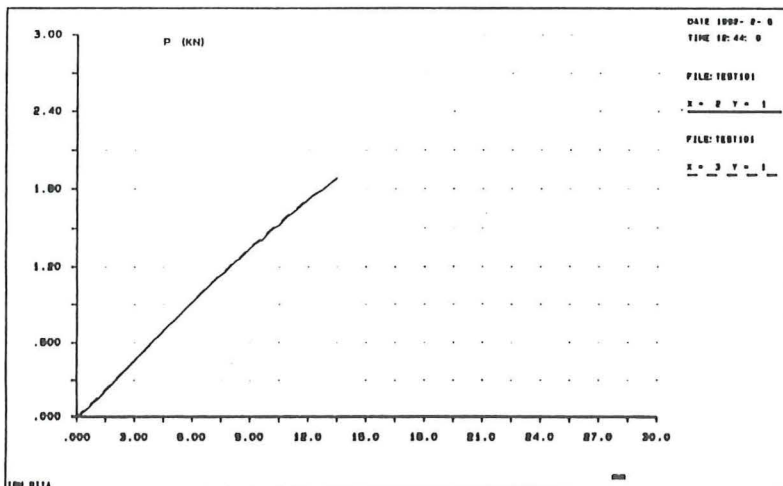
Balkarna är fritt upplagda på två stöd. Belastningen har skett med två konstanta laster i 1/3-punkterna, se figur 3.6.



Figur 3.6 Provningsuppställning

3.3.4 Provningsresultat

Provningsresultaten visar att de båda balkliven följs åt mycket bra, se figur 3.7. Detta medför att den påförda lasten fördelas jämnt på de båda balkliven.



Figur 3.7 Representativt resultat

Övriga kurvor ser likadana ut, med liten spridning med avseende på brottlasten. Standardavvikelsen, $s=0.11$ MPa.

3.3.5 Slutsats

Den föreslagna balktypen lämpar sig väl för vidare brottprovning då provningsresultaten uppfyller förutsättningarna.

3.4 Brottprovning

3.4.1 Syfte och omfattning

Provningens syfte är att belasta balkarna till brott, dokumentera brottlast och brottförlopp. Inom varje materialgrupp provbelastas 6 st balkar. Fuktkvoten bestäms för ingående material i provningen.

3.4.2 Balktyper

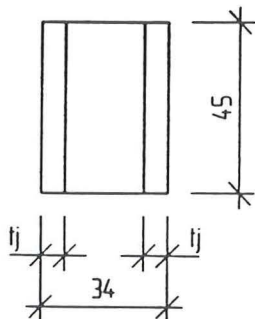
Balkarna består av 2 st parallella skivelement, $t_j \times h \times l = t_j \times 45 \times 580$ mm med distansklotsar. Distansklotsarna består av trä, $t_j \times h \times l = 20 \times 45 \times 25$ mm, placerade över stöd samt i 1/3-punkterna. Samtliga balkar har en teoretisk spännvidd = 510 mm på grund av provningsbänkens utförande för långtidsförsöken.

Lim: Casco Vinterlim 3303.

Material	Tjocklek (mm)	I_x (10^4 mm^4)	Littera
A: Trä K30	12	18.2	PROV A2 001-006
B: Board K40	7.5	11.4	PROV B2 001-006
C: Spånskiva V313	10	15.2	PROV C2 001-006
D: Spånskiva V20	10	15.2	PROV D2 001-006
E: MDF	8	12.2	PROV E2 001-006
F: Plywood P30	7.5	7.6 ¹⁾	PROV F2 001-006
	10	8.8 ¹⁾	PROV F3 001-006
G: OSB	11	16.7	PROV G2 001-006

Tabell 3.2

¹⁾ Endast faner med fiberriktningen parallell med påkänningsriktningen skall medräknas.



Figur 3.8 Sektion provbalk

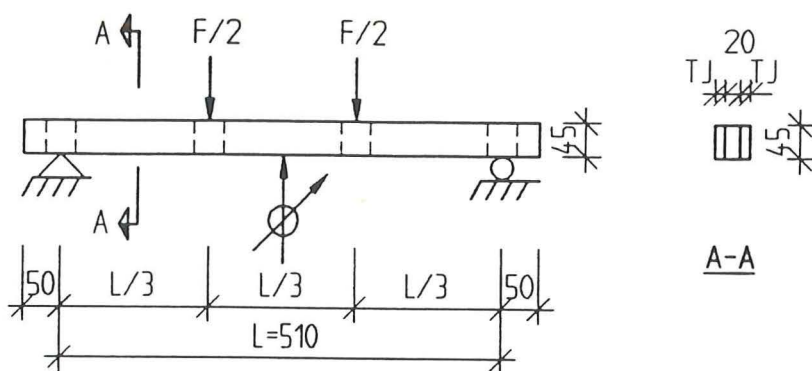
3.4.3 Bestämning av fuktkvot

I samband med brottprovningen uttogs provbitar ca 30x45xtj från resp balktyp som ingått i provningen. Dessa placerades i en torkugn (105°C) och vikten mättes kontinuerligt tills mätvärdet stabiliserades. Fuktkvoten u , bestäms genom förhållandet mellan det förångningsbara vattnets vikt och materialets torra vikt.

$$u = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \quad [\%]$$

3.4.4 Provningsuppställning

Balkarna är fritt upplagda på två stöd, ett fixlager respektive rulllager. Balkarna belastas med konstant last till brott. Nedböjningen mäts i mittpunkten.



Figur 3.9 Provningsuppställning

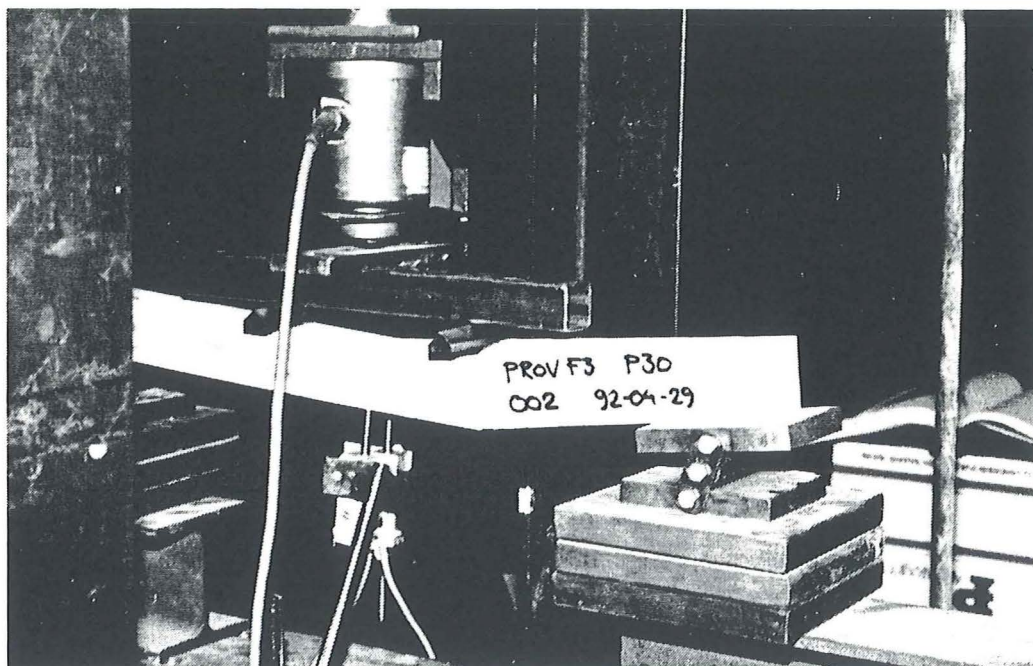


Bild 3.1 Provningsuppställning

3.4.5 Provningsresultat

Här nedan följer en sammanställning från brottprovningen med spännvidden 510 mm. Resultaten från brottprovningen redovisas även i provningsprotokoll nr 1 och nr 2, bilaga 2 och fuktkvotsmätningen i provningsprotokoll nr 3 och nr 4, bilaga 3. Iakttagelser av brottförloppet utgår från balkmitt.

Vid provning av 7.5 mm plywood P30 visade det sig att plywooden buktade ut kraftigt vid provningen, varför det är lämpligare att prova en tjockare plywood som bättre skulle kunna jämföras med de andra materialen då dessa visade inga eller små tendenser till utbuktning.

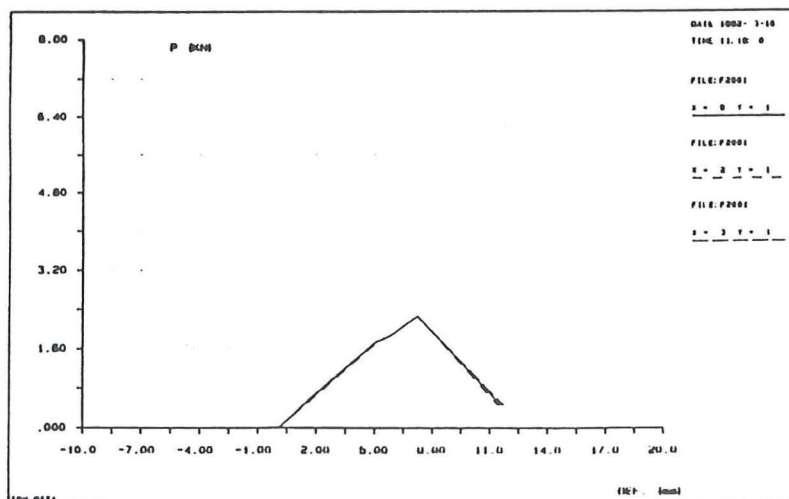
Ny provning utfördes med 10 mm plywood P30.

Material	Prov	Brottlast ¹⁾ (kN)	s ²⁾	Fuktkvot medelvärde(%)
Trä K30	PROVA2 001-006	6.4	1.2	9.7
Board K40	PROVB2 001-006	2.6	0.1	6.8
Spånskiva V313	PROVC2 001-006	1.1	0.1	7.4
Spånskiva V20	PROVD2 001-006	0.5	0.1	6.6
MDF	PROVE2 001-006	1.8	0.1	7.3
Plywood P30, 7.5 mm	PROVF2 001-006	2.3	0.4	6.7
Plywood P30, 10 mm	PROVF3 001-006	3.1	0.4	9.3
OSB	PROVG2 001-006	2.1	0.3	5.9

Tabell 3.3

¹⁾ Medelvärdet av 6 st provförsök.

²⁾ Standardavvikelsen för brottlasten.



Figur 3.10 Representativt provningsresultat.

Figuren är redovisad för F2001, Plywood P30, 7.5 mm.

3.4.6 Beräknad elasticitetsmodul och jämförelse med normvärde

Elasticitetsmodulen är framtagen ur brottlasten för brottprovning steg 2, som jämförs med karakteristiska normvärdet enligt Nybyggnadsreglerna (NR1) och Eurocode 5.

Material	Elasticitetsmodul Uppmätt ¹⁾ (MPa)	s ²⁾	NR ³⁾ (MPa)	Eurocode 5 ⁴⁾ (MPa)
Trä K30	10350	0.5	12000	-
Board K40	5730	0.1	5000	2600 ⁵⁾
Spånskiva V313	2700	0.1	2600	2610 ⁶⁾
Spånskiva V20	1860	0	-	-
MDF	3090	0.1	-	-
Plywood P30, 7.5 mm	10020	0.1	12000	12000
Plywood P30, 10 mm	12720	0.1	12000	12000
OSB	5060	0.1	-	-

Tabell 3.4

¹⁾ Medelvärdet av 6 st provförsök.

²⁾ Standardavvikelsen för elasticitetsmodulen.

³⁾ Elasticitetsmodulen för deformationsberäkningar.

⁴⁾ Medelvärde (50% fraktilen).

⁵⁾ Board K40 <=> preliminär klass EN 622-3 (HB).

⁶⁾ Spånskiva V313 <=> preliminär klass EN 312-7.

3.4.7 Slutsats

- Brottlastvärdena bedöms vara relevanta för att beräkna påford last, långtidsprovning.
- Fuktkvoten låg på en låg nivå <12%.
- Klassade material stämmer bra överrens med NR.
- Standardavvikelsen för K30 är något högt. Detta kan bero på ojämn kvalitet.

3.5 Långtidsprovning

3.5.1 Syfte

Provningens syfte är att genom långtidsprov (böjprov) med olika skivmaterial

- Ge underlag för en jämförelse mellan beräknad och uppmätt långtidsdeformation.
- Få en jämförelse ur krypsynpunkt mellan de olika skivmaterialen under en kort tidsperiod (9 veckor).
- Få en uppfattning om hur de ingående materialen reagerar under de klimatbetingelser som råder i klimatklass 2.

Denna rapport behandlar de första 9 veckorna.

3.5.2 Provningstrustning

För att mäta deformationen av balkarna används en transportabel mätklocka. Mätklockan flyttas från balk till balk och avläses med 100-dels millimeters noggrannhet. Mätningar sker mot en limmad plexiglasskiva, för att erhålla så bra underlag för mätklockan som möjligt, se bild 3.2. Temperatur och relativ fuktighet mäts kontinuerligt med en termohygrograf.

För att kontrollera mätklockan avläses ett referensvärde mot en referensbalk i aluminium, se bild 3.3. Avläsningen sker före och efter varje mätningssykel mot balkarna.

Mätningen av balkarnas nedböjning sker med en mätklocka, placerad i en mätrigg av aluminium, se bild 3.4. Mättriggen är en längsgående U-profil med stöd på provbänken. U-balken är anpassad så att mätklockan styrs i sid- och höjled.

Kontroll av aluminiumets längdutvidgning på grund av temperaturskillnaderna mellan natt och dag gav att denna är försumbar. Längdutvidningskoefficient aluminium, $\alpha = 24 \times 10^{-6}$.

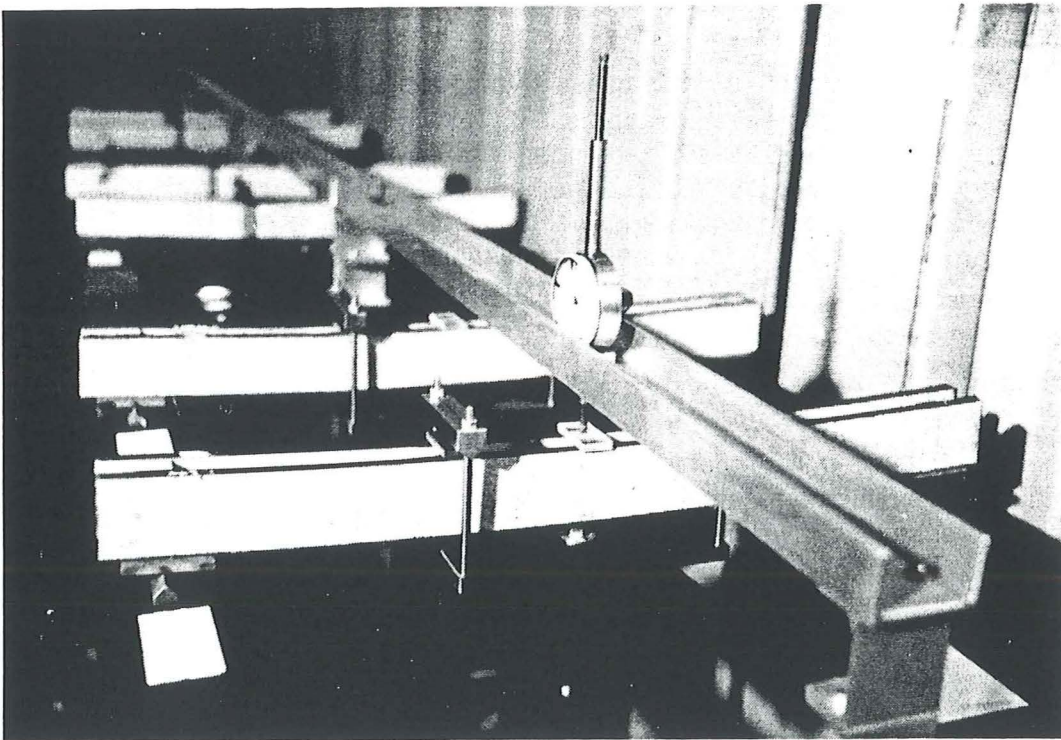


Bild 3.2 Mätning av deformation

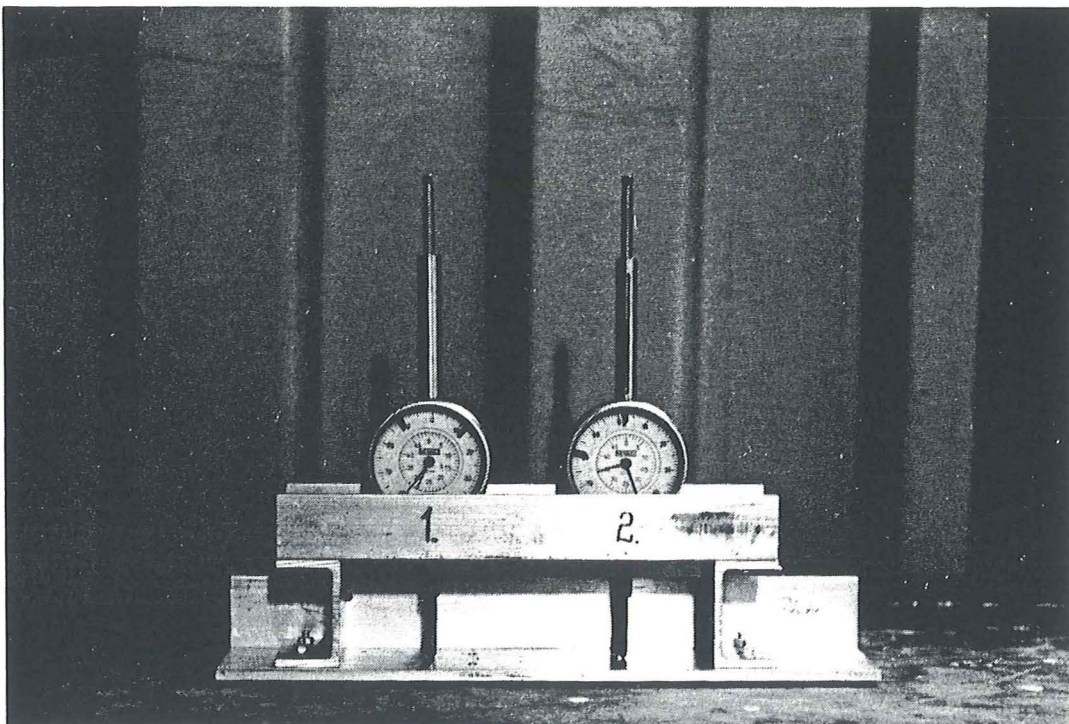


Bild 3.3 Referensbalk

3.5.3 Provningsuppställning

Balkarna är fritt upplagda på två stöd, fixlager respektive rullager. Belastningen på balkarna är två konstanta laster placerade i 1/3-punkterna, se figur 3.11 och bild 5, samt ritningar enligt bilaga 4.

Proven har placerats i en ventilerad container (bxl = 2500x6095) vid Lunds Tekniska Högskola. Ventilationen består av 2 st tallriksventiler ϕ 150, placerade vid tak samt vid golv, diagonalt tvärs containern.

Den påförda lasten avses motsvara $0.20 \times k_r$, av brottlasten enligt utförd brottprovning, där k_r är reduktionsfaktor för långtidslast vid lasttyp B enligt NR. Bakgrunden till detta redovisas i bilaga 5.

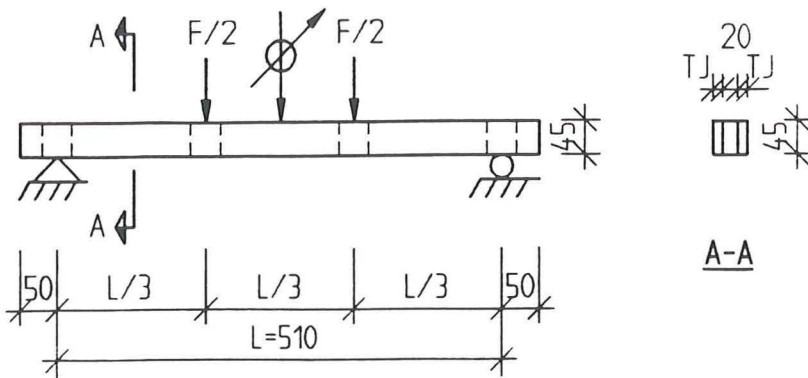
Påförd last för varje provkropp i tabell 3.4:

Material	Tjocklek t_i , (mm)	Litt	Påförd last, F (kg) Böjning högkant
Trä K30	12	A1	99.000
		A2	99.000
		A3	98.800
Board K40	7.5	B1	30.260
		B2	30.260
		B3	30.250
Spånskiva V313	10	C1	12.275
		C2	12.277
		C3	12.256
Spånskiva V20	10	D1	6.111
		D2	6.095
		D3	6.093
MDF	8	E1	19.950
		E2	19.900
		E3	19.910
Plywood P30	10	F1	40.420
		F2	40.550
		F3	40.530
OSB	11	G1	19.940
		G2	19.900
		G3	19.960

Tabell 3.4

Anm.

Den påförda lasten för plywood P30 bör vara 50kg.



Figur 3.11 Provningsuppställning

3.5.4 Provningsmetodik och genomförande

Långtidsprovningen startade 920528 under en mycket torr och varm period, temperatur 28°C, RF26%. Balkarna hade då varit tillverkade ca två veckor före provstart och lagrade inomhus vid LTH.

Provbalkarna placerades i provriggarna med vikterna och mätningarna startades omedelbart. Belastningen av balkarna skedde med hjälp av hydrauliska lyftdon som sänkte ned vikterna på balkarna för att få maximal precision. Dubbelkontroll av mätklockorna mot referensbalken utfördes under detta viktiga initiella skede så att mätfel korrigerades, vilket visade sig vara av stor vikt eftersom temperaturen inne i containern och utomhus visade stora variationer vid detta tillfälle, se figur 4.1.

Initiell provningsmetodik:

- Relativ fuktighet, temperatur och tidpunkt noteras.
- Mätklockan avläses mot referensbalken mellan varje avläsning mot balkarna.
- Mätklockan placeras på den obelastade balken och avläses.
- Vikten påförs balken och nedböjningen avläses efter 15 sek, 30 sek, 60 sek och 5 min.
- Nedböjningen efter 15 sek benämns y_0 .

Fortlöpande provningsmetodik:

(Avläsning sker enligt tidsschema i tabell 3.5 fr o m avläsning nr 7.)

- Relativ fuktighet, temperatur och tidpunkt noteras.
- Kontroll av mätklockan mot referensbalk.
- Nedböjningen avläses 3 ggr för respektive balk samt kontroll av mätklockan mot referensbalken mellan varje avläsning.
- Provningsmetoden fortgår till 9 veckor efter start.

Följande iakttagelser noterades under den initiella provningsmetodiken:

- Stor initiell nedböjning under de första minuterna.
- På grund av den stora utomhustemperaturen, 25-30°C, gav detta vissa problem med mätresultaten från mätklockan som korrigerades mot värden från referensbalken.

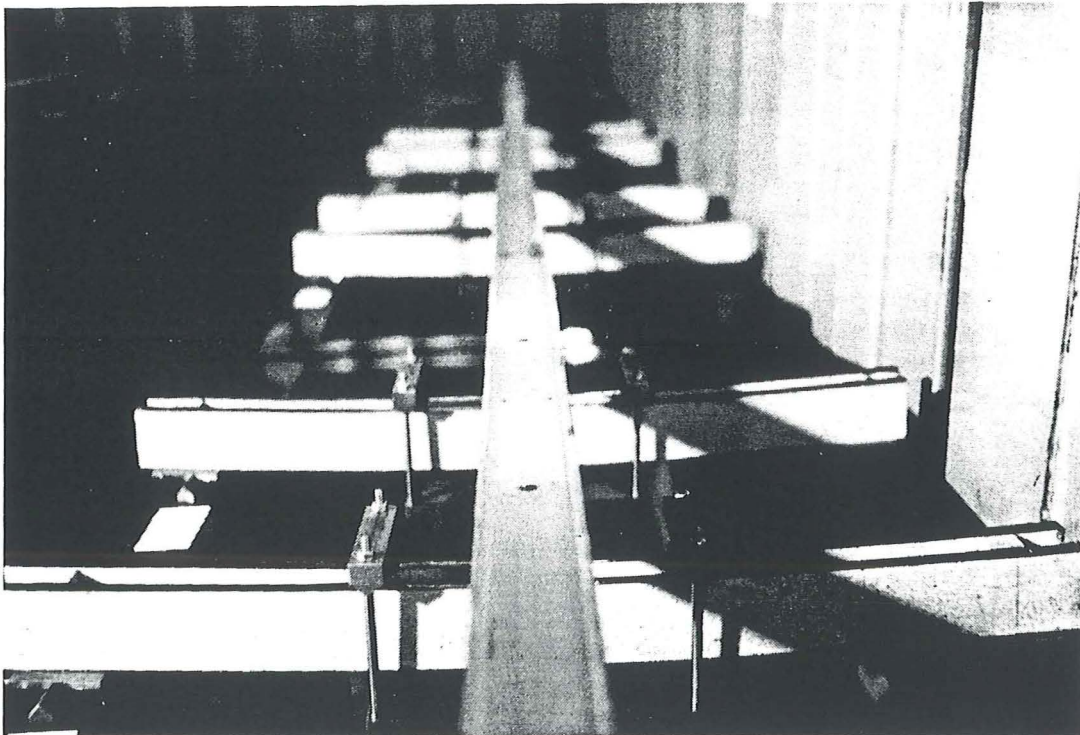


Bild 3.4 Mättrigg

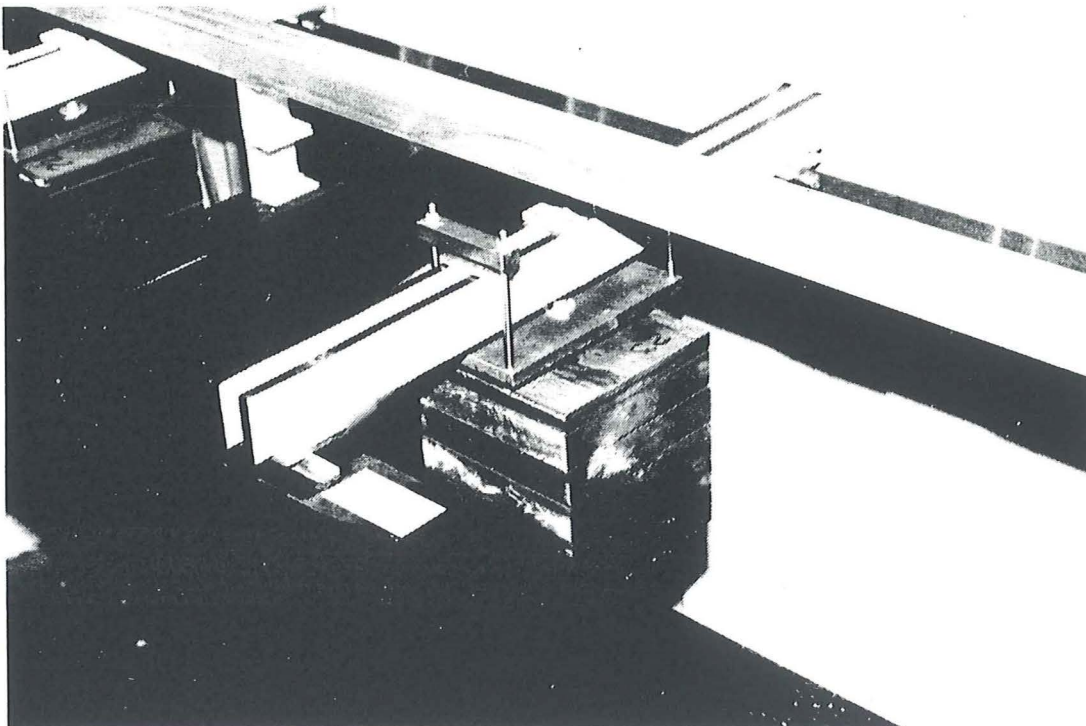


Bild 3.5 Provningsuppställning

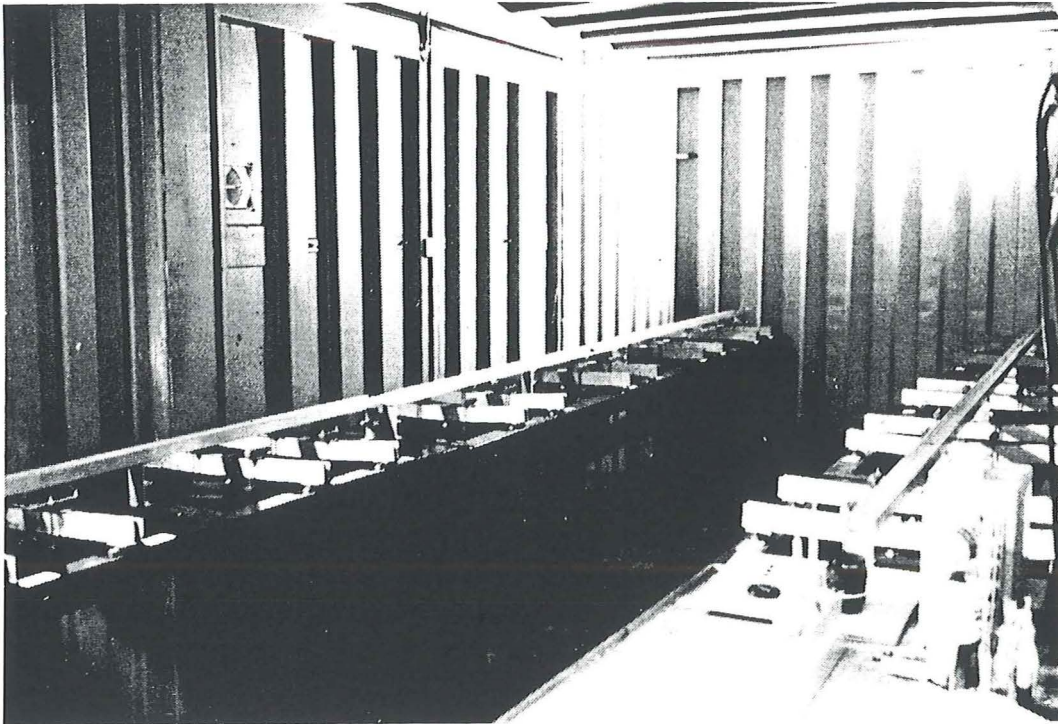


Bild 3.6 Interiör från containern

3.5.5 Tidsschema för provning

Avläsning nr	Tid efter start tim	Rel. start dygn	Anm.
1	0		Avläsning innan att lasten har påförts
2	0		Avläsning efter att lasten har påförts
3	15 sek		
4	30 sek		
5	60 sek		
6	5 min		
7	15 min		
8	30 min		
9	1		
10	4		
11	8		
12	12		
13	24	1	
14	48	2	
15	60		
16	72	3	
17	120	5	
18	168	7	
19	336	14	
20	504	21	
21	672	28	
22	840	35	
23	1008	42	
24	1176	49	
25	1344	56	
26	1514	63	9 veckor efter start

Tabell 3.5

Mätningar sker en gång per vecka t o m 6 månader efter start.
 Därefter sker mätningar en gång per månad.
 Se även provningsprotokoll enligt bilaga 6.

3.5.6 Balkutförande

Balkarna består av 2 st parallella liv av trä resp skivmaterial med distansklotsar, se bild 3.1. Distansklotsarna består av trä 34x45, placerade över stöd samt i 1/3-punkterna. Kanterna förseglas mot fukt med tejp, typ PE 11 fabrikat Garco, Åstorp. Tejpen är slitsad i balkens underkant, 1/3-punkterna, för att ej förhindra nedböjningen. Förseglingen skall simulera att skivmaterialet är inbyggt i en lättbalk som livkonstruktion samt ge skivmaterialen samma utgångsförutsättningar ur fuktupptagningsynpunkt.

Lim: Casco Vinterlim 3303.

3.5.7 Sammanfattning

Pålastningen av vikterna på balkarna upplevdes något problematiska för att uppnå önskad noggrannhet. Problemen med mätklockan kunde justeras med hjälp av de avlästa mätvärdena mot referensbalken. När väl de initiella provningarna var avslutade uppfattades mätningarna enkla att utföra.

För vidare undersökningar bör hänsyn tas till den aktuella påförda lasten för Plywood P30 som är något för låg, enligt bilaga 5.

Slutsatser av långtidsprovningen, redovisas i kap 6.

4 UPPMÄTT OCH BERÄKNAD NEDBÖJNING

4.1.1 Resultat från balkförsöken

För att kunna jämföra resultaten mellan balkarna ges förhållandet av nedböjningen som kvoten mellan aktuell (y_t) och momentan (y_0) mittnedböjning. Y_0 är avläst mittnedböjning efter 15 sek. Tidpunkten 15 sek är vald för att balkarna skall ha hunnit stabilisera sig efter påförd last. Resultat från balkförsöken enligt bilaga 7.

Klimatet anses vara klimatklass 2, jämförbart med bostadsbjälklag över uteluftsventilerade krypytrymme.

Nedan ges en kort sammanfattning:

Tabell 4.1 Relativ nedböjning (y_t/y_0) vid olika tidpunkter

Material	Balklittera	y_0 (mm)	y_t/y_0 efter antal dygn			
			1	7	21	63
Trä K30	A1	1.36	0.96	1.34	1.47	1.39
	A2	1.60	0.59	0.92	1.02	1.06
	A3	1.68	1.22	1.58	1.67	1.68
			1	6	20	62
Board K40	B1	1.10	1.18	1.45	1.59	1.69
	B2	1.06	2.34	2.62	2.73	2.81
	B3	1.05	1.20	1.50	1.62	1.66
			1	5	19	61
Spånskiva V313	C1	0.81	1.12	1.22	1.31	1.47
	C2	0.64	1.38	1.44	1.55	1.75
	C3	0.64	1.30	1.39	1.50	1.72
Spånskiva V20	D1	0.81	1.51	1.77	1.91	2.99
	D2	1.63	1.22	1.31	1.36	1.79
	D3	0.65	1.66	1.89	2.08	3.23
MDF	E1	1.11	1.50	1.67	1.82	2.51
	E2	1.11	1.45	1.62	1.81	2.47
	E3	1.12	1.42	1.60	1.76	2.43

			1 ¹⁾	6	20	62
Plywood P30	F1	0.89	1.19	1.30	1.35	1.33
	F2	0.92	1.14	1.20	1.23	1.27
	F3	0.82	1.12	1.27	1.29	1.32
			1	5	19	61
OSB	G1	0.70	1.49	1.64	1.76	1.91
	G2	0.59	1.59	1.80	1.93	2.02
	G3	0.63	1.46	1.76	1.90	2.06

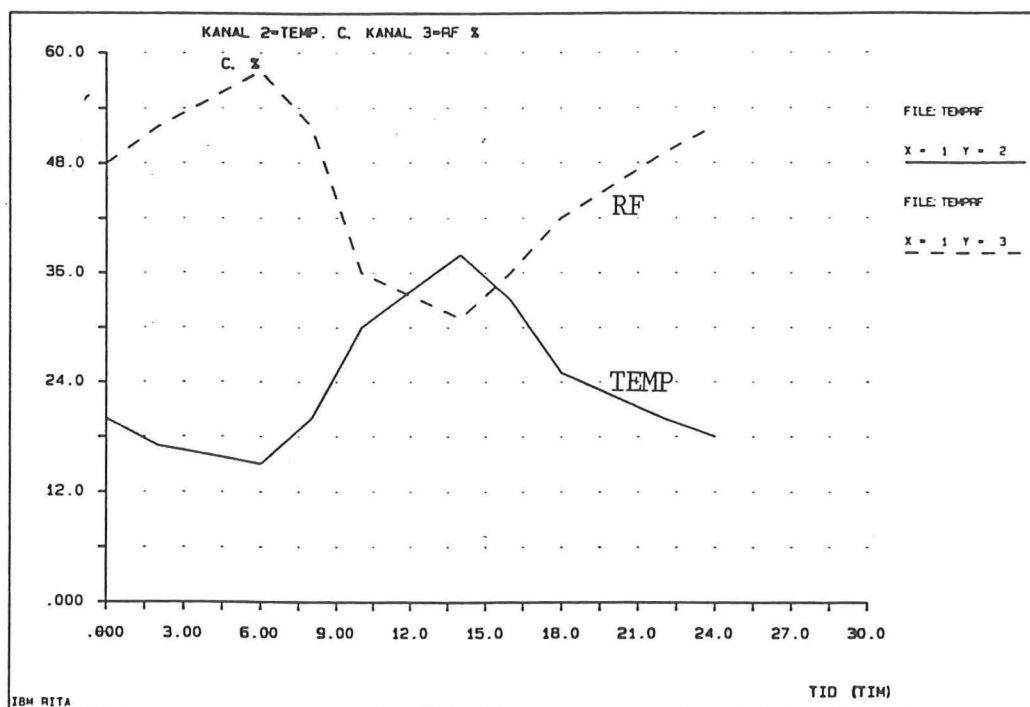
¹⁾ Avläst tidpunkt: F1 28 h
 F2 26 h
 F3 25.5 h

Kommentar:

Värdena (y_t/y_0) < 1.0 antages bero på:

- balkar har ej stabiliserat sig på grund av klimatvariationerna mellan inomhusklimatet på LTH, utomhusklimatet och klimatet i containern.
- ej tillförlitliga mätresultat på grund av det rådande klimatet, extrema varma och torra förhållanden (temp=26-29°C, RF=27-32%).

Klimatbetingelserna under mätperioden, som redovisas i bilaga 8 från mitten av maj till mitten av juli, var mycket varma och torra. Typisk dygnsvariation av temperatur och relativ fuktighet enligt figur 4.1.



Figur 4.1 Typisk dygnsvariation av temperatur och relativ fuktighet

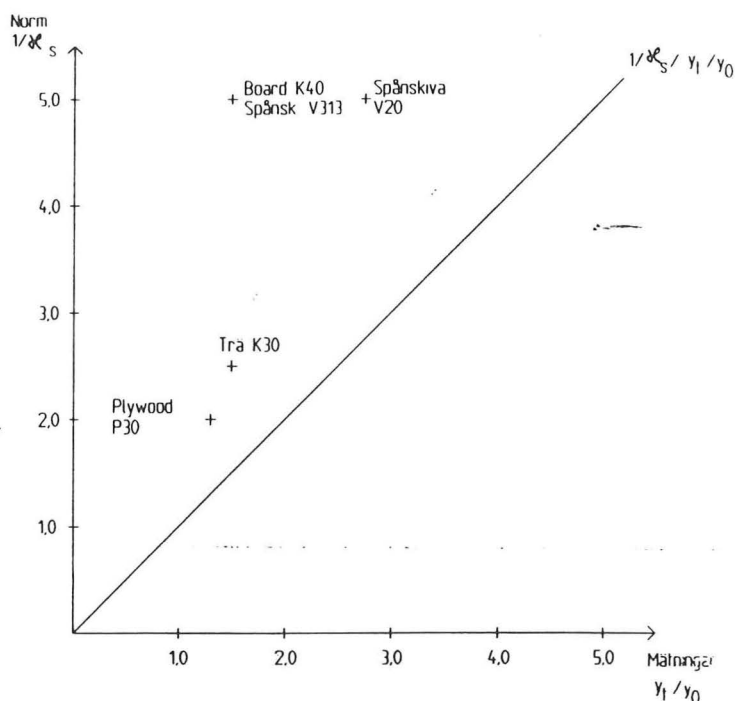
För att ytterligare kunna analysera balkförsöken och jämföra mellan de olika materialen väljs trä K30 som referensmaterial, redovisas i tabell 4.2.

Material	Balk- littera	Mätningar momentan		Mätningar efter 9 veckor ²⁾			NR (κ_s) ⁻¹	Relativ trä
		y_0 ¹⁾ (mm)	$y_0 / y_0^{\text{trä}}$	y_t (mm)	y_t / y_0	$\frac{y_t / y_0}{(y_t / y_0)^{\text{trä}}}$		
Trä K30	A1-A3	1.55	1.0	2.13	1.55	2.50	1.00	1.0
Board K40	B1-B3	1.07	0.69	2.19	1.49	5.00	0.96	2.0
Spånskiva V313	C1-C3	0.70	0.45	1.14	1.59	5.00	1.03	2.0
Spånskiva V20	D1-D3	1.03	0.66	2.48	2.70	5.00 ³⁾	1.74	2.0 ³⁾
MDF	E1-E3	1.11	0.72	2.75	2.47	-	1.59	-
Plywood P30	F1-F3	0.88	0.57	1.14	1.31	2.00	0.85	0.80
OSB	G1-G3	0.64	0.41	1.28	2.00	-	1.29	-

¹⁾ Efter 15 s, medelvärdet för y_0 .

²⁾ Antalet dygn enligt tabell 4.1, medelvärdet för y_t .

³⁾ Spånskiva V20 betraktas ej som K-spånskiva. Samma värde som för spånskiva V313 har använts.



Figur 4.2

Kommentar till figur 4.2:

Samtliga värden ligger ovanför linjen $1/\delta_s / \gamma_t / \gamma_0 = 1.0$, vilket innebär att nedböjningen är ej fullt utvecklad med hänsyn till normens värden. Materialet plywood P30 stämmer ungefär med normens värde även om man tar hänsyn till den påförda lasteffekten som är något för låg och jämfört med referensmaterialet trä. För övriga material är nedböjningen mindre.

4.1.2 Slutsats

Man kan ej dra några långtgående slutsatser efter nio veckor, men vissa tendenser finns.

- För samtliga material är nedböjningen fullt utvecklad med hänsyn till normens krypvärden.
- Board K30 och plywood P30 har lägst krypning.
- Spånskiva V20 och MDF bör ej användas i klimatklass 2.

Mätperioden som helhet var mycket torr.
Se även slutsats i kapitel 6.

4.2 Krypningens tidsberoende hos trä och board

Det kan vara av intresse att se vad krypningen har för effekter hos trä och board under den korta mätperioden enligt den modell som SP, Statens Provningsanstalt, har framtagit. För övriga material har antagits att någon motsvarande studie ej har gjorts.

För att kunna jämföra krypningen hos böjprover med olika spänningsnivåer är det lämpligt att använda begreppet kryptal (relativ töjning). Detta definieras som kvoten mellan krypdeformation och momentan deformation.

Enligt [1] framgår det att vid belastning vid cykliskt varierande fukt kan följande samband skrivas för kryptalen hos balkarna av konstruktionsträ:

$$\phi_{\text{trä}}(t) = 0.3t^{0.29} \text{ [-]}$$

Detta uttryck antas gälla även för utomhuskonstruktioner där t är tiden i dygn.

För boardmaterial finns det inga uppgifter om krypningen vid panelskjuvning [1], som är den påkänningstyp som förekommer i dessa provningar. Det är emellertid rimligt enligt [1] att anta att beteendet liknar förhållandena vid dragning i skivans plan.

Mot ovanstående bakgrund anses i [1] att krypningen i växlande klimat är jämförbar med utomhusförhållandena. Det bedöms också vara rimligt att använda resultat från provning i konstant klimat 90% RF. Baserat på uppgifter från [1] kan följande uttryck ges för krypfaktorn för board:

$$\phi_{\text{board}}(t) = 1 + 0.25t^{0.345}$$

där t är tiden i timmar.

4.3.1 Beräkning nedböjning och jämförelse med uppmätta värden

För den aktuella provuppställningen (se bild 3.3) kan balkarnas momentana mittnedböjning y_0 beräknas enligt formeln:

$$y_0 = \frac{6.8FL^3}{384EI_x} + \frac{FL}{6GA} \quad [\text{m}]$$

där

- F = totala lasten [MN]
- L = spännvidd [m]
- E = träets respektive skivmaterialets elasticitetsmodul enligt tabell 4.2 [MPa]
- I_x = tröghetsmoment, böjning kring x-axeln [m⁴]
- G = träets respektive skivmaterialets skjuvmodul enligt tabell 4.2 [MPa]
- A = tvärsnittsarea [m²]

Mellanlägggen av trä och förseglingen anses ej påverka nedböjningen.

För att beräkna balkarnas nedböjning vid tiden t reduceras elasticitets- och skjuvmodulen med krypfaktorn $\phi_{trä}(t)$ respektive $\phi_{board}(t)$ enligt avsnitt 4.2. Nedböjningen kan då tecknas:

$$y_t = \frac{6.8FL^3}{384(E/f(t))I_x} + \frac{FL}{6(G/f(t))A} \quad [\text{m}]$$

där

- $f(t) = 1 + \phi_{trä}(t)$ för trä
- $f(t) = 1 + \phi_{board}(t)$ för board

$$E_d = \frac{k_s E_k}{\delta_m \eta}$$

$$\delta_m = 1.0$$

$$\eta = 1.0$$

enligt NR lasttyp P samt klimatklass 2

$$G_d = \frac{k_s G_k}{\delta_m \eta}$$

Anm

Beräkningarna sammanställs i tabell 4.3. Uppmätt nedböjning är efter nio veckor.

<i>Material</i>	<i>Litt</i>	F_d (N)	<i>Elasticitetsmodul</i> E_d (MPa)	<i>Skjuvmodul</i> G_d (MPa)	I_x (m ⁴)x10 ⁻⁸	α_s	$f(t)$	<i>Beräknad nedböjning</i> y (mm)	<i>Uppmätt nedböjning</i> y (mm)	<i>Anm</i>
Trä K30	A1	990	6545	436	18.225	0.4	1.9975	5.82+0.60=6.42	1.39	
	A2	990	6545	436	18.225	0.4	1.9975	5.82+0.60=6.42	1.59	
	A3	988	6545	436	18.225	0.4	1.9975	5.82+0.60=6.42	1.68	
Board										
K40	B1	302.6	1591	668	11.391	0.2	2.0383	15.47+0.23=15.70	1.69	
	B2	302.6	1591	668	11.391	0.2	2.0383	15.47+0.23=15.70	2.71	
	B3	302.5	1591	668	11.391	0.2	2.0383	15.47+0.23=15.70	1.55	

Kommentar till tabell 4.3

Beräknad nedböjning är uppdelad i två termer där första termen är nedböjning på grund av böjning och den andra på grund av skjuvning.

4.3.2 Slutsats

Den stora skillnaden mellan beräknad och uppmätt nedböjning både hos trä och board antages bero på:

- att krypningen ej är fullt utvecklad.
- att den modell som SP, Statens Provningsanstalt, påvisar ej är relevant för den aktuella provningen.
- att krypningen har ägt rum i mycket torrt klimat.

5 NORMER

5.1 Nybyggnadsregler

Långtidsdeformationen beaktas med en omräkningsfaktor med hänsyn tagen till klimatklass och lasternas varaktighet. Värdena på κ_s anges i följande tabeller för konstruktionsvirke, K-board, K-spånskivor och K-plywood.

Konstruktionsvirke

Lasttyp	Klimatklass 0 och 1	Klimatklass 2	Klimatklass 3
P	0.5	0.4	0.3
A	0.6	0.5	0.4
B	0.8	0.6	0.5
C	1.0	0.8	0.7

K-board, K-spånskiva

Lasttyp	Klimatklass 0 och 1	Klimatklass 2
P	0.3	0.2
A	0.4	0.3
B	0.5	0.35
C	0.7	0.45

K-plywood

Lasttyp	Klimatklass 0 och 1	Klimatklass 2
P,A	0.6	0.5
B	0.8	0.6
C	1.0	0.8

Tabell 5.1 Omräkningsfaktorer för dimensionering i bruksstadiet.

Klimatklass (NR 6:412):

Klimatklass 0 karakteriseras av en miljö vars relativa fuktighet endast under kortare perioder överstiger 65% och i genomsnitt inte överstiger 40%.

Klimatklass 1 karakteriseras av en miljö vars relativa fuktighet endast under kortare perioder överstiger 65% och aldrig når 80%.

Klimatklass 2 karakteriseras av en miljö vars relativa fuktighet endast under kortare perioder överstiger 80%.

Klimatklass 3 karakteriseras av en miljö som ger ett större fuktinnehåll i virket än det som svarar mot klimatklass 2.

Lasttyp (NR 6:412):

Lasttyp	Varaktighet	Exempel på lasttyper
Permanent last Lasttyp P	$\geq 10^5$ h	Egentyngd av permanenta byggnadsdelar.
Variabel last Lasttyp A	$10^3 - 10^5$ h	Den bundna lastdelen av nyttig last av inredning och personer. Snölast med vanligt värde.
Lasttyp B	$10 - 10^3$ h	Den fria lastdelen av nyttig last av inredning och personer. Vindlast med vanligt värde. Snölast med karakteristiskt värde. Last av personer på byggnadsställningar. Nyttig last och last av personer och material på betongformar och liknande provisoriska konstruktioner.
Lasttyp C	≥ 10 h	Vindlast med karakteristiskt värde. Last av personer på tak som inte är beräknat för trafik eller uppehåll.

Tabell 5.2 Lasttyper enligt NR

$$E_d = \frac{\gamma_s E_k}{\gamma_m \eta} \text{ [MPa]}$$

Värdet på γ_m får sättas till 1.0.

BETECKNINGAR

- γ_s en omräkningsfaktor med hänsyn till klimatklass och lasternas varaktighet. Värdena på γ_s anges i följande tabeller för konstruktionsvirke, L-trä och konstruktionsskivor.
- E_k karakteristiskt grundvärde för beräkning i bruksgränstillstånden, t ex E_k (eller G_k) för styvhetsberäkning enligt avsnitt 6:414.
- η en faktor med vilken den systematiska skillnaden mellan en provkropp och en konstruktions materialegenskaper beaktas. η får sättas till 1.0 vid tillämpning av de karakteristiska grundvärdena i avsnitt 6:414 och omräkningsfaktorn γ_s enligt följande tabeller.

5.2 Eurocode 5

I Eurocode 5 beaktas materialets styvhet med omräkningsfaktorer som tar hänsyn till lastens varaktighet och klimatklass. Värdena på k_{def} anges i följande tabeller för konstruktionsvirke, plywood, spånskiva och board.

Konstruktionsvirke¹⁾

Limträ

Lastens varaktighet	Klimatklass 1	Klimatklass 2	Klimatklass 3
Permanent	0.80	0.80	2.00
Lång	0.50	0.50	1.50
Medium	0.25	0.25	0.75
Kort	0.00	0.00	0.30

Plywood

Lastens varaktighet	Klimatklass 1	Klimatklass 2	Klimatklass 3
Permanent	0.80	1.00	2.50
Lång	0.50	0.60	1.80
Medium	0.25	0.30	0.90
Kort	0.00	0.00	0.40

Spånskiva tillhörande prEN 312-6¹⁾ och -7

OSB tillhörande CEN/TC 112.107 kvalitet 3 och 4

Lastens varaktighet	Klimatklass 1	Klimatklass 2	Klimatklass 3
Permanent	1.50	2.25	-
Lång	1.00	1.50	-
Medium	0.50	0.75	-
Kort	0.00	0.30	-

Spånskiva tillhörande prEN 312-4²⁾ och -5
 OSB tillhörande CEN/TC 112.107 kvalitet 2
 Board tillhörande prEN 622-2 (skyddad utomhus)

Lastens varaktighet	Klimatklass	Klimatklass	Klimatklass
	1	2	3
Permanent	2.25	3.00	-
Lång	1.50	2.00	-
Medium	0.75	1.00	-
Kort	0.00	0.40	-

Board tillhörande prEN 622-2 (torr och fuktig användning)
 Medelhård board tillhörande prEN 622-3 (fuktigt och skyddat läge utomhus)
 Porös board tillhörande prEN 622-5 (fuktigt och skyddat läge utomhus)

Lastens varaktighet	Klimatklass	Klimatklass	Klimatklass
	1	2	3
Permanent	3.00	-	-
Lång	2.00	-	-
Medium	1.00	-	-
Kort	0.35	-	-

Tabell 5.3 Omräkningsfaktorer för dimensionering i bruksstadiet

- 1) För konstruktionsvirke som inställer sig i eller nära fibermättnadspunkten och som sannolikt torkas ut under belastning skall k_{def} sättas till 1.0.
- 2) Skall ej användas i klimatklass 2.

Definition av k_{def} enligt Eurocode 5:

Långtidsnedböjningen $u_{longterm}$ framkallad vid belastning ges av uttrycket:

$$u_{longterm} = u_{inst}(1 + k_{def})$$

där u_{inst} är den momentana nedböjningen vid belastning och k_{def} är en faktor som tar hänsyn till krypeffekter och materialets fuktinnehåll.

Klimatklasser:

Klimatklass 1 är karakteriserad av ett fukttinhåll i materialet motsvarande en temperatur av $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ och relativa fuktigheten i den omgivande luften som överskrider 65 % endast några veckor per år. I klimatklass 1 får ej fuktkvoten överstiga 12 %.

Klimatklass 2 är karakteriserad av ett fukttinhåll i materialet motsvarande en temperatur av $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ och relativa fuktigheten i den omgivande luften som överskrider 85 % endast några veckor per år. I klimatklass 1 får ej fuktkvoten överstiga 20 %.

Klimatklass 3 är karakteriserad med ett klimat som leder till högre fuktkvot än i klimatklass 2.

Indelning av lasternas varaktighet

Lastvaraktighetsklass	Exempel på laster	Sammanlagda varaktigheten på den karakteristiska lasten
Permanent	Egentyngd	mer än 10 år
Lång	Frilast	6 månader - 10 år
Medium	Snölast ¹⁾	1 vecka - 6 månader
Kort	Snölast ¹⁾ och vindlast	mindre än en vecka
Ögonblicklig	Olyckslast	

¹⁾ Beroende på lokala förutsättningar.

Tabell 5.4 Lasttyper enligt Eurocode 5

5.3 Jämförelse mellan NR och Eurocode 5

I vårt fall skulle balkarna hänföras till klimatklass 2 och lasttyp P (permanent last enligt Eurocode 5).

En jämförelse mellan uppmätt värde och k_s enligt NR samt k_{def} enligt Eurocode 5 ges i tabell 5.5.

Jämförelse:

$$k_s \Leftrightarrow 1/(1+k_{def})$$

Material	Uppmätt värde ¹⁾	Beräknat värde enligt norm	
		NR, k_s	Eurocode 5, k_{def}
Trä K30	0.65	0.40	0.56
Board K40	0.67	0.20	0.25
Spånskiva V313	0.63	0.20	0.31
Spånskiva V20	0.37	0.20 ²⁾	0.25
MDF	0.40	-	0.25
Plywood P30	0.76	0.50	0.50
OSB	0.50	-	0.31

¹⁾ $(y_t/y_0)^{-1}$

²⁾ Spånskiva V20 betraktas ej som K-spånskiva. Samma värde som för spånskiva V313 har används.

Tabell 5.5 Jämförelse mellan uppmätt värde och beräknat värde på k_s enligt NR respektive Eurocode 5

5.4 Slutsats

Samstämmigheten mellan NR och Eurocode 5 är ganska bra. Eurocode 5 övervärderar trä och spånskiva jämfört med NR. Fullständig jämförelse kan ej göras på grund av att alla material ej tas upp i NR.

6 SLUTSATSER

Efter nio veckor av långtidsprovningen kan man dra följande slutsatser:

- Man måste iaktaga en viss försiktighet då man använder koefficienten α_s i klimatklass 2 ty materialet har ej hunnit ställa in sig till det antagna klimatförhållandet.
- Verklig deformation är inte så stor jämförd med beräknad. Detta kan bero på det torra klimatet samt att krypningen ej är fullt utvecklad.
- Att spridningen inom materialen board K40, MDF och spånskiva V20 är stor mellan de olika balkarna med avseende på deformationen, medan samstämmigheten är god hos plywood P30 och OSB.
- Efter en stor initiell deformation efter påford last planar deformationskurvorna ut och krypningen är ringa.
- Samstämmigheten mellan NR och Eurocode 5 är ganska bra. Eurocode 5 övervärderar trä och spånskiva jämfört med NR. Fullständig jämförelse kan ej göras på grund av att alla material ej tas upp i NR.
- Spånskiva V20 och MDF bör ej användas i klimatklass 2.
- Plywood P30 lämpar sig väl för användande i klimatklass 2.

Några långtgående slutsatser kan man ej dra på grund av den korta mätperioden, nio veckor, samt att klimatet konstant var mycket varmt under hela tiden.

7 REFERENSER OCH LITTERATURLISTA

- [1] Anneling Roger: Krypning hos lättbalkar av trä, Teknisk Rapport SP-RAPP 1987:38, Statens Provningsanstalt, Byggnadsteknik, Borås 1988.
- [2] Bergström Ulf: Deformationer och rörelser i spånskivor och byggkomponenter med spånskivor, Fältmätningar och laboratorieprover, Förhandskopia aug 1991.
- [3] Boveket: Nybyggnadsregler BFS 1988:18, BFS 1990:28, Allmänna Förlaget, Stockholm 1991.
- [4] BST Byggstandardiseringen: Träkonstruktioner-Provning, Svensk Standard SIS 23 01 01, Sveriges Standardiseringskommission, Stockholm 1984.
- [5] BST Byggstandardiseringen: Träfiberskivor fordringar, Svensk Standard SIS 23 51 11, Sveriges Standardiseringskommission, Stockholm 1975.
- [6] BST Byggstandardiseringen: Träfiberskivor, Provning, Svensk Standard SIS 23 51 13, Sveriges Standardiseringskommission, Stockholm 1975.
- [7] Cedervall Krister, Lorentsson Mogens, Östlund Lars mfl: Betonghandbok utg 2 Konstruktion, AB Svensk Byggtjänst och Cementa AB, Stockholm 1990.
- [8] Dinwoodie J.M, Higgins Jo-Anne, Paxton B.H, Robson D.J: Creep research on Particleboard, Building Research Establishment, Watford UK, Watford july 1989.
- [9] Eurocode 5 Editorial Group: Eurocode 5: Design of Timber Strukture Part 1: General Rules and Rules for Buildings.
- [10] Gressel Peter: Zeitstandbiegeverhalten von Holzwerkstoffen in Abhängigkeit von Klima und Belastung. Utdrag ur Holz als Roh- und Werkstoff 30 (1972) s. 259-266, Springer-Verlag 1972.
- [11] Hillerborg Arne: Allmän kurs i Byggnadsmateriallära, Tekniska Högskolan i Lund, Byggnadsmateriallära, Lund 1983.
- [12] Johannesson Bengt: Typprovning av träkonstruktioner, Teknisk Rapport SP-RAPP19-82:19, Statens Provningsanstalt, Byggnadsteknik, Borås 1982.
- [13] Johansson Carl-Johan: Tillverkningskontroll inom byggträområdet, Teknisk Rapport SP-RAPP 1981:42, Statens Provningsanstalt, Byggnadsteknik, Borås 1981.
- [14] Johannesson Bengt, Johansson Carl-Johan: Typprovning för träkonstruktioner, Teknisk Rapport SP-RAPP 1983:12, Statens Provningsanstalt, Byggnadsteknik, Borås 1983.
- [15] Lundgren S. Åke: Träskivor som byggnadsmaterial del 1, Akademisk avhandling, Lunds Tekniska Högskola, Nyköping 1967.

- [16] Mårtensson Annika: Interaction between moisture and stress in wooden materials, Report TVSM-3011, Lund Institute of Technology, Division of Structural Mechanics, Lund 1988.
- [17] Mohager Sepehr: Studier av krypning av trä, TRITA-BYMA 1987:1, Kungliga Tekniska Högskolan Stockholm, Byggnadsmateriallära, Stockholm 1987.
- [18] Niemz Peter: Untersuchungen zum Wesen der Kriechverformung von Spanplatten, Utdrag ur Holztechnologie 22 (1981) 4 s. 215-221.
- [19] Nordtest: Light-weight beams of wood: Loadbearing capacity and rigidity, NT BUILD 327, Nordtest, Esbo 1987.
- [20] Pierce C.B, Dinwoodie J.M and Paxton B.H: Creep in chipboard part 6: Time to failure analysis under steady state conditions. Utdrag ur Wood Science Tehnology 20:281-292 (1986), Springer-Verlag 1986.
- [21] Price Eddie W: Creep behavior of flakeboards made with a mixture of southern species, Utdrag ur Wood and Fiber Science 17 (1) 1985 pp 58-74, USDA-Forest Service Southern Forest Experiment Station, Pineville, LA 71360.
- [22] Statens Planverk: Hållfastdimensionering genom provning, SBN Godkännanderegler 1975:4, Liber Förlag, Stockholm 1976.
- [21] Statens Planverk: SBN avd 2A Bärande Konstruktioner, Statens planverks författningssamling 1979:7, Liber Förlag, Stockholm 1980.
- [22] Stensgård Göran: Utdrag ur Väg- och vattenbyggaren nr 2/90, Svenska Väg- och vattenbyggares Riksförbund, Stockholm 1990.

BILAGA 1

DEFORMATION-BROTTDIAGRAM, FÖRBEREDANDE PROVNING STEG 1

INNEHÅLL

34x45 K24, homogen träbalk, Test 001	sid 1
34x45 K40, lådprofil av board, Test 002	sid 1
34x45 K40, parallellprofil av board, Test 003	sid 1
Bild 1-3, Test 001-003	sid 2

Anm.

De två kurvorna i diagrammet visar deformationen på vänster respektive höger sida av balken.

Provning

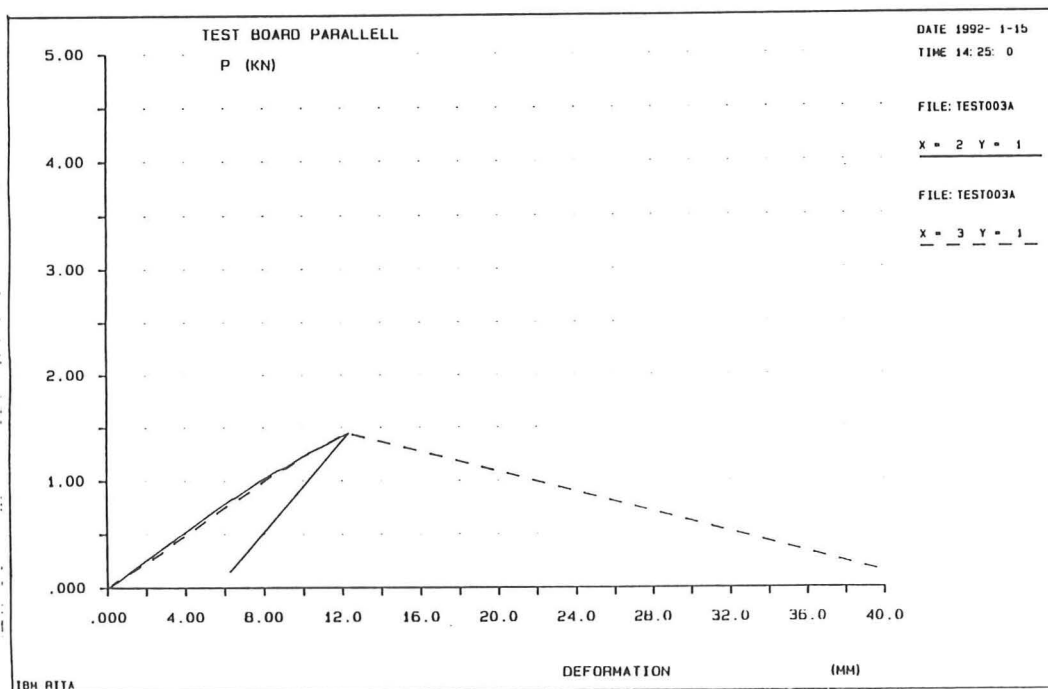
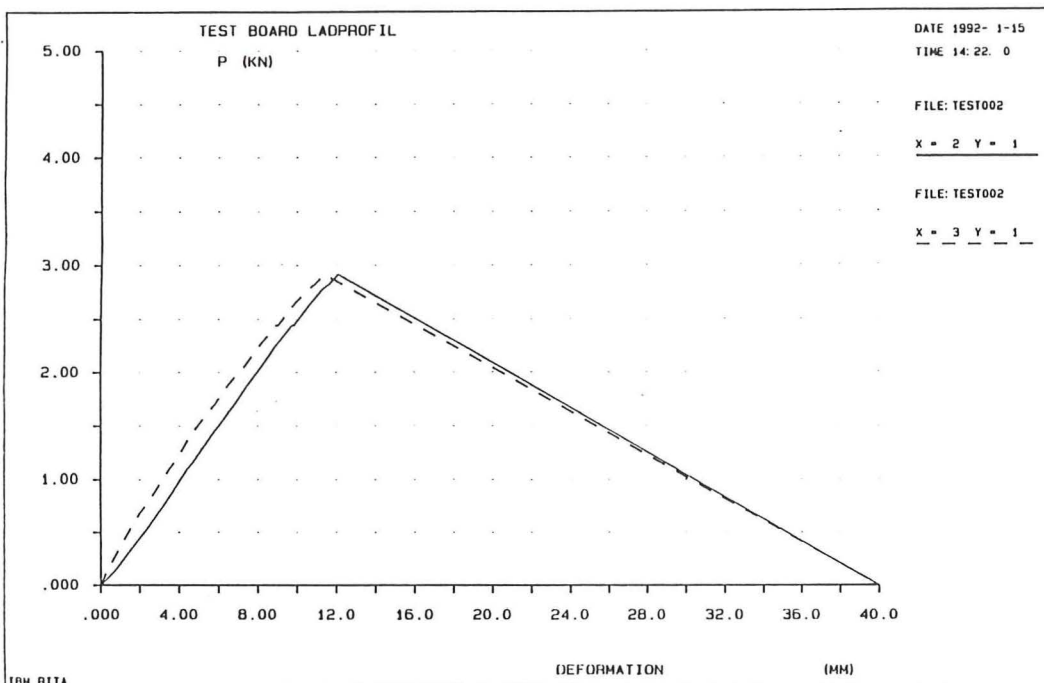
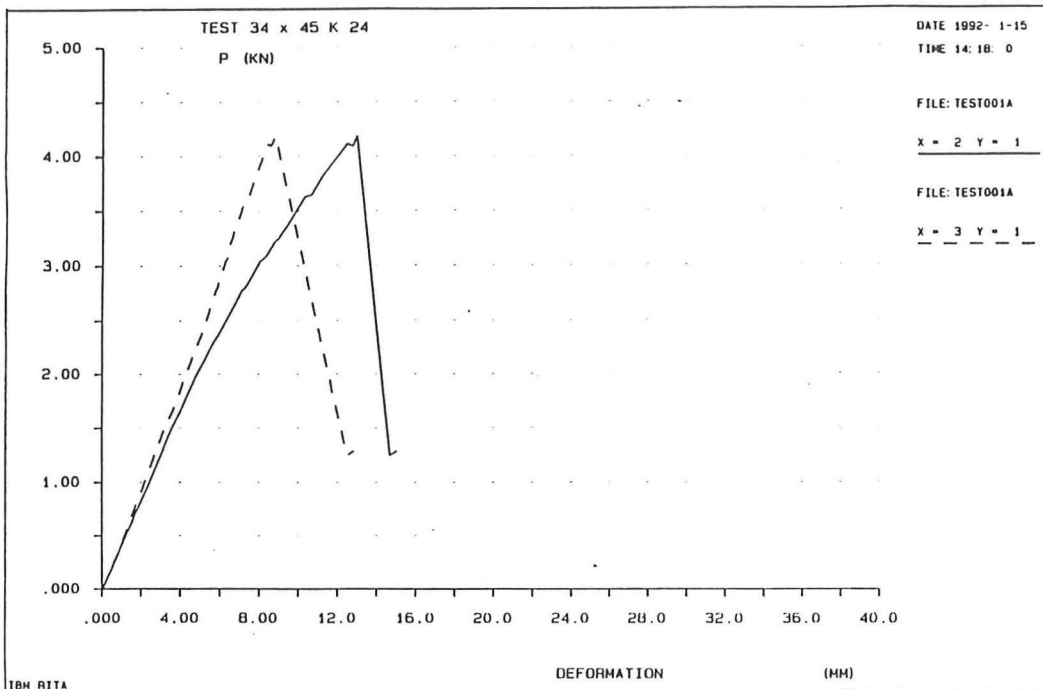
Datum: 1992-01-15

Plats: LTH, V-husets laboratoriehall

Assistent: Ing Per-Olof Rosenkvist

Provningsutrustning

- LTH:s provbänk med dubbla potenstiometrar.
- Bofors kraftmätare, nr 285.



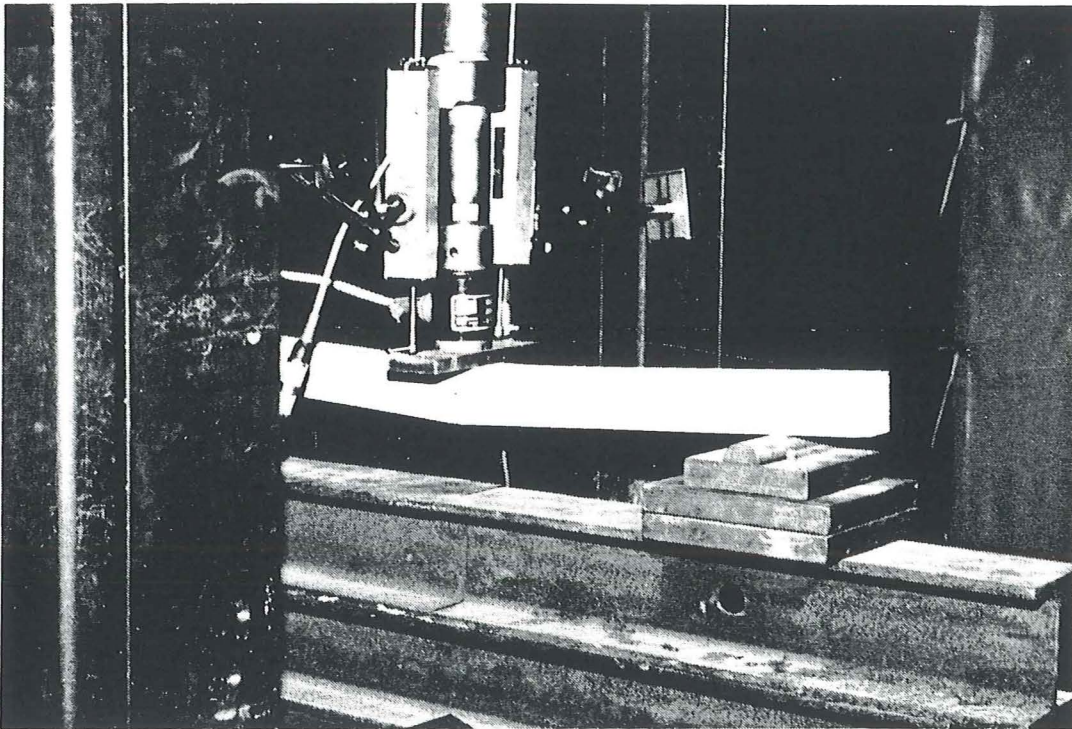


Bild 1, Test 001

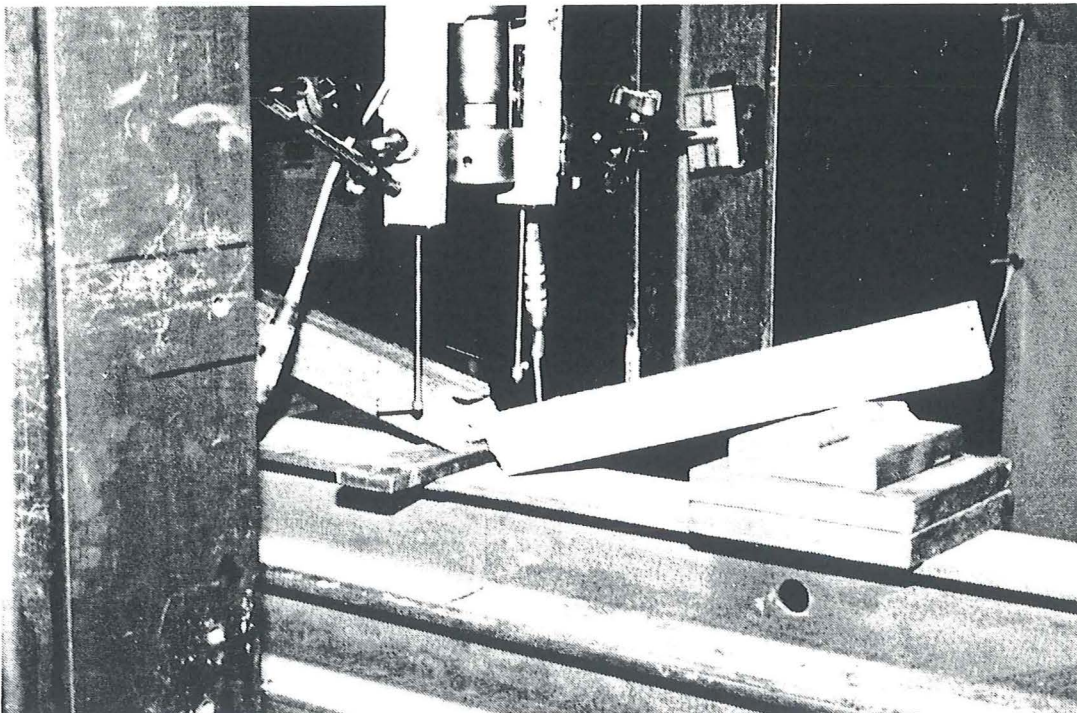


Bild 2, Test 002

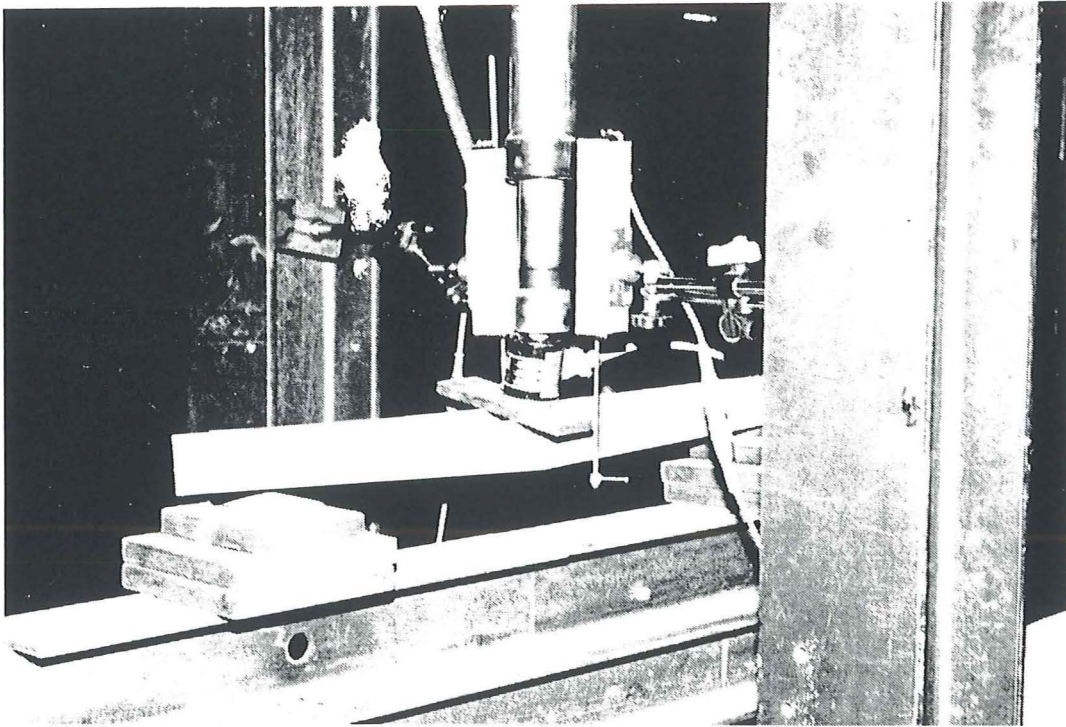


Bild 3, Test 003

BILAGA 2

PROVNINGS PROTOKOLL NR 1 OCH NR 2

INNEHÅLL

Provningsprotokoll nr 1	sid 1
Provningsprotokoll nr 2	sid 2
Bild 1, Trä K30	sid 3
Bild 2, Spånskiva V313	sid 3

Provningsutrustning

- LTH:s provbänk med dubbla potenstiometrar.
- Bofors kraftmätare, nr 285 (provning dat 1992-03-19).
- Bofors kraftmätare, LTH C95 (provning dat 1992-04-29).
- Värmeskåp.
- Våg.

PROVNINGSPROTOKOLL NR 1

Datum: 1992-03-19¹⁾
 Plats: LTH, V-huset laboratoriehall
 Assistent: Ing Per-Olof Rosenkvist

Material	Prov		lakttagelser	Avläst brottlast(kN)	Foto
Trä K30	PROVA2	001	Dragbrott i 1/3pkt	5.70	
		002	Dragbrott mitt i	6.70	
		003	Dragbrott	6.40	
		004	Dragbrott, välvning	7.60	
		005	Dragbrott vid knagg, mitt	4.30	X
		006	Dragbrott	7.40	
Board K40	PROVB2	001	Dragbott mitt o innan 1/3pkt	2.40	
		002	Dragbrott mitt	2.70	
		003	Dragbrott mitt	2.60	
		004	Dragbrott mitt	2.60	
		005	Dragbrott innan 1/3pkt	2.60	
		006	Dragbrott innan 1/3pkt	2.30	
Spån V313	PROVC2	001	Dragbrott mitt	1.20	
		002	Dragbrott mitt	1.20	
		003	Dragbrott mitt	1.20	
		004	Dragbrott mitt	1.00	
		005	Dragbrott mitt	1.00	X
		006	Dragbrott mitt	1.00	
Spån V20	PROVD2	001	Dragbrott mellan mitt o 1/3pkt	0.60	
		002	Dragbrott efter 1/3pkt	0.60	
		003	Dragbrott efter 1/3pkt	0.50	
		004	Dragbrott mitt o 1/3pkt	0.50	
		005	Dragbrott innan 1/3pkt	0.50	
		006	Dragbrott mitt o 1/3pkt	0.50	
MDF	PROVE2	001	Dragbrott innan 1/3pkt	1.80	
		002	Dragbrott mitt i 1/3pkt	1.60	
		003	Dragbrott mitt	2.00	
		004	Dragbrott mellan mitt o 1/3pkt	1.80	
		005	Dragbrott innan 1/3pkt	1.70	
		006	Dragbrott efter 1/3pkt	1.80	

¹⁾ Provning med plywood P30, tjocklek 10 mm utfördes 1992-04-29, se provningsprotokoll nr 2.

Forts.

Plyw P30 tj=7.5 mm	PROVF2	001	Dragbrott mellan mitt o 1/3pkt	2.30
		002	Dragbrott 1/3pkt, vältning	2.00
		003	Dragbrott mitt i 1/3pkt	1.80
		004	Dragbrott innan 1/3pkt	2.30
		005	Dragbrott innan 1/3pkt,vältning	2.60
		006	Dragbrott efter 1/3pkt	2.90
OSB	PROVG2	001	Dragbrott efter 1/3pkt	1.80
		002	Dragbrott efter 1/3pkt	1.60
		003	Dragbrott mitt	2.40
		004	Dragbrott innan 1/3pkt	2.00
		005	Dragbrott mitt i 1/3pkt	2.30
		006	Dragbrott efter 1/3pkt	2.40

PROVNINGSPROTOKOLL NR 2

Datum: 1992-04-29
 Plats: LTH, V-huset laboaratoriehall
 Assistent: Ing Per-Olof Rosenkvist

Material	Prov		Iakttagelser	Avläst brottlast(kN)	Foto
Plyw P30 tj=10 mm	PROVF3	001	Dragbrott mitt i	2.90	
		002	Dragbrott mitt i o 1/3 pkt	3.20	
		003	Dragbrott mitt i	3.20	
		004	Dragbrott mitt i o 1/3 pkt	3.60	
		005	Dragbrott mitt i o 1/3 pkt	2.40	
		006	Dragbrott mitt i	3.10	

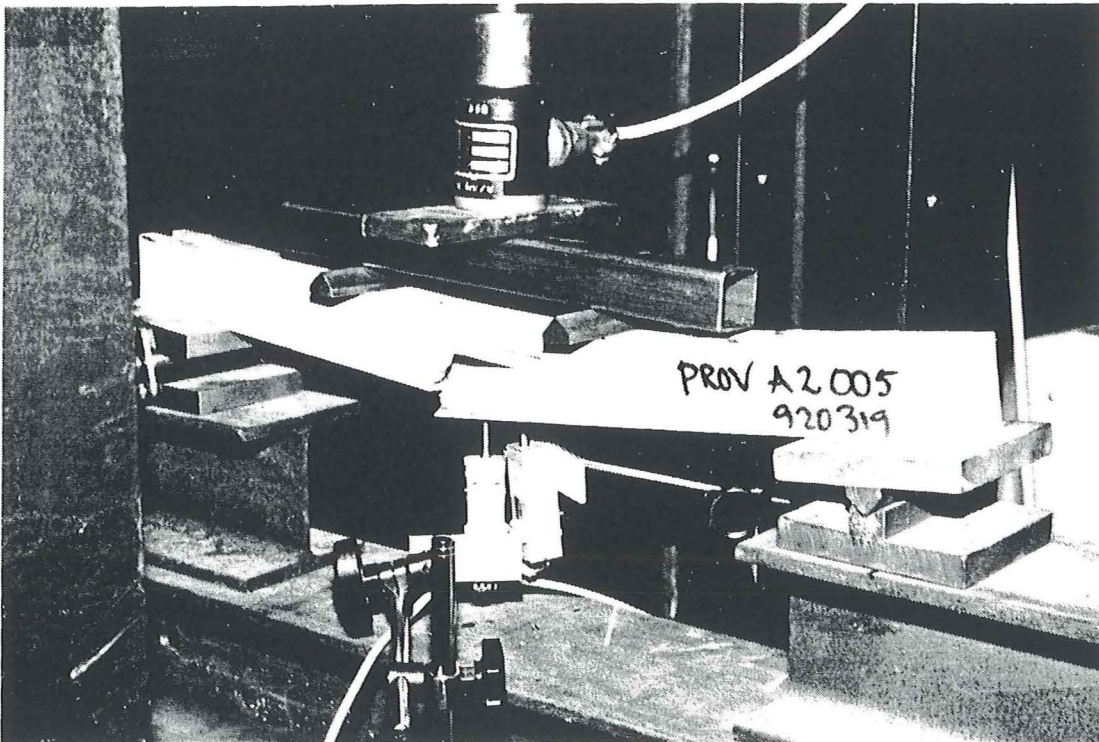


Bild 1, PROVA2 005

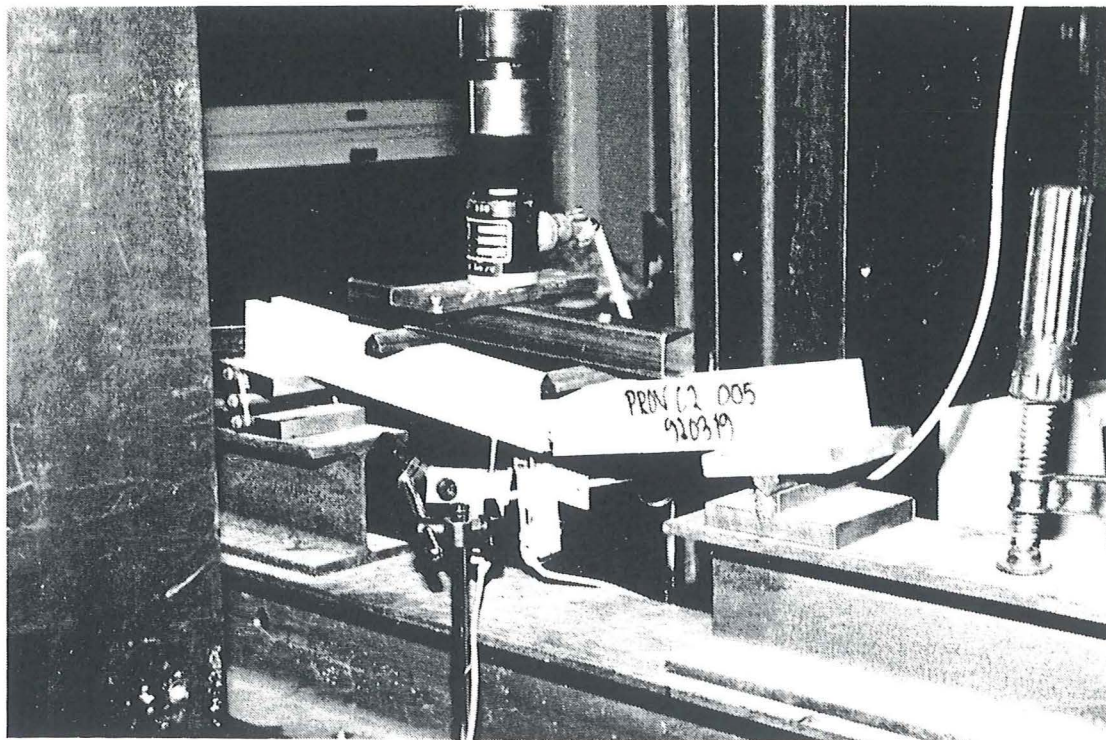


Bild 2, PROVC2 005

BILAGA 3

PROVNINGSPROTOKOLL NR 3 OCH NR 4

INNEHÅLL

Provningsprotokoll nr 3
Provningsprotokoll nr 4

sid 1

sid 1

Provningsutrustning

- Värmeskåp.
- Våg.

PROVNINGSPROTOKOLL NR 3

Bestämning av fuktkvot i provbitar från brottprovning dat 920319.

Datum: 1992-04-13
 Plats: LTH, V-huset rum 1483
 Assistent: Agnetha Olsson

Material	Prov	Vikt före torkning (g)	Vikt efter torkning (g)	Fuktkvot (%)
Trä K30	PROVA2	7.26	6.62	9.67
Board K40	PROVB2	6.88	6.44	6.83
Spån V313	PROVC2	6.43	5.99	7.35
Spån V20	PROVD2	6.32	5.93	6.58
MDF	PROVE2	6.58	6.13	7.34
Plyw P30	PROVF2	3.18	2.98	6.71
OSB	PROVG2	6.82	6.44	5.90

PROVNINGSPROTOKOLL NR 4

Bestämning av fuktkvot i provbitar från brottprovning dat 920429.

Datum: 1992-07-01
 Provningsanstalt: LTH, V-huset rum 1483
 Assistent: Agnetha Olsson

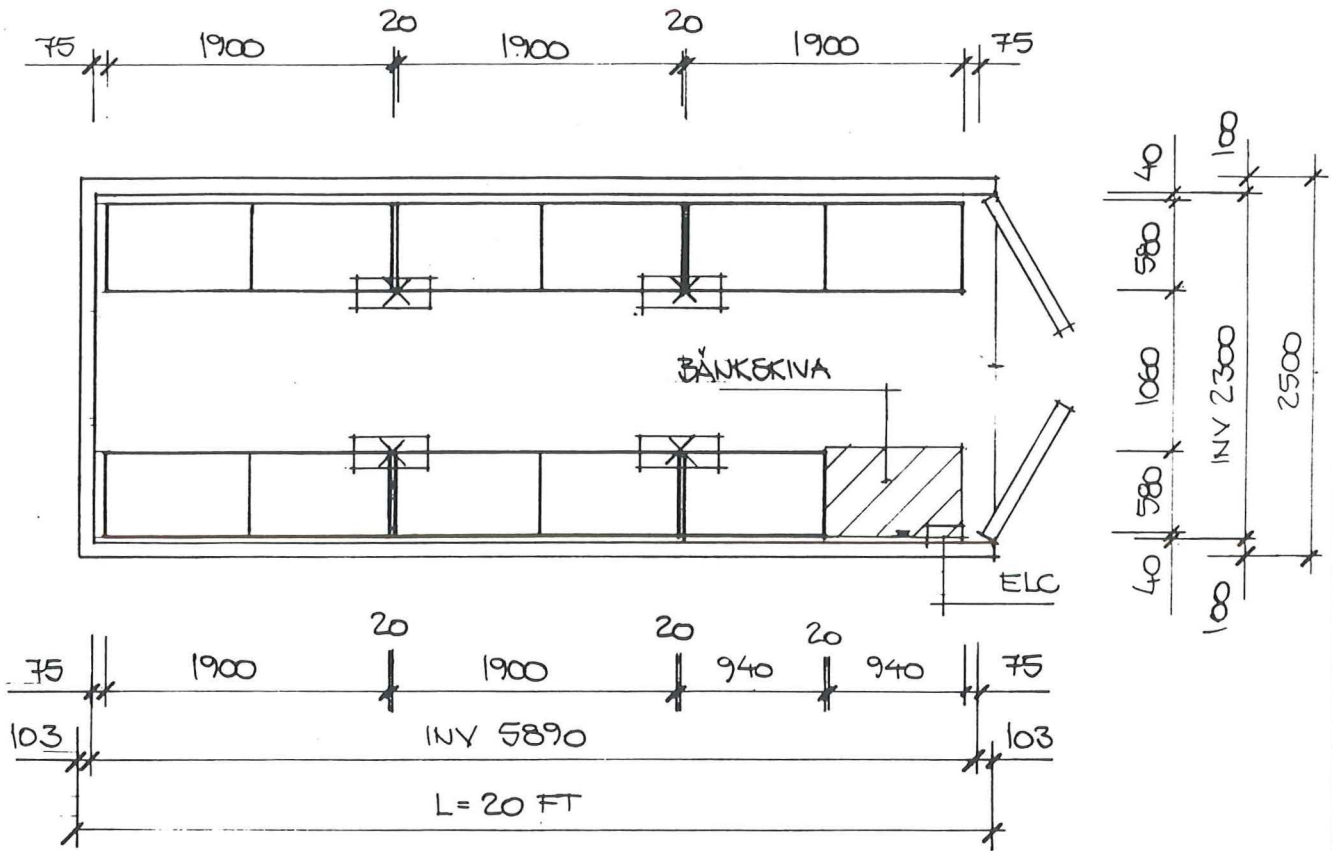
Material	Prov	Vikt före torkning (g)	Vikt efter torkning (g)	Fuktkvot (%)
Plyw P30	PROVF3	7.38	6.75	9.33

BILAGA 4

RITNINGAR

INNEHÅLL

Ritning K1, Container 1, plan	sid 1
Ritning K11A, Provbänk typ 1a och 1b, detalj	sid 2
Ritning K12A, Provbänk typ 1a och 1b, detaljer	sid 3
Ritning K13A, Lastok, detalj	sid 4
Ritning K14A, Lastok, detalj	sid 5
Ritning K15, Upplag, detaljer	sid 6
Ritning K16, Vikt typ 1, 2a och 2b	sid 7



HÖJD, INV = 2350

PLAN, 1:50

Förklaringar

 LYSRÖRSÄRMATUR

ELC 380 V, 3-FAS, 16A
MED JORDFELSBRYTARE

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Johan Griegs väg 1 223 63 Lund Box 118 22100 Lund
Telefon 0462 10 70 00 Fax 0462 33 33 33

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
Provning av långtidseffekter - skivmaterial

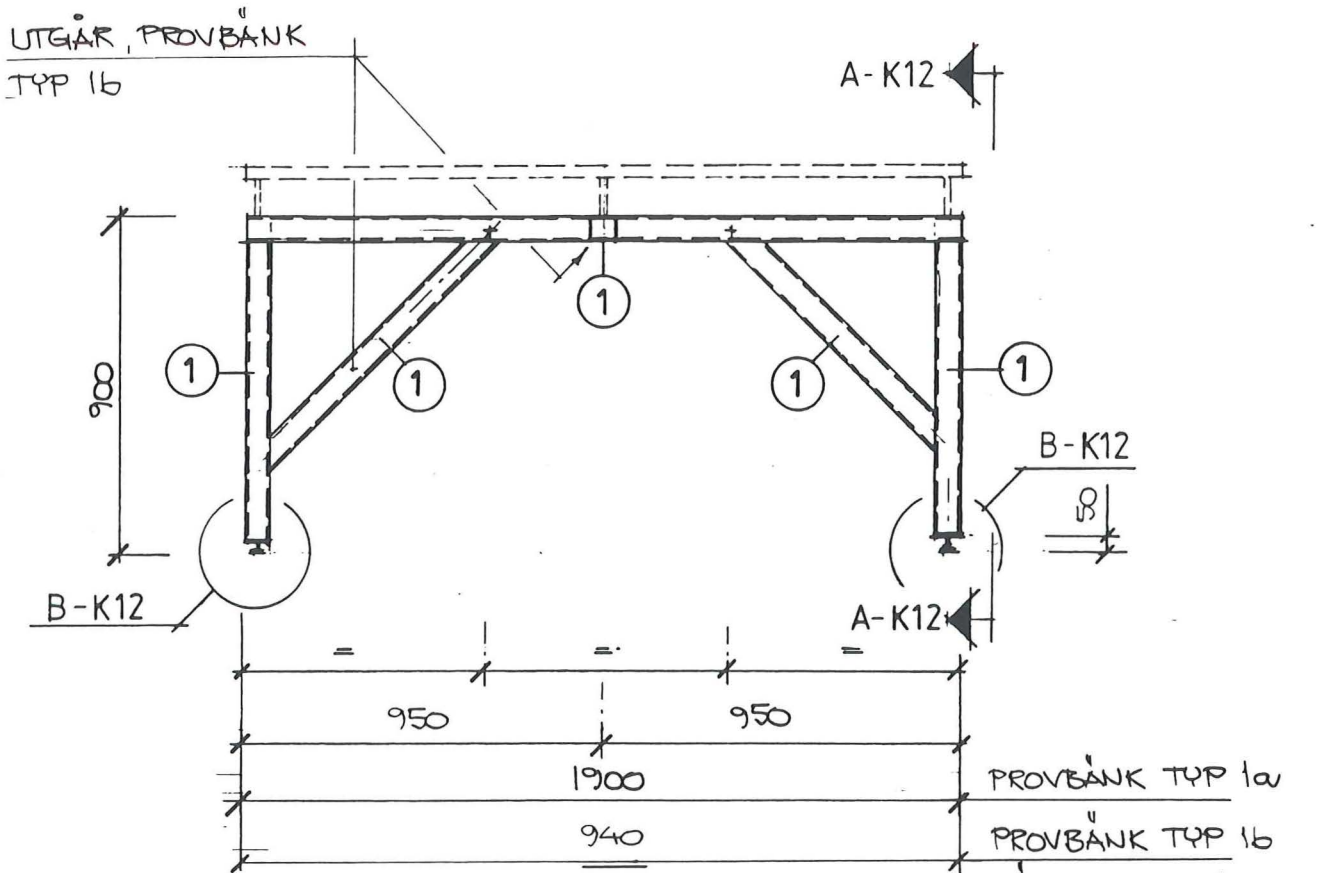
CONTAINER 1
PLAN

SKALA 1:50

Ritad konstruerad av Handläggs av

Granskad godkänd av Datum
1992-03-11

Arbetsnummer Ritningsnummer | Reg
K 1



PROVBÄNK TYP 1a,b 1:20

ANTAL: TYP 1a 5ST ; TYP 1b 1ST

VIKT: TYP 1a ~ 75 kg ; TYP 1b ~ 30 kg

(VIKTER EXKL PROVRIGG)

① VKR 70x70x3,6

PROVBÄNK TYP 1a

PROVBÄNK TYP 1b

FÖRSES MED HOR
STÄG ϕ 25 RUNT OM
EUL A-K12

Föreskrifter

STÅL: STÅL K12, DÅR EJ ANNAT ANGES

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

A	ALLMÄN	92-03-11
Reg	Ant	Registreringen avser
		Sign
		Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Janne Ericsonsgötg 1 223 63 Lund Box 118 221 00 Lund
Telefon: 046/10 70 00 1992 5-335-33 LUNDVER

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER

Provning av långtidseffekter - skivmaterial

PROVBÄNK TYP 1a,b

DETALJ

SKALA 1:20

Arbetsnummer

Ritningsnummer

Reg

Ritad konstruerad av

Handläggs av

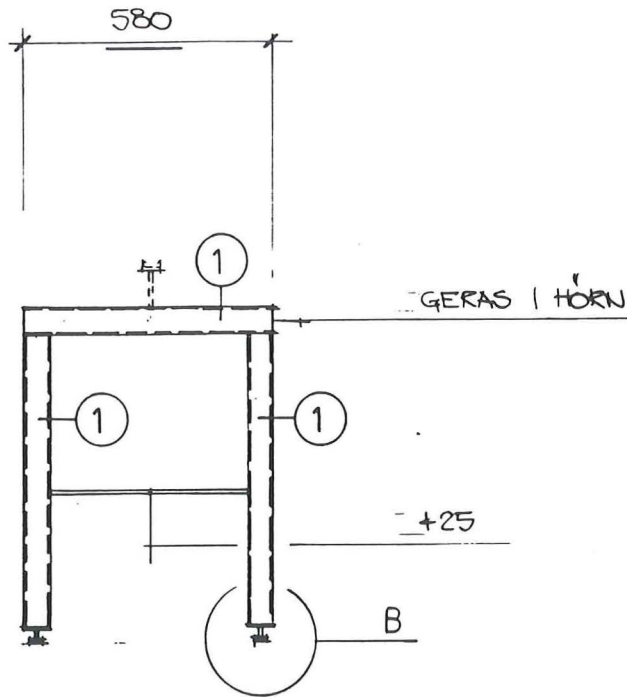
Granskad godkänd av

Datum

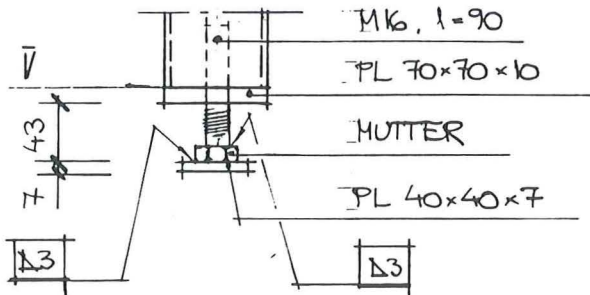
1992-02-01

K 11

A



A, 1:20



B, 1:5

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

A	ALLMÄN			92-03-11
Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Johan Ericssons väg 1 223 03 Lund · Box 118 221 00 Lund
Telefon: 046/10 70 00 · Fax: 5-339-33 LÄPPVÄR

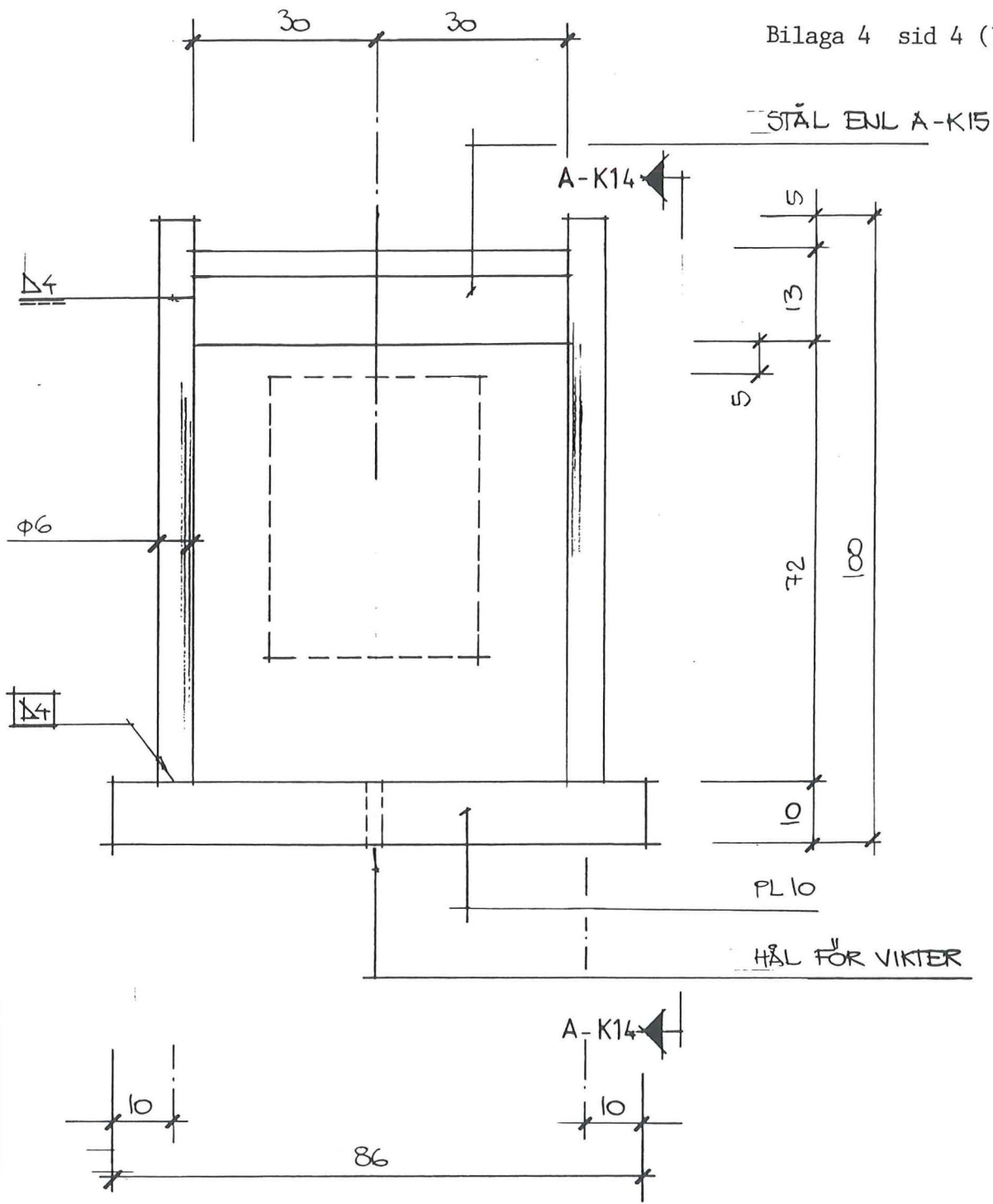
EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
Provning av långtidseffekter - skivmaterial

PROVBÄNK TYP 1a,b
DETALJER

SKALA 1:20, 1:5

Ritad konstruerad av	Handläggs av
Granskad godkänd av	Datum 1992-02-01

Arbetsnummer	Ritningsnummer K12	Reg A
--------------	-----------------------	----------



ANTAL: 21 ST

A, 1:1

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

A	ALLMÄN	92-03-11
Reg	Ant	Registreringen avser
	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Järnvägstråden väg 1 223 63 Lund · Box 118 221 00 Lund
Telefon: 048/10 70 00 1040 5-333-33 LUNDAVER

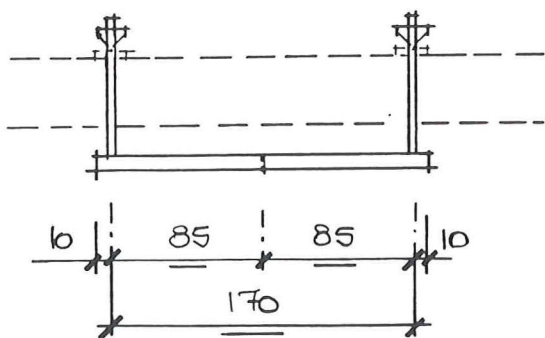
EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
Provning av långtidseffekter - skivmaterial

LASTOK
DETALJ

SKALA 1:1

Ritad konstruerad av	Handläggs av
Granskad godkänd av	Datum 1992-02-01

Arbetsnummer	Ritningsnummer K13	Reg A
--------------	-----------------------	----------



A, 1:5

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

A	MÅTT	92-03-24		
Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Johan Ericssons väg 1 223 63 Lund Box 118 221 00 Lund
telefon: 046/10 70 00 fax: 5-333-33 LUNDVER

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
Provning av långtidseffekter - skivmaterial

LASTOK

DETALJ

SKALA 1:5

Ritad konstruerad av

Handläggs av

Granskad godkänd av

Datum
1992-03-11

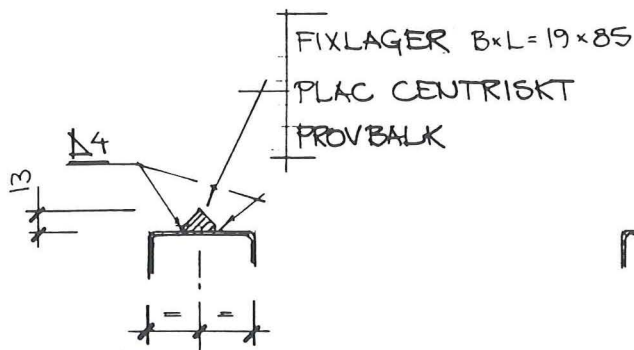
Arbetsnummer

Ritningsnummer

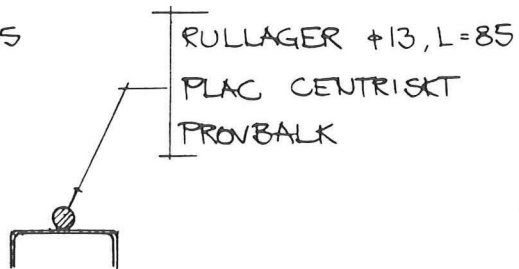
K 14

Reg

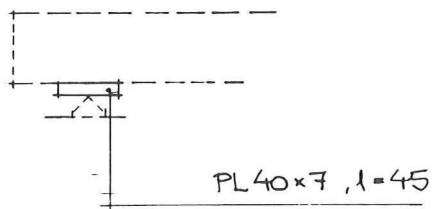
A



A, 1/5



B, 1/5



C, 1/5

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum
-----	-----	----------------------	------	-------

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
Avdelningen för Bärande Konstruktioner
Jan Erssonsgatan 1 223 63 Lund Tel 040 22100 Lund
Telefax 040 10 70 00 Telex 5-339-33 LUNVEA

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
Provning av långtidseffekter - skivmaterial

UPPLAG
DETALJER

SKALA 1/5

Ritad konstruerad av

Handläggs av

Granskad godkänd av

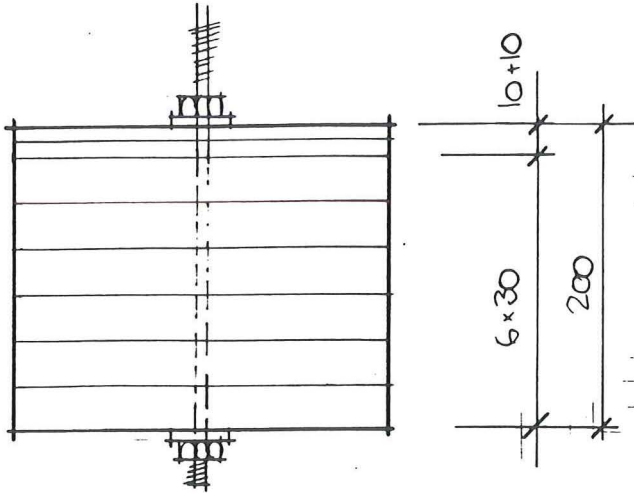
Datum
1992-03-11

Arbetsnummer

Ritningsnummer

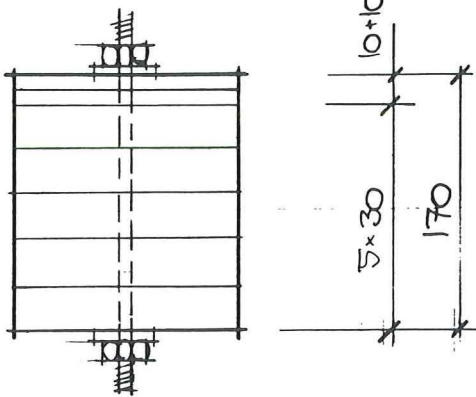
K15

Reg



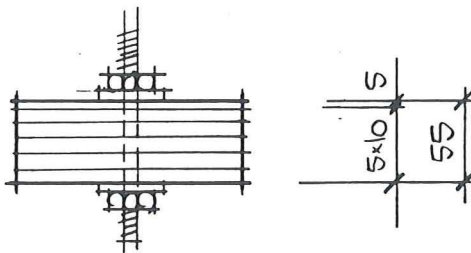
ANTAL: 3 ST
TOT VIKT: 100 kg INKL OK
PLÅT: PL 250x250xt
STÅNG: HELGÅNGAD M8
 1-300 MED MUTTER
 + BRICKA

VIKT TYP 1, 1:5



ANTAL: 12 ST
TOT VIKT: 30 kg INKL OK
PLÅT: PL 150x150xt
STÅNG: ENL VIKT TYP 1

VIKT TYP 2a, 1:5



ANTAL: 6 ST
TOT VIKT: 10 kg INKL OK
PLÅT: PL 150x150xt
STÅNG: ENL VIKT TYP 1

VIKT TYP 2b, 1:5

Jan Nordh V88
Thomas Nordh V88

Reg	Ant	Registreringen avser	Sign	Datum

Obs! Denna ritning får ej användas för beställning eller utförande utan att här ovanför vara försedd med texten "Arbetsritning"



Tekniska Högskolan i Lund
 Avdelningen för Bärande Konstruktioner
 Janis Ericassons väg 1 223 63 Lund Box 118 22100 Lund
 telefon: 046/1070 00 fax: 8-339-33 LUNNEN

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER
 Provning av långtidseffekter - skivmaterial

Ritad konstruerad av	Handläggs av
Granskad godkänd av	Datum 1992-04-13

Arbetsnummer	VIKT TYP 1,2 a,b	SKALA 1/5
Ritningsnummer	K 16	Reg

BILAGA 5

KONSTRUKTIONSBERÄKNINGAR PÅFÖRD LAST

INNEHÅLL

Förutsättningar	sid 1
Förklaringar	sid 1
Laster	sid 2
Dimensionerade värde brottgränstillstånd	sid 2
Dimensionerade värde bruksgränstillstånd	sid 2
Tillåten påförd last	sid 2
Tillåten påförd last-brottprovning dat 920320	sid 3

Förutsättningar:

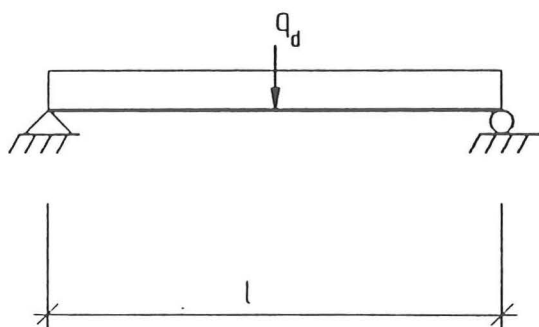
Ett bottenbjälklag till ett bostadshus kan innehålla konstruktionselement av de olika material som vi skall undersöka i långtidsprovningen. Elementen är då placerade så att de utsätts för böjning på högkant. Detta är också fallet i vår provning.

Med utgångspunkt från detta erhåller man erforderlig påförd last för långtidsprovningen enligt följande modell:

- De dimensionerade värdena i brott- respektive bruksgränstillstånd för lokaltyp 1 enligt NR.
- Förhållandet mellan bruksgränstillstånd och brottgränstillstånd multiplicerat med det brottvärde man får vid korttidsprovning.
- Hänsyn tages till omräkningsfaktor k_r för de olika materialen i klimatklass 2 och den mest kortvariga lasten i en lastkombination B.
- Hänsyn tages till säkerhetsklass 2.

Förklaringar:

- Lasttyp B: Den fria lastdelen av nyttig last av inredning och personer.
- Klimatklass 2: Miljö vars relativa fuktighet endast under kortare perioder överstiger 65% och aldrig når 80%, t ex krypgrundsbjälklag.
- Säkerhetsklass 2: Någon risk för svåra personskador med hänsyn till brott i konstruktionen.



Figur 1. Lastmodell

Laster

egentyngd:	$q_k=0.35 \text{ kN/m}^2$	
nyttig last, bunden:	$q_k=0.50 \text{ kN/m}^2$	$(\psi_1=1.0)$
nyttig last, fri:	$q_k=1.50 \text{ kN/m}^2$	$(\psi_1=1.0)$

Dimensionerade värde brottsgränstillstånd:

$$q_d=1.0 \times 0.35 + 1.3(0.5 + 1.5) = 2.95 \text{ kN/m}^2$$

Dimensionerade värde bruksgränstillstånd:

$$q_d=1.0 \times 0.35 + 1.0(0.5 + 0) = 0.85 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Förhållande} = \frac{0.85}{2.95} = 0.29$$

Tillåten påförd last:

$$F_k = \frac{0.29 \mathcal{K}_r}{\gamma_m \times \gamma_n} R_k \quad [\text{N}]$$

$$F_k = \frac{0.29 \mathcal{K}_r}{1.3 \times 1.1} R_k = 0.2028 R_k \quad [\text{N}]$$

R_k = medelvärde av brottlast från korttidsprovning.

\mathcal{K}_r = omräkningsfaktor för beräkning av bärförmåga.

γ_m = 1.3, partialkoefficient som beaktar osäkerheten i bestämningen av bärförmåga.

γ_n = 1.1, partialkoefficient som beaktar säkerhetsklassen.

ψ_1 = lastreduktionsfaktor för långtidslast.

Material	α_r
Trä K30	0.80
Board K40	0.55
Spånskiva V313	0.55
Spånskiva V20	0.55
MDF	0.55*
Plywood P30	0.80
OSB	0.55*

Tabell 1. Omräkningsfaktor α_r

* = antaget värde

Tillåten påförd last

Material	Brottlast ¹⁾ medelvärde (kN)	Tillåten på- förd last(kN)	Tillåten på- förd last (kg)
Trä K30	6.35	1.03	103
Board K40	2.58	0.28	28
Spånskiva V313	1.10	0.12	12
Spånskiva V20	0.53	0.06	6
MDF	1.78	0.20	20
Plywood P30 ²⁾	2.32	0.38	38
OSB	2.08	0.23	23

Tabell 2. Tillåten påförd last.

¹⁾ Värden från brottprovning dat 920320.

²⁾ Värdet på brottlasten bör vara 3.07 kN enligt 3.4.5, vilket ger tillåten påförd last 0.50 kN.

BILAGA 6

PROVNINGSPROTOKOLL

INNEHÅLL

Exempel på provningsprotokoll sid 1

EXAMENSARBETE BÄRANDE KONSTRUKTIONER

Provning av långtidseffekter - skivmaterial

PROVNINGS PROTOKOLL nr:

Datum:

Kl:

Tid efter start:

Temp (°C):

RF(%):

Ref. balk:

Material- typ:	Balk nr:	Avläst värde:			mv
		1	2	3	
A	1				
	2				
	3				
B	1				
	2				
	3				
C	1				
	2				
	3				
D	1				
	2				
	3				
E	1				
	2				
	3				
F	1				
	2				
	3				
G	1				
	2				
	3				

BILAGA 7

MÄTRESULTAT LÅNGTIDSDEFORINATION

INNEHÅLL

Trä K30	sid 1
Board K40	sid 3
Spånskiva V313	sid 5
Spånskiva V20	sid 7
MDF	sid 9
Plywood P30	sid 11
OSB	sid 13

Material: Trä K30

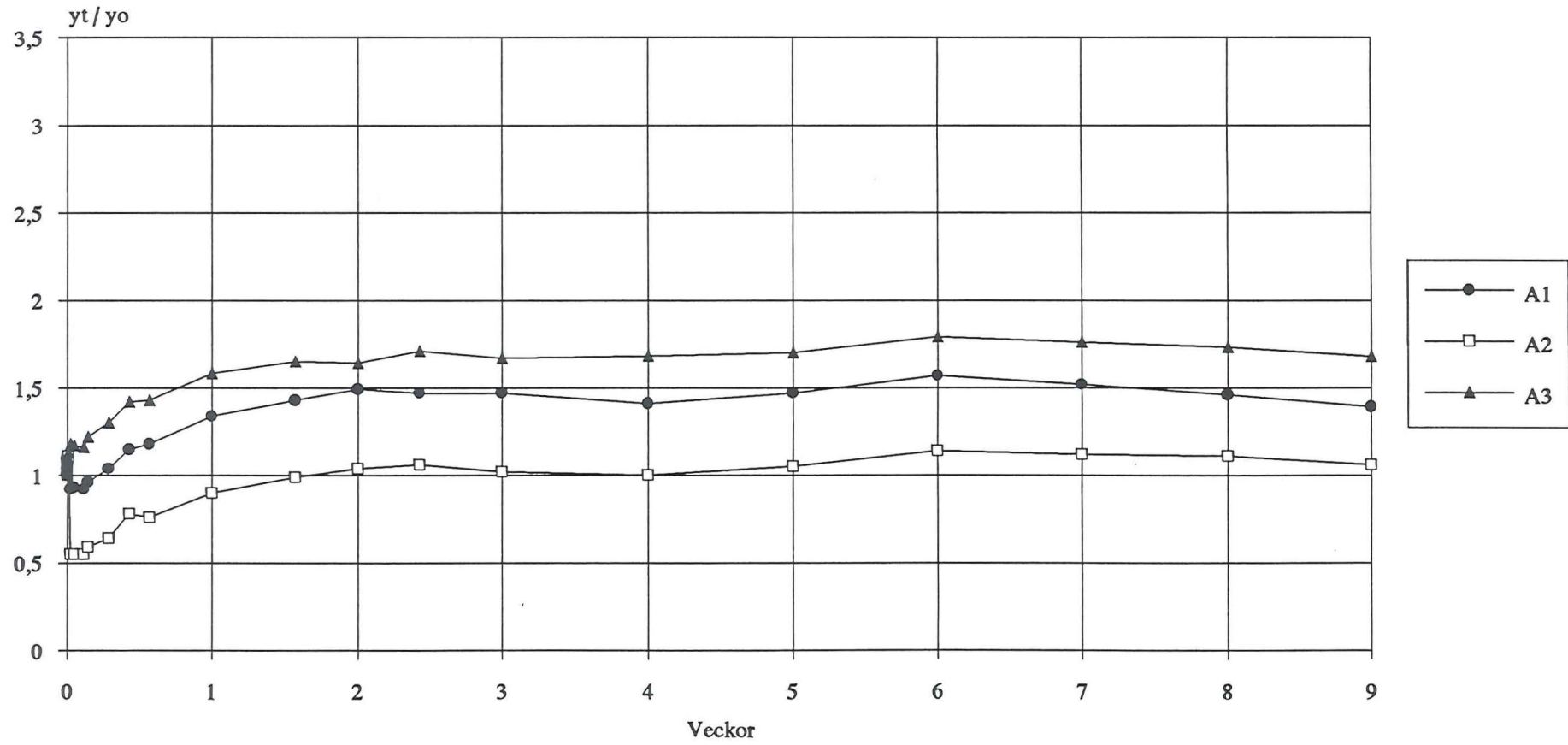
Tjocklek: 12.0 mm

Startdag: 920518

 Kl: 13.58 A1
 14.06 A2
 15.42 A3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	A1		A2		A3	
		y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0
15 s	28/26	1.36	1.00	1.60	1.00	1.68	1.00
30 s	28/26	1.37	1.01	1.61	1.01	1.70	1.01
60 s	28/26	1.42	1.04	1.62	1.01	1.72	1.02
5 min	28/26	1.48	1.09	1.66	1.04	1.76	1.05
15 min	28/26	1.49	1.10	1.70	1.06	1.80	1.07
30 min	28/26	1.49	1.10	1.75	1.09	1.84	1.10
1 h	28/26	1.49	1.10	1.78	1.11	1.89	1.13
4 h	25/28	1.26	0.92	0.88	0.55	1.99	1.18
8 h	16/38	1.27	0.93	0.88	0.55	1.96	1.17
19 h	18.5/41	1.25	0.92	0.88	0.55	1.95	1.16
24 h	28/28	1.31	0.96	0.94	0.59	2.05	1.22
2 d	28/27	1.41	1.04	1.03	0.64	2.18	1.30
3 d	40/17	1.57	1.15	1.24	0.78	2.30	1.42
4 d	19,5/40	1.60	1.18	1.22	0.76	2.41	1.43
7 d	32/22	1.82	1.34	1.47	0.90	8.65	1.58
11 d	21/30	1.94	1.43	1.59	0.99	2.78	1.65
14 d	21,5/28	2.02	1.49	1.67	1.04	2.76	1.64
17 d	40/20	2.00	1.47	1.69	1.06	2.87	1.71
21 d	30/26	2.00	1.47	1.63	1.02	2.81	1.67
28 d	25/40	1.92	1.41	1.60	1.00	2.82	1.68
35 d	24/37	2.00	1.47	1.68	1.05	2.85	1.70
42 d	29/32	2.13	1.57	1.82	1.14	3.00	1.79
49 d	22/39	2.07	1.52	1.79	1.12	2.95	1.76
56 d	21/70	1.99	1.46	1.77	1.11	2.90	1.73
63 d	28/62	1.89	1.39	1.69	1.06	2.82	1.68

TRÄ K30 t=12,0 mm LITT A1-A3



Material: Board K40

Tjocklek: 7,5 mm

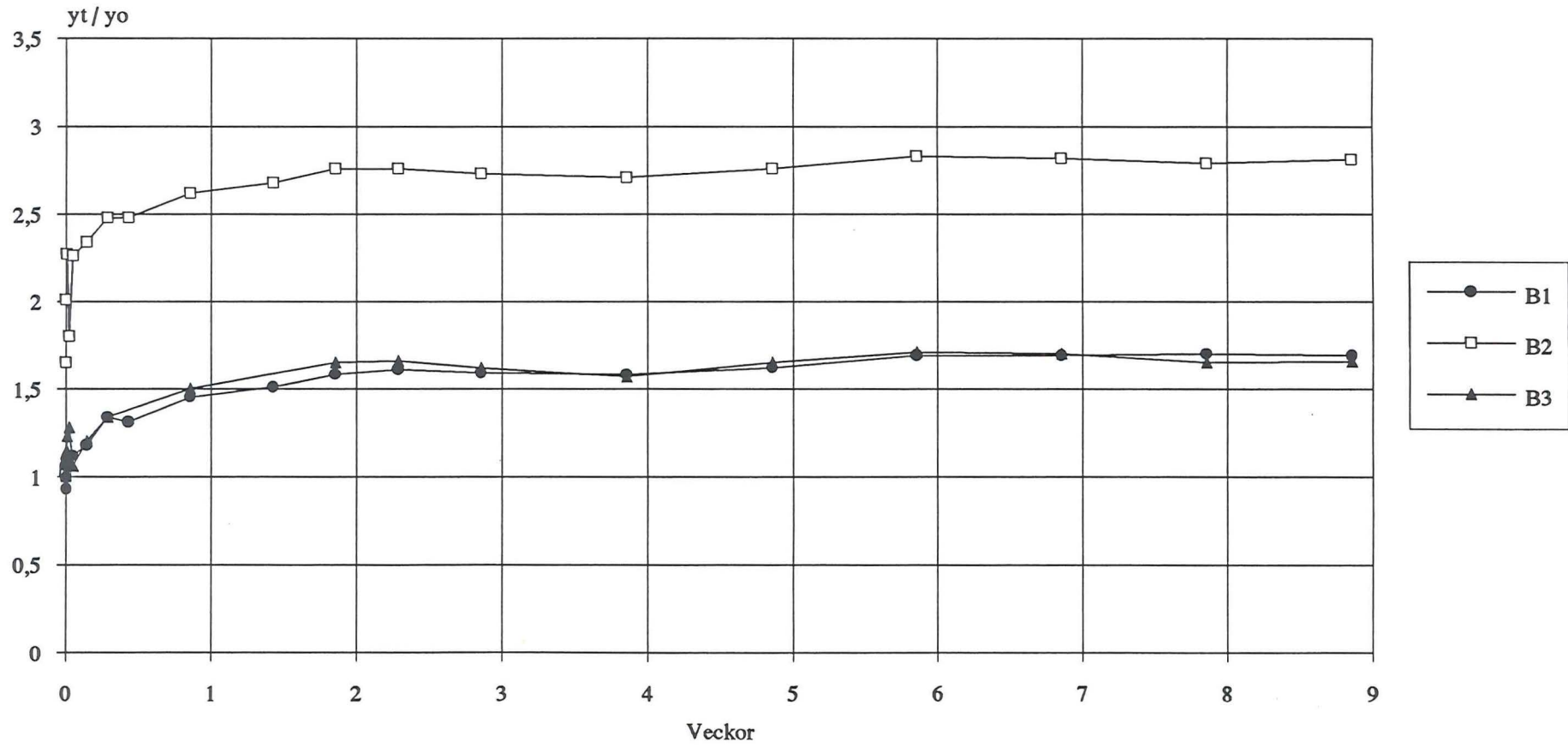
Startdag: 920519

 Kl: 15.12 B1
 15.35 B2
 16.05 B3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	B1		B2		B3	
		y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0
15 s	27/30	1.10	1.00	1.06	1.00	1.05	1.00
30 s	27/30	1.11	1.01	1.07	1.01	1.06	1.01
60 s	27/30	1.13	1.03	1.09	1.03	1.07	1.02
5 min	27/30	1.16	1.05	1.75	1.65	-	(1.03)
15 min	27/30	1.17	1.06	2.13	2.01	1.12	1.07
30 min	27/30	1.02	0.93	2.41	2.27	-	(1.15)
1 h	27/30	1.21	1.10	2.41	2.27	1.29	1.23
4 h	20/38	1.22	1.11	1.91	1.80	1.34	1.28
8 h	16/42	1.23 ¹⁾	1.12	2.40 ²⁾	2.26	1.11 ³⁾	1.06
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	28/27	1.30	1.18	2.48	2.34	1.26	1.20
2 d	40/17	1.47	1.34	2.63	2.48	1.41	1.34
3 d	19,5/40	1.44	1.31	2.59	2.44	0.97	0.92
6 d	32/22	1.59	1.45	2.67	2.52	1.45	1.38
10 d	21/30	1.66	1.51	2.73	2.58	1.55	1.48
13 d	21,5/28	1.74	1.58	2.81	2.65	1.61	1.53
16 d	40/20	1.77	1.61	2.82	2.66	1.62	1.54
20 d	30/26	1.75	1.59	2.78	2.62	1.59	1.51
27 d	25/40	1.74	1.58	2.76	2.60	1.55	1.48
34 d	24/37	1.78	1.62	2.82	2.66	1.62	1.54
41 d	29/32	1.86	1.69	2.89	2.73	1.69	1.61
48 d	22/39	1.86	1.69	2.87	2.71	1.68	1.60
55 d	21/70	1.87	1.70	2.85	2.69	1.62	1.54
62 d	28/62	1.86	1.69	2.87	2.71	1.63	1.55

1) 6 h
 2) 5.5 h
 3) 5 h

BOARD K40 t=7,5 mm LITT B1-B3



Material: Spånskiva V313

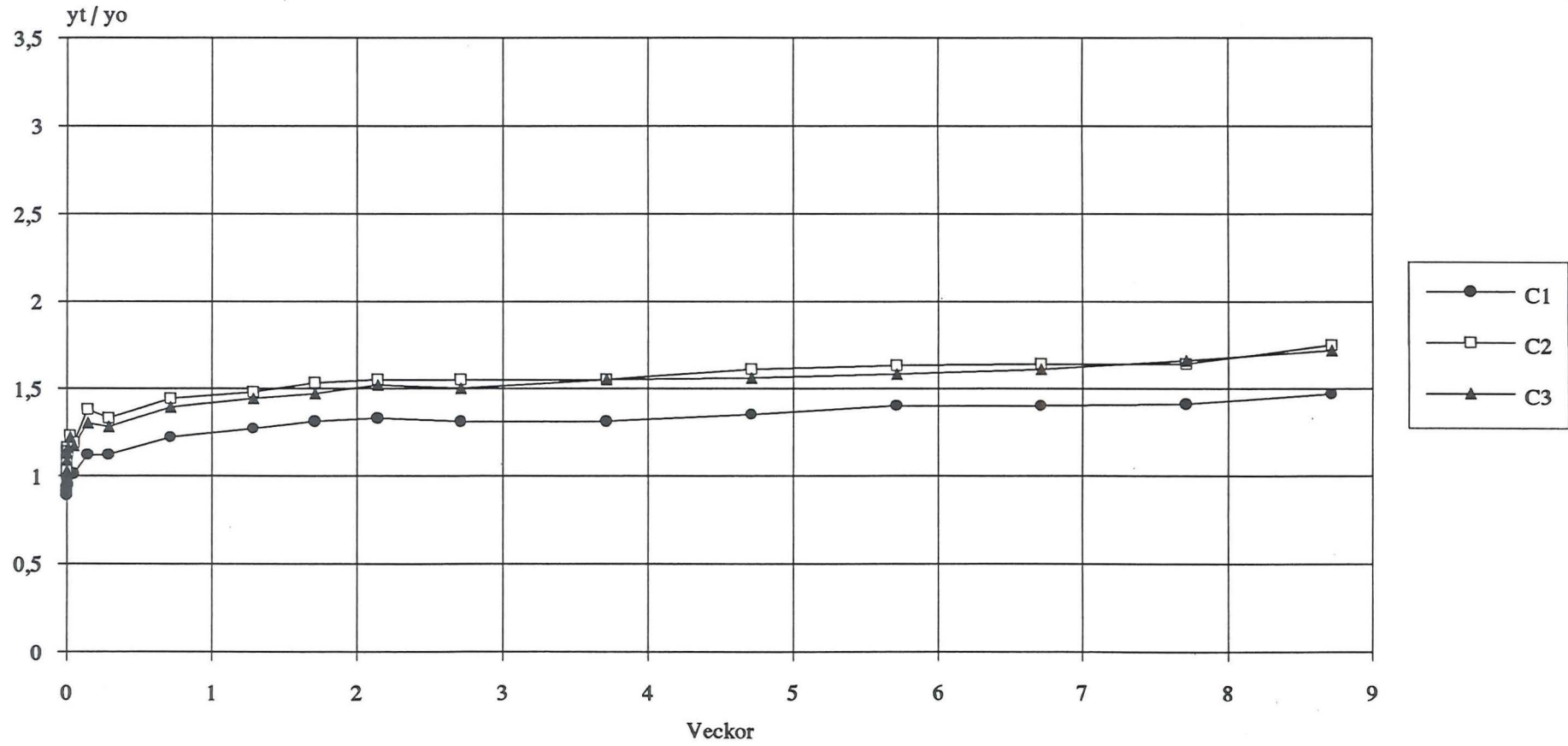
Tjocklek: 10,0 mm

Startdag: 920520

 Kl: 13.57 C1
 14.11 C2
 14.30 C3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	C1		C2		C3	
		y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0
15 s	29/27	0.81	1.00	0.64	1.00	0.64	1.00
30 s	29/27	0.76	0.94	0.65	1.02	0.65	1.02
60 s	29/27	0.72	0.89	0.66	1.03	0.66	1.03
5 min	29/27	0.72	0.89	0.70	1.09	0.70	1.09
15 min	29/27	0.74	0.91	0.72	1.13	0.72	1.13
30 min	29/27	0.76	0.94	0.74	1.16	0.72	1.13
1 h	29/27	0.77	0.95	0.73	1.14	0.74	1.16
4 h	24,5/30	0.83	1.02	0.79	1.23	0.78	1.22
8 h	18/38	0.82	1.01	0.76	1.19	0.75	1.17
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	40/17	0.91	1.12	0.88	1.38	0.83	1.30
2 d	19,5/40	0.91	1.12	0.85	1.33	0.82	1.28
3 d	-	-	-	-	-	-	-
5 d	32/22	0.99	1.22	0.92	1.44	0.89	1.39
9 d	21/30	1.03	1.27	0.95	1.48	0.92	1.44
12 d	21,5/28	1.06	1.31	0.98	1.53	0.94	1.47
15 d	40/20	1.08	1.33	0.99	1.55	0.97	1.52
19 d	30/26	1.06	1.31	0.99	1.55	0.96	1.50
26 d	25/40	1.06	1.31	0.99	1.55	0.99	1.55
33 d	24/37	1.09	1.35	1.03	1.61	1.00	1.56
40 d	29/32	1.13	1.40	1.04	1.63	1.01	1.58
47 d	22/39	1.13	1.40	1.05	1.64	1.03	1.61
54 d	21/70	1.14	1.41	1.05	1.64	1.06	1.66
61 d	28/62	1.19	1.47	1.12	1.75	1.10	1.56

SPÅNSKIVA V313 t=10,0 mm LITT C1-C3



Material: Spånskiva V20

Tjocklek: 10,0 mm

Startdag: 920520

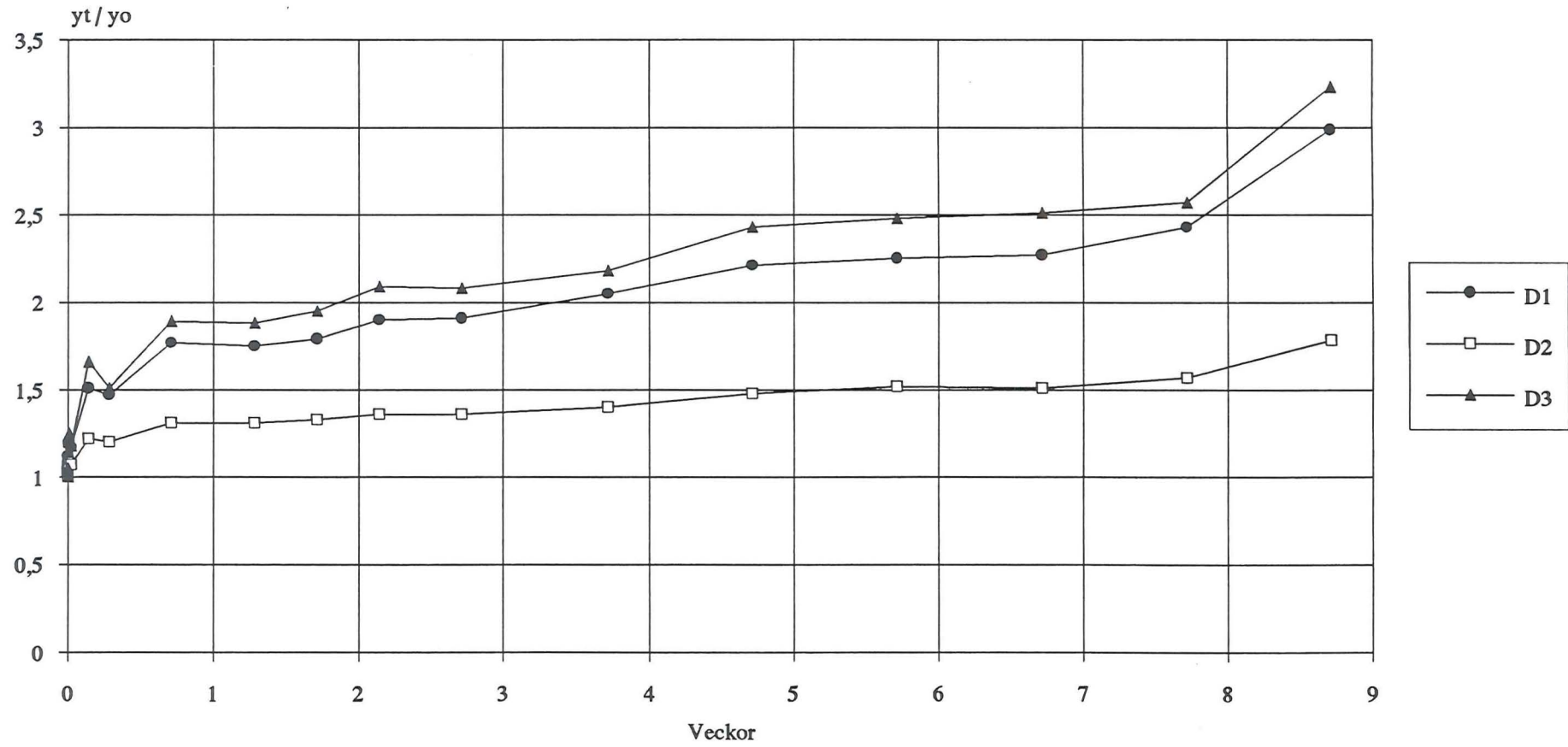
 Kl: 15.10 D1
 15.20 D2
 15.28 D3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	D1		D2		D3	
		y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0
15 s	30/29	0.81	1.00	1.63	1.00	0.65	1.00
30 s	30/29	0.83	1.02	1.64	1.01	0.67	1.03
60 s	30/29	0.85	1.05	1.68	1.03	0.68	1.05
5 min	30/29	0.91	1.12	1.70	1.04	0.75	1.15
15 min	30/29	0.94 ¹⁾	1.04	1.73	1.06	0.78	1.20
30 min	30/29	0.96	1.19	1.75	1.07	0.79 ²⁾	1.22
1 h	28/27	0.97	1.20	1.76	1.08	0.81	1.25
4 h	22/30	0.95	1.17	1.74	1.07	0.77	1.18
8 h	-	-	-	-	-	-	-
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	38/17	1.22	1.51	1.99	1.22	1.08	1.66
2 d	19,5/40	1.19	1.47	1.95	1.20	0.98	1.51
3 d	-	-	-	-	-	-	-
5 d	32/22	1.43	1.77	2.13	1.31	1.23	1.89
9 d	21/30	1.42	1.75	2.14	1.31	1.22	1.88
12 d	21,5/28	1.45	1.79	2.16	1.33	1.27	1.95
15 d	40/20	1.54	1.90	2.21	1.36	1.36	2.09
19 d	30/26	1.55	1.91	2.22	1.36	1.35	2.08
26 d	25/40	1.66	2.05	2.29	1.40	1.42	2.18
33 d	24/37	1.79	2.21	2.42	1.48	1.58	2.43
40 d	29/32	1.82	2.25	2.47	1.52	1.61	2.48
47 d	22/39	1.84	2.27	2.46	1.51	1.63	2.51
54 d	21/70	1.97	2.43	2.56	1.57	1.67	2.57
61 d	28/62	2.42	2.99	2.91	1.79	2.10	3.23

1) 25 min

2) 22 min

SPÅNSKIVA V20 t=10,0 mm LITT D1-D3



Material: MDF

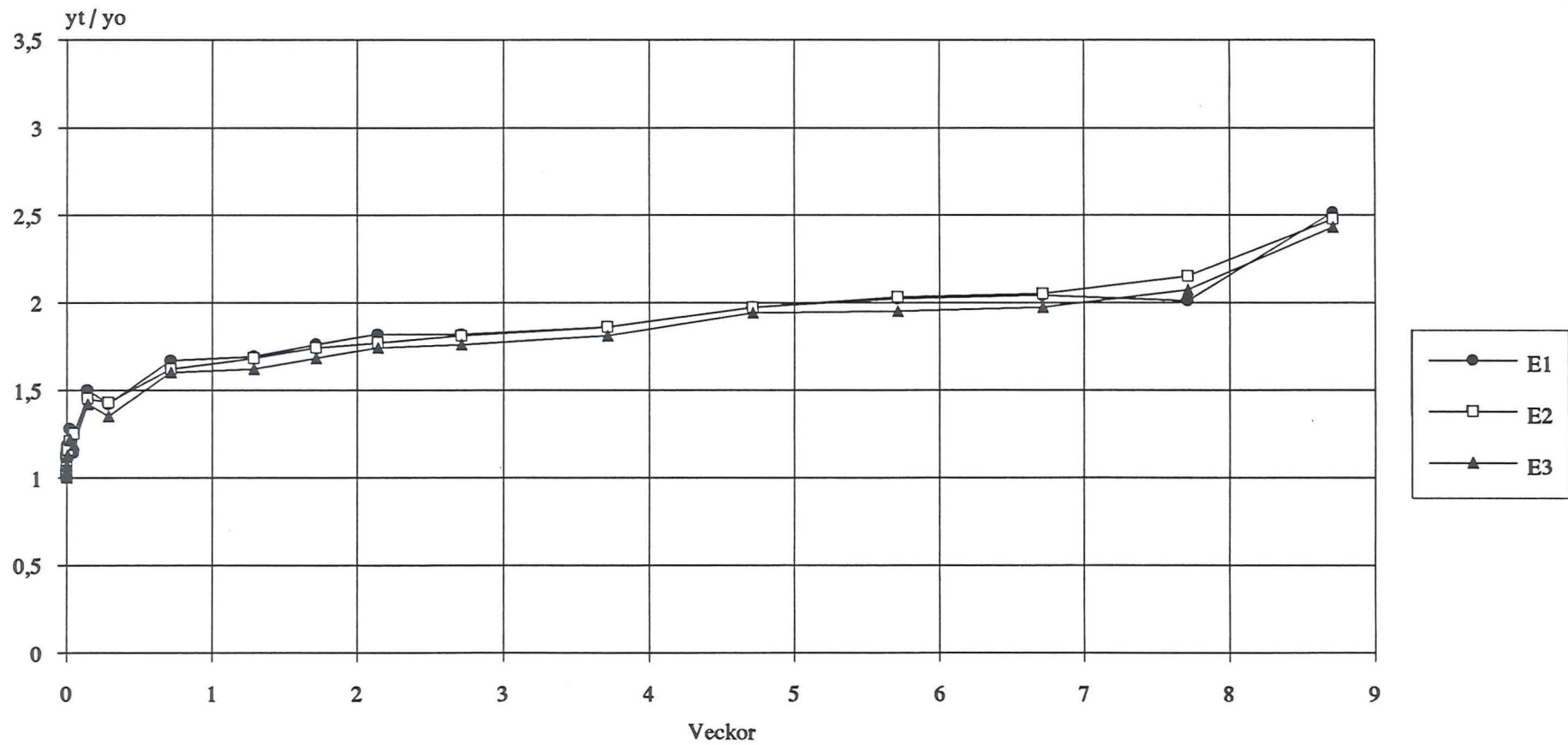
Tjocklek: 8,0 mm

Startdag: 920520

 Kl: 10.58 E1
 11.11 E2
 11.32 E3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	E1		E2		E3	
		y _t (mm)	y _t / y ₀	y _t (mm)	y _t / y ₀	y _t (mm)	y _t / y ₀
15 s	26/31	1.11	1.00	1.11	1.00	1.12	1.00
30 s	26/31	1.13	1.02	1.13	1.02	1.14	1.02
60 s	26/31	1.15	1.04	1.15	1.04	1.16	1.04
5 min	26/31	1.23	1.11	-	(1.10)	1.20	1.07
15 min	26/31	-	(1.13)	1.24	1.12	1.25	1.12
30 min	27/30	1.26	1.14	1.27	1.14	1.26	1.13
1 h	27/30	1.32	1.19	1.29	1.16	1.26	1.13
4 h	30/29	1.42	1.28	1.34	1.21	1.37	1.22
8 h	25/30	1.27	1.14	1.39	1.25	1.33	1.19
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	37/17	1.67	1.50	1.61	1.45	1.59	1.42
2 d	19.5/40	1.58	1.42	1.59	1.43	1.51	1.35
3 d	-	-	-	-	-	-	-
5 d	32/22	1.85	1.67	1.80	1.62	1.79	1.60
9 d	21/30	1.88	1.69	1.86	1.68	1.81	1.62
12 d	21.5/28	1.95	1.76	1.93	1.74	1.88	1.68
15 d	40/20	2.02	1.82	1.97	1.77	1.95	1.74
19 d	30/26	2.02	1.82	2.01	1.81	1.97	1.76
26 d	25/40	2.06	1.86	2.07	1.86	2.03	1.81
33 d	24/37	2.19	1.97	2.19	1.97	2.17	1.94
40 d	29/32	2.24	2.02	2.25	2.03	2.18	1.95
47 d	22/39	2.26	2.04	2.28	2.05	2.21	1.97
54 d	21/70	2.23	2.01	2.39	2.15	2.32	2.07
61 d	28/62	2.79	2.51	2.75	2.47	2.72	2.43

MDF t=8,0 mm LITT E1-E3



Material: Plywood P30

Tjocklek: 10,0 mm

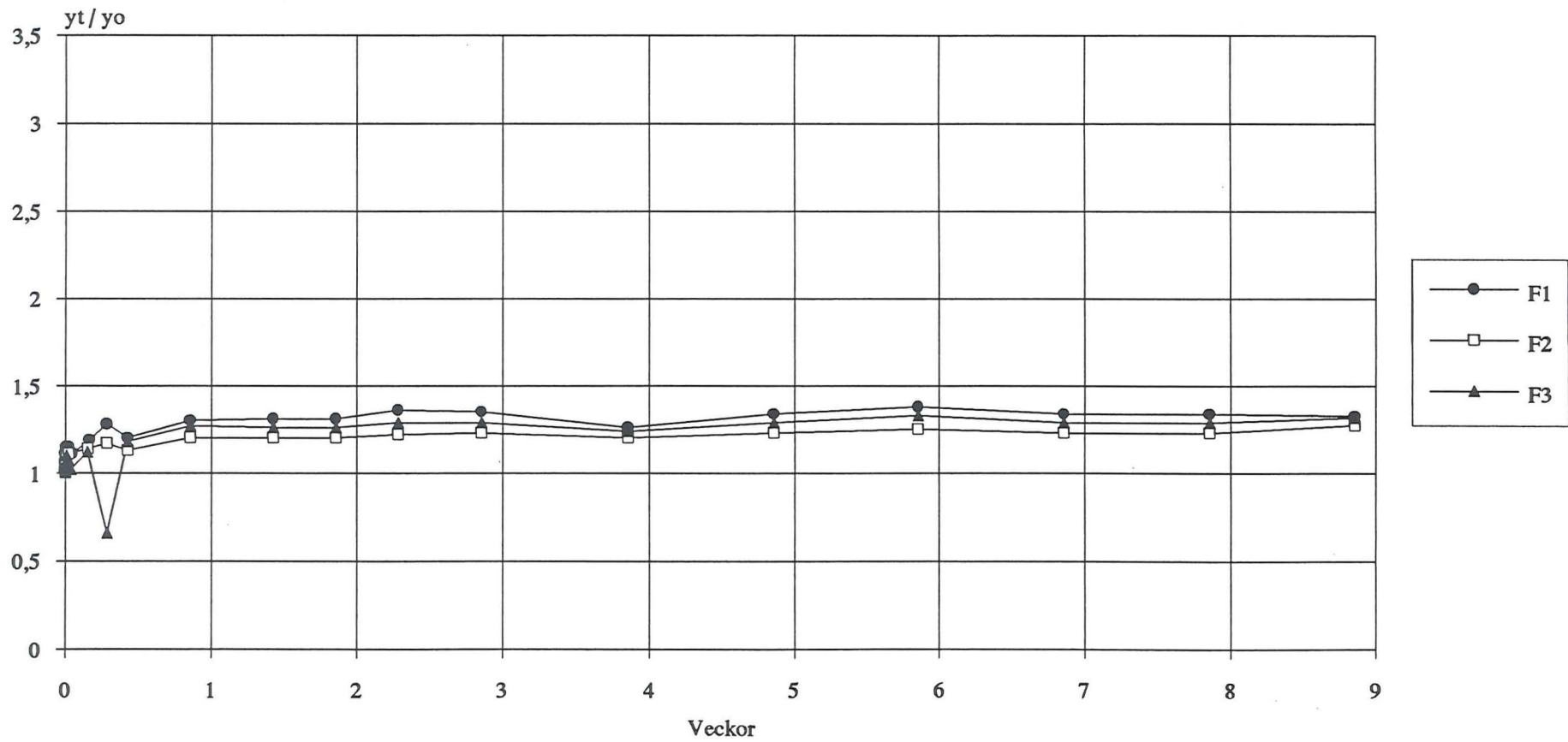
Startdag: 920519

 Kl: 12.41 F1
 14.01 F2
 14.42 F3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	F1		F2		F3	
		y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0	y_t (mm)	y_t / y_0
15 s	28/25	0.89	1.00	0.92	1.00	0.82	1.00
30 s	28/25	0.90	1.01	0.94	1.02	0.83	1.01
60 s	28/25	0.91	1.02	0.94	1.02	0.84	1.02
5 min	28/25	0.94	1.06	0.97 ¹⁾	1.05	0.87	1.06
15 min	28/25	0.99	1.11	0.96	1.04	0.87	1.06
30 min	28/25	1.00	1.12	0.97	1.05	0.85	1.04
1 h	28/29	1.02	1.15	1.03	1.12	0.90	1.10
4 h	20/36 (F3)	1.02	1.15	1.02	1.11	0.88	1.07
8 h	16/40-42	0.99	1.11	(1.48) ²⁾	(1.61)	0.84 ³⁾	1.02
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	28/27	1.06 ⁴⁾	1.19	1.05 ⁵⁾	1.14	0.92 ⁶⁾	1.12
2 d	38/35	1.14	1.28	1.08	1.17	(0.54)	(0.66)
3 d	19,5/40	1.07	1.20	1.04	1.13	0.97	1.18
6 d	32/22	1.16	1.30	1.10	1.20	1.04	1.27
10 d	21/30	1.17	1.31	1.10	1.20	1.03	1.26
13 d	21/30	1.17	1.31	1.10	1.20	1,03	1.26
16 d	40/20	1.21	1.36	1.12	1.22	1,06	1.29
20 d	30/26	1.20	1.35	1.13	1.23	1,06	1.29
27 d	25/40	1.12	1.26	1.10	1.20	1,02	1.24
34 d	24/37	1.19	1.34	1.13	1.23	1,06	1.29
41 d	29/32	1.23	1.38	1.15	1.25	1,09	1.33
48 d	22/39	1.19	1.34	1.13	1.23	1,06	1.29
55 d	21/70	1.17	1.34	1.13	1.23	1,06	1.29
62 d	28/62	1.18	1.33	1.17	1.27	1,08	1.32

- 1) 10 min
 2) 7 h
 3) 6,5 h
 4) 28 h
 5) 26 h
 6) 25,5 h

PLYWOOD P30 10,0 mm LITT F1-F3



Material: OSB

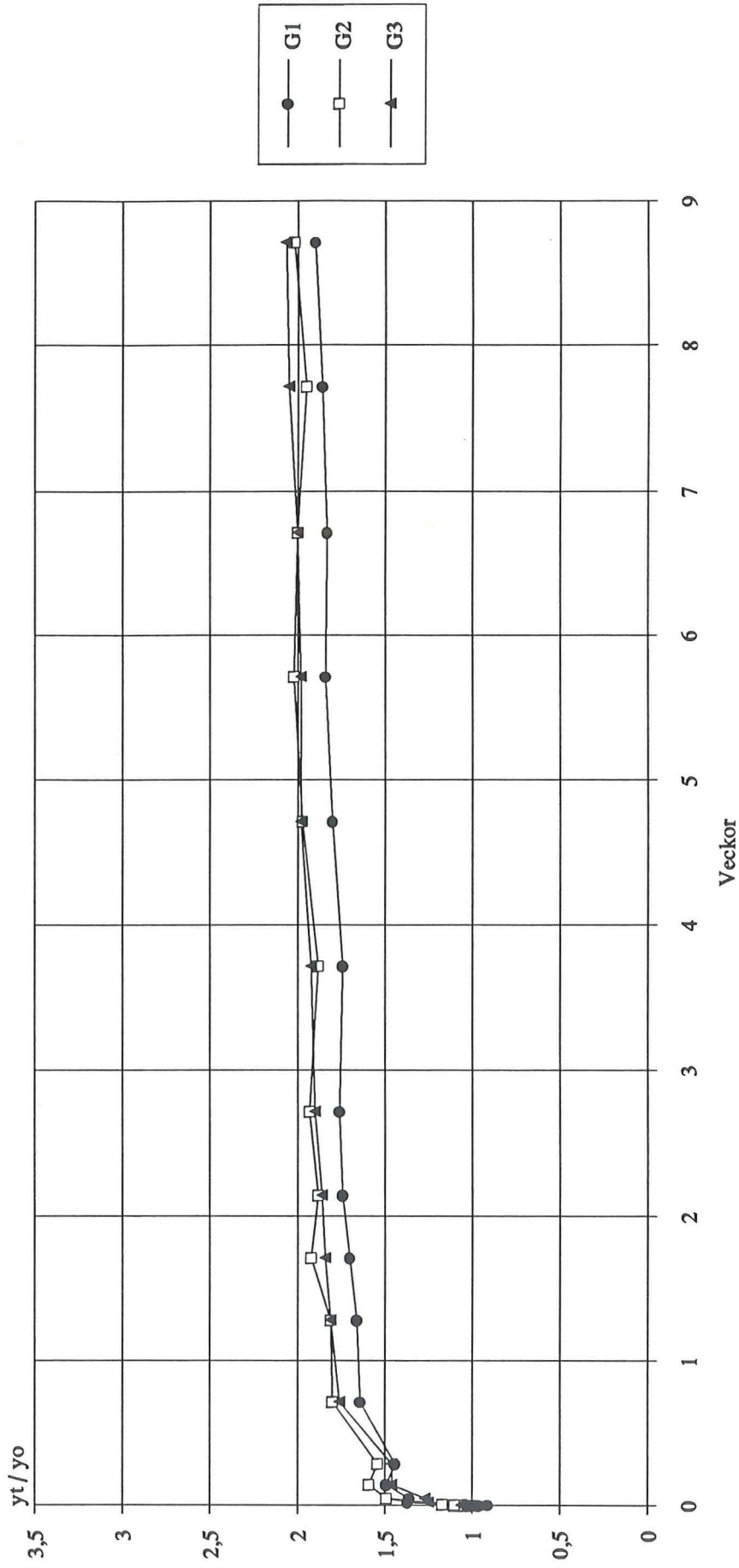
Tjocklek: 11,0 mm

Startdag: 920520

 Kl: 11.53 G1
 12.03 G2
 12.13 G3

Tid	Klimat Temp(°C) / RF(%)	G1		G2		G3	
		y_1 (mm)	y_1 / y_0	y_1 (mm)	y_1 / y_0	y_1 (mm)	y_1 / y_0
15 s	28/28	0.70	1.00	0.59	1.00	0.63	1.00
30 s	28/28	0.72	1.03	0.60	1.02	0.64	1.02
60 s	28/28	0.72	1.03	0.61	1.03	0.65	1.03
5 min	28/28	0.74	1.06	0.64	1.08	0.66	1.05
15 min	28/28	0.67	0.96	0.65	1.10	0.67	1.06
30 min	28/28	0.64	0.91	0.65	1.10	0.67	1.06
1 h	29/27	0.73	1.04	0.69	1.17	(1.00)	(1.59)
4 h	28/27	0.96	1.37	(1.12)	(1.90)	0.79	1.25
8 h	24,5/30	0.95	1.36	0.88	1.49	0.80	1.27
19 h	-	-	-	-	-	-	-
24 h	38/17	1.04	1.49	0.94	1.59	0.92	1.46
2 d	19,5/42	1.01	1.44	0.91	1.54	0.92	1.46
3 d	-	-	-	-	-	-	-
5 d	30/22	1.15	1.64	1.06	1.80	1.11	1.76
9 d	21/30	1.16	1.66	1.07	1.81	1.14	1.81
12 d	21,5/29	1.19	1.70	1.13	1.92	1.16	1.84
15 d	40/20	1.22	1.74	1.11	1.88	1.17	1.86
19 d	26/28	1.23	1.76	1.14	1.93	1.20	1.90
26 d	25/40	1.22	1.74	1.11	1.88	1.21	1.92
33 d	21/46	1.26	1.80	1.16	1.97	1.25	1.98
40 d	29/32	1.29	1,84	1.19	2,02	1.25	1.98
47 d	21/40	1.28	1,83	1.18	2,00	1.26	2.00
54 d	21/70	1.30	1,86	1.15	1,95	1.29	2.05
61 d	28/62	1.34	1,91	1.19	2,02	1.30	2.06

OSB t=11,0 mm LITT G1-G3

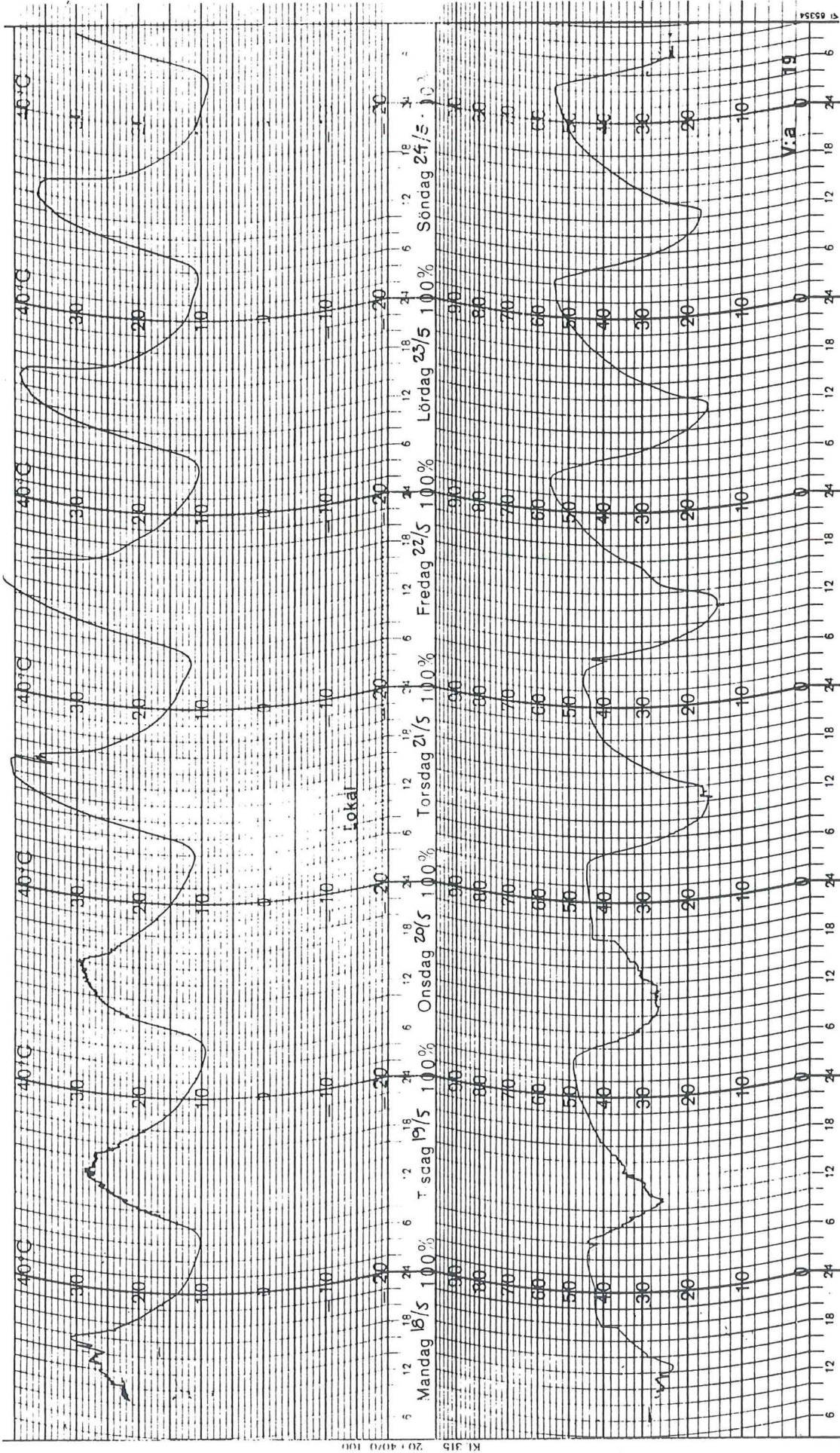


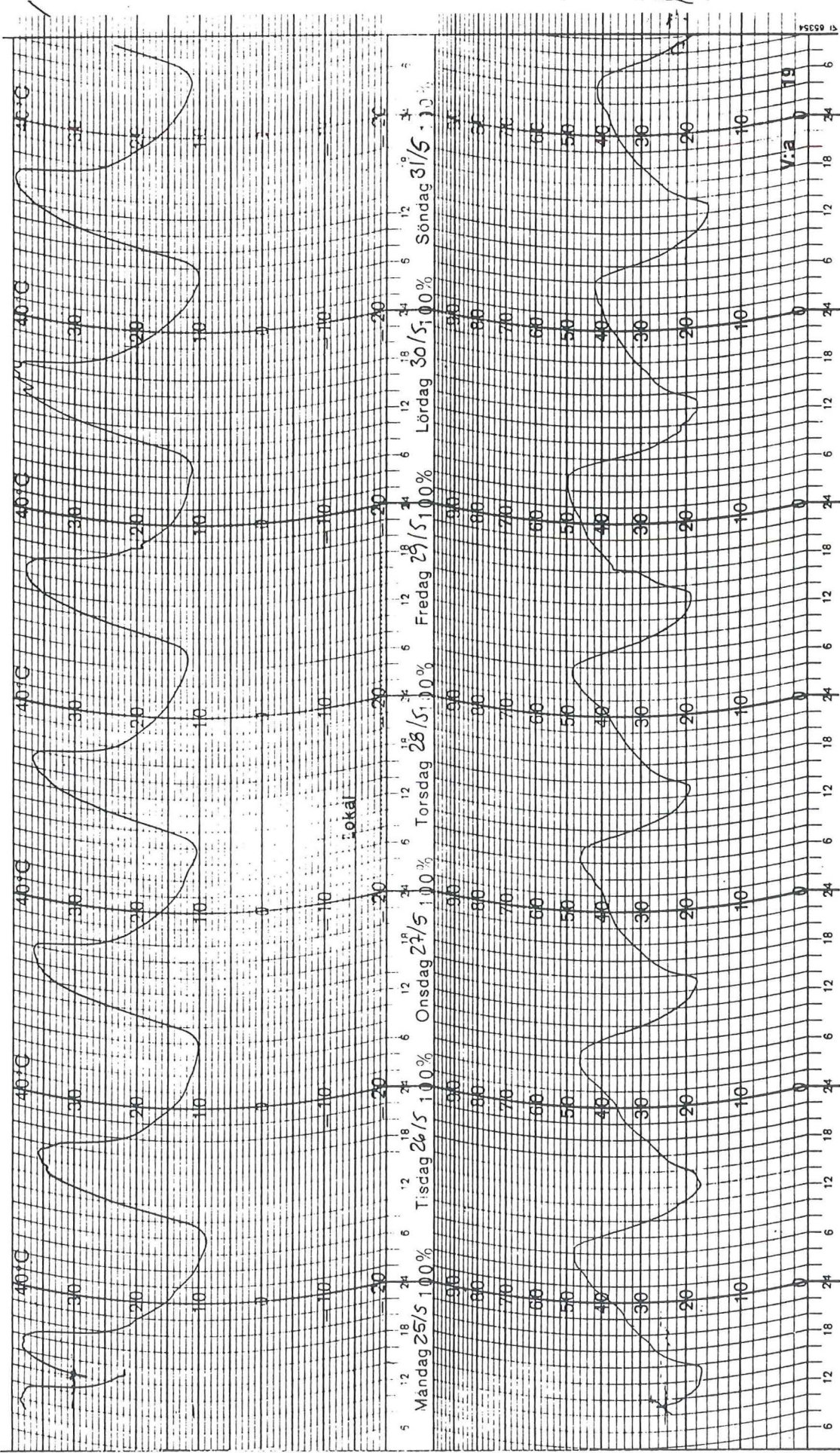
BILAGA 8

TEMPERATUR- OCH RELATIV FUKTIGHETS DIAGRAM

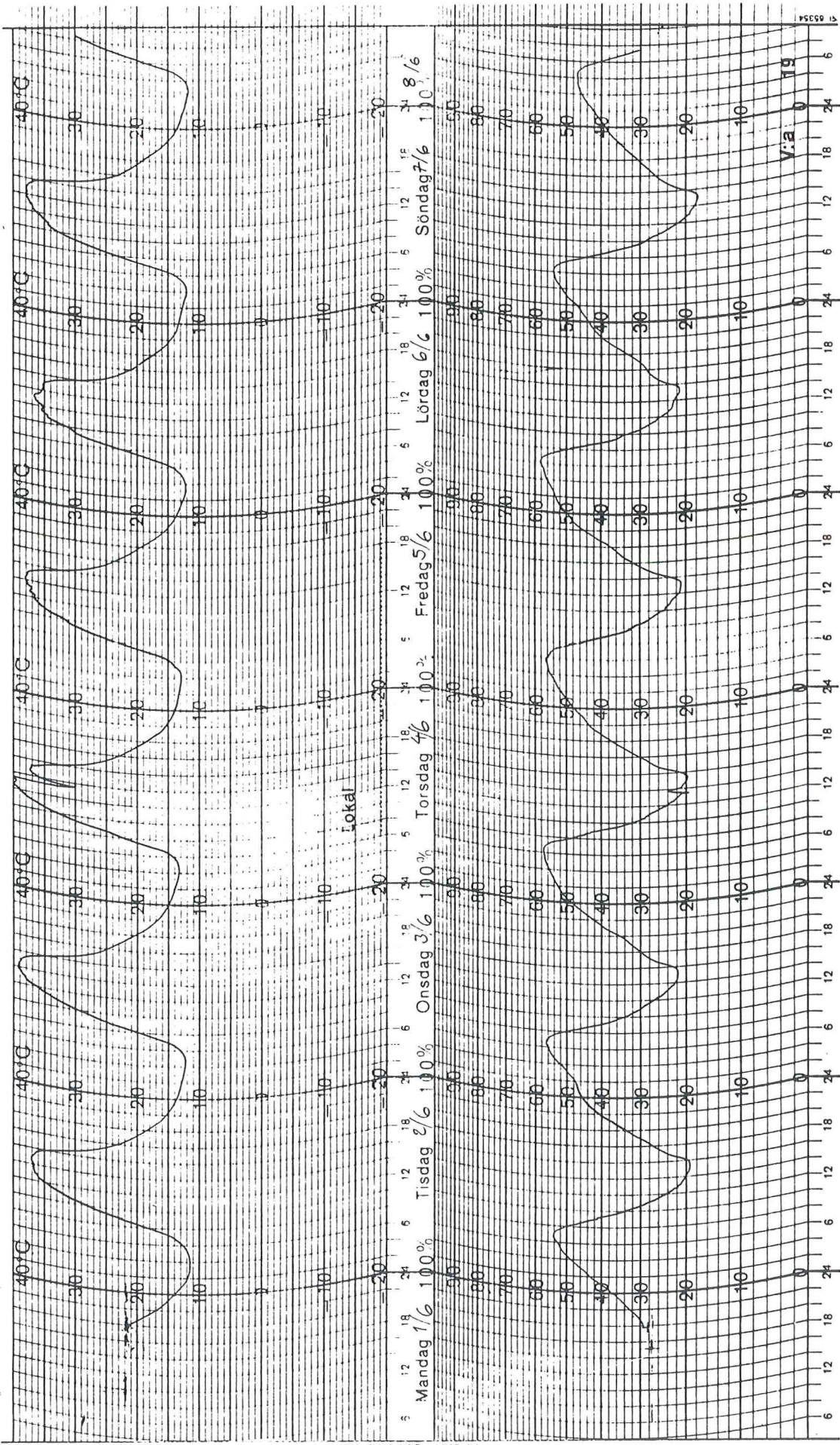
INNEHÅLL

Provningsvecka 1, 920518-920524	sid 1
Provningsvecka 2, 920525-920531	sid 2
Provningsvecka 3, 920601-920607	sid 3
Provningsvecka 4, 920608-920614	sid 4
Provningsvecka 5, 920615-920621	sid 5
Provningsvecka 6, 920622-920628	sid 6
Provningsvecka 7, 920629-920705	sid 7
Provningsvecka 8, 920706-920712	sid 8
Provningsvecka 9, 920713-920719	sid 9



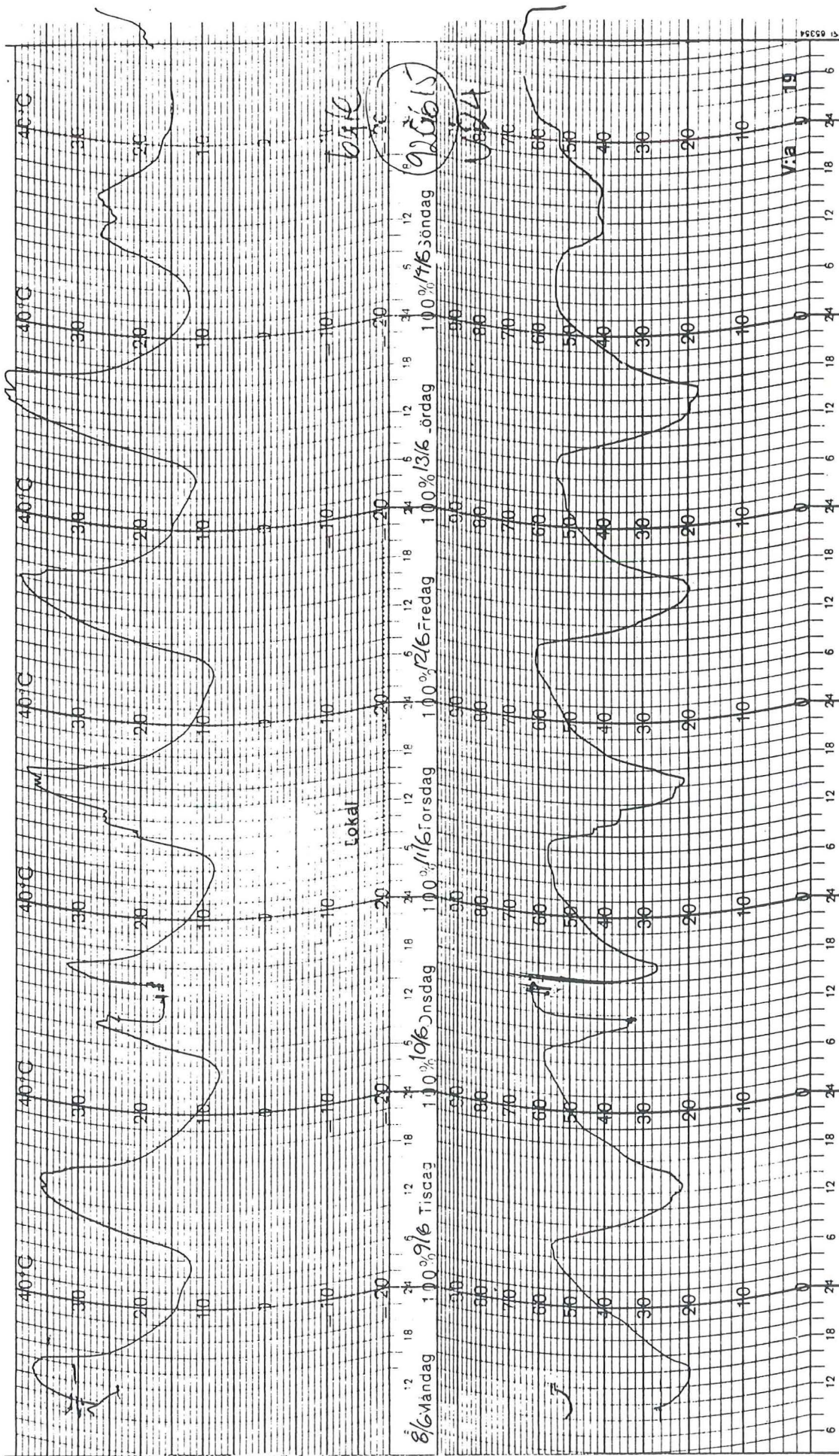


KI 315 - 2014070 100

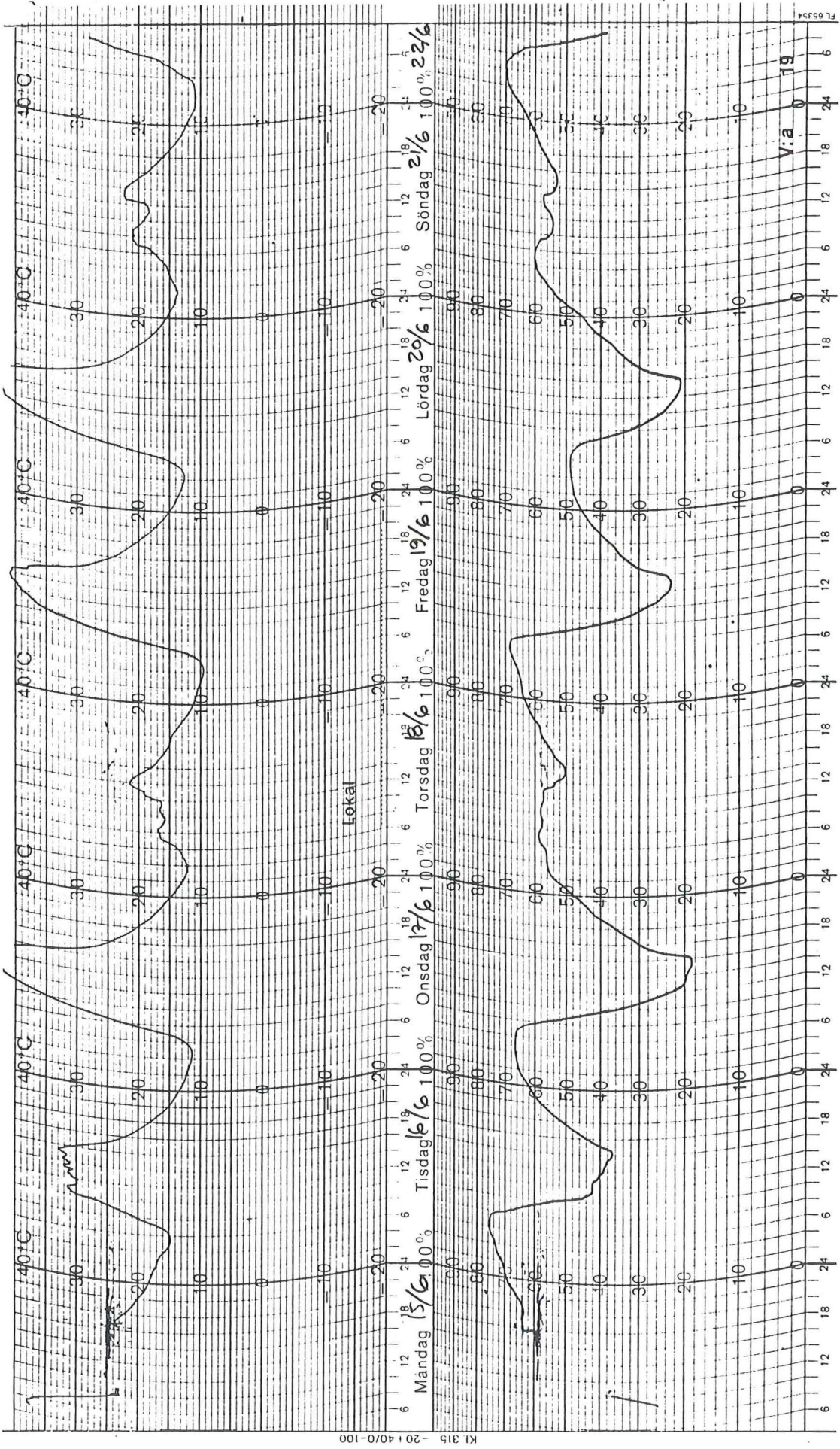


K1 315 2014070 100

51 05354

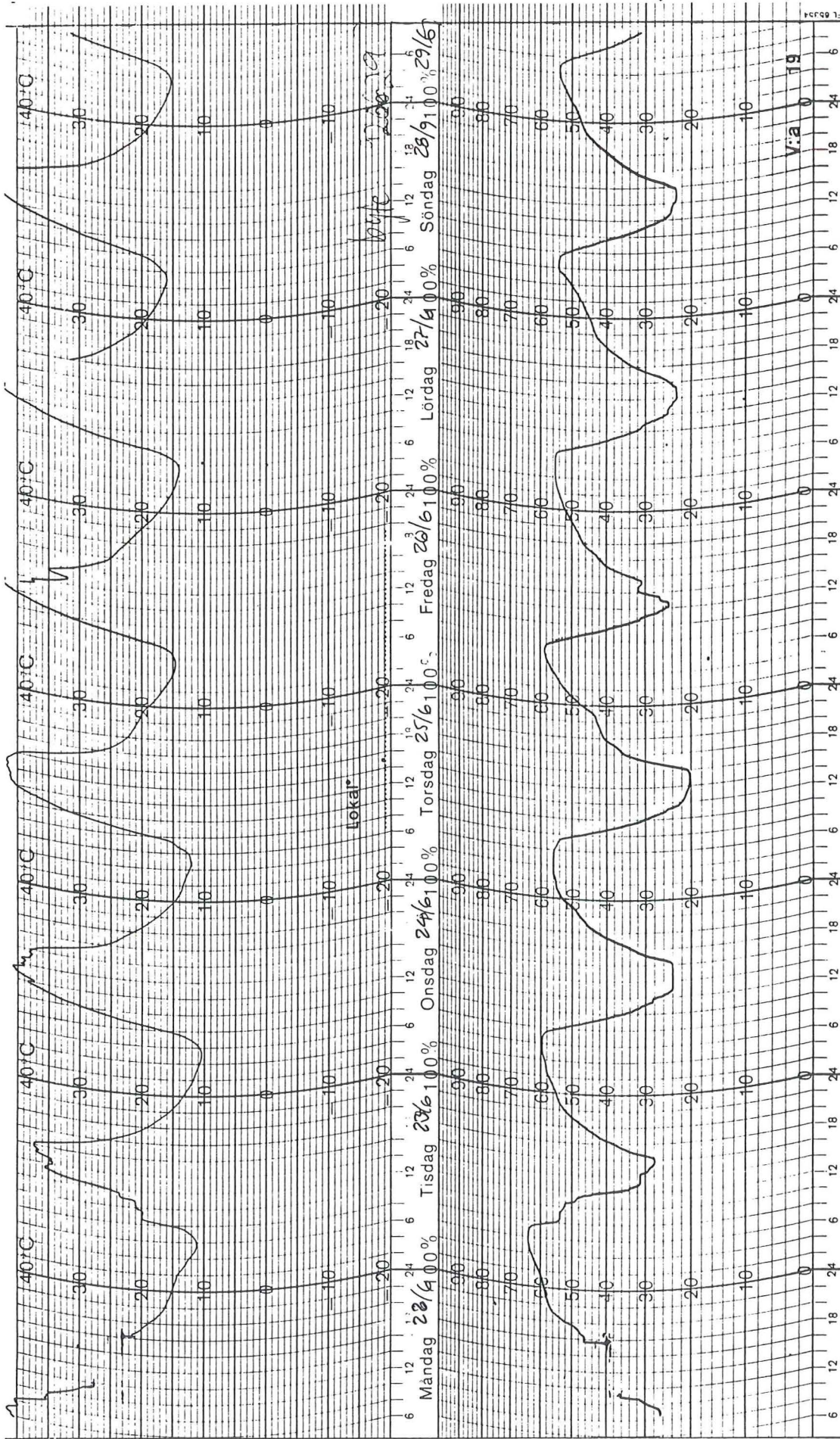


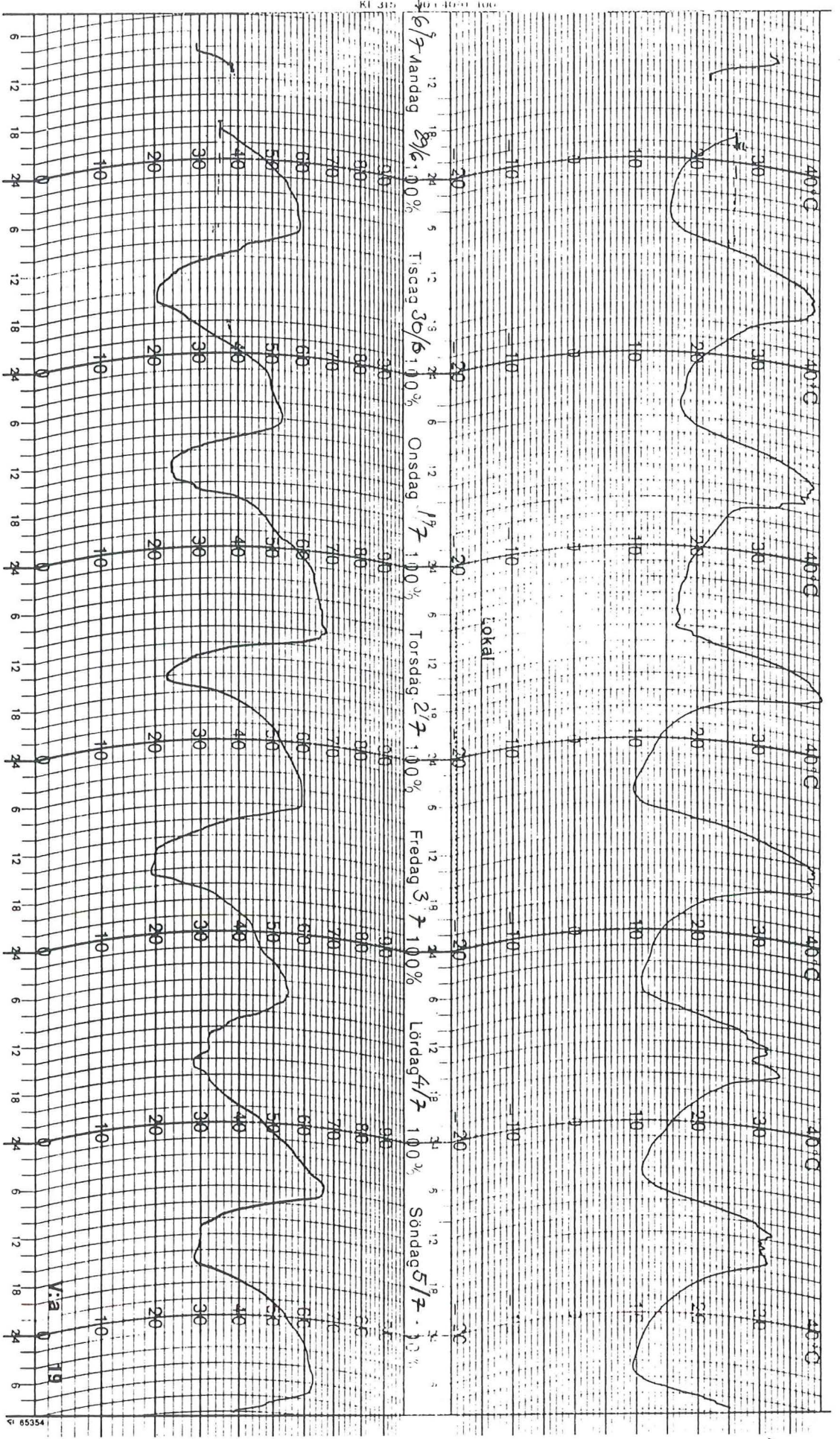
20 40 0 100



K1 315 -20+40/0-100

FL 65324





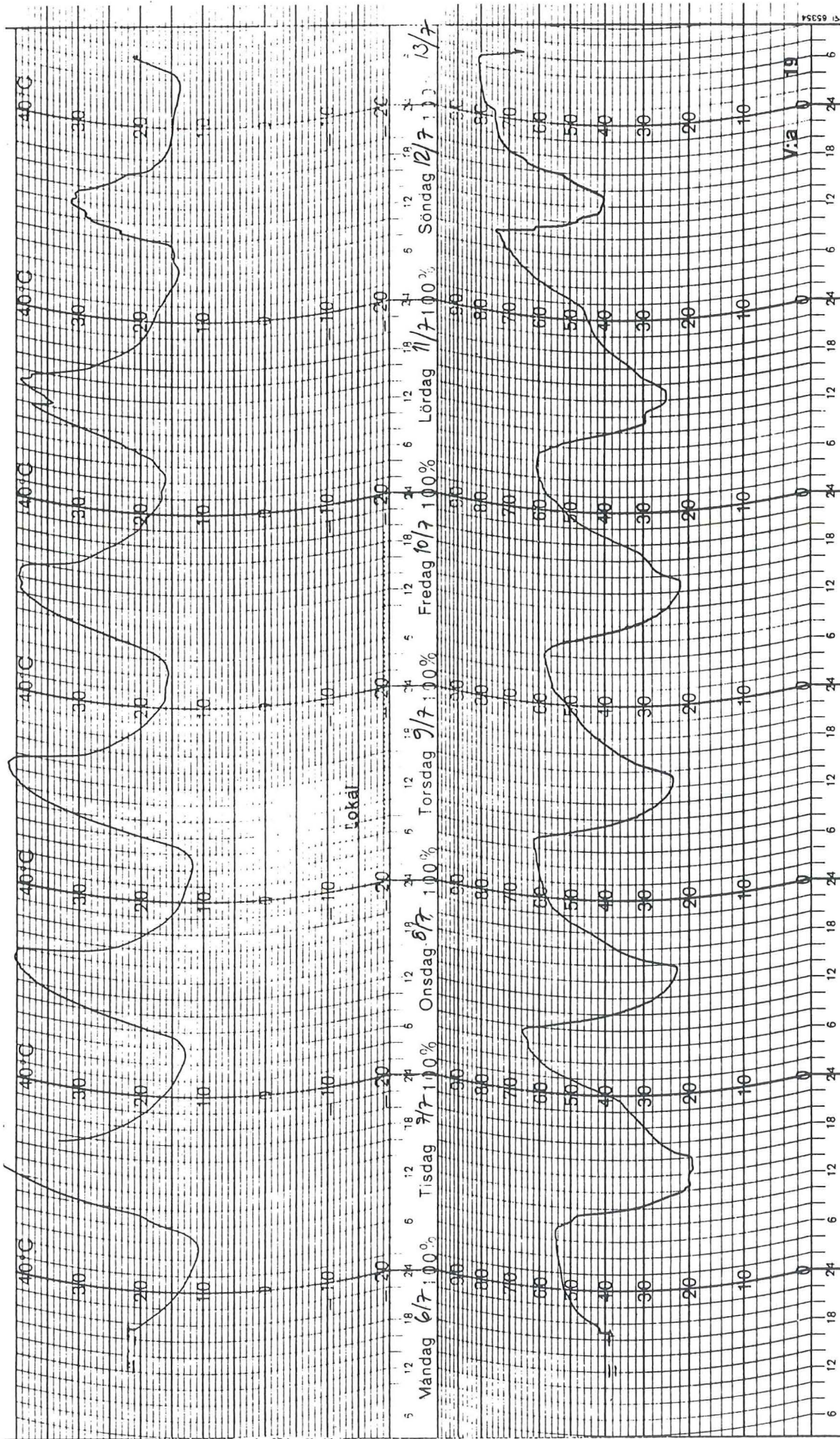
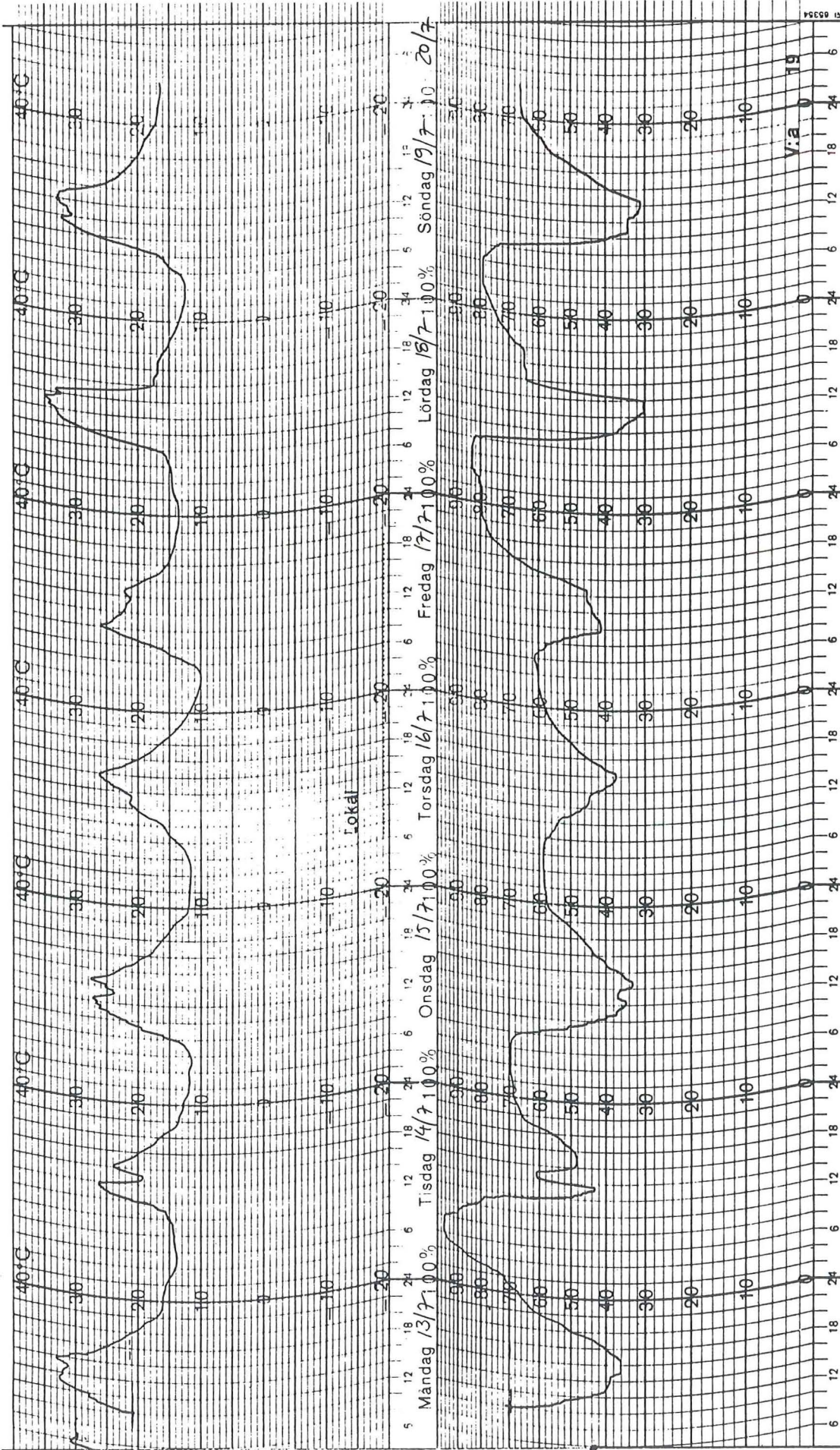


Bild 820713

V:2 0 12



Byggnad 720720