

BUNCH
BYGNINGSFYSIK

Magnesiumoxid-plader

Vindspærre i lette facader
Tommy Bunch-Nielsen, Bunch Bygningsfysik ApS

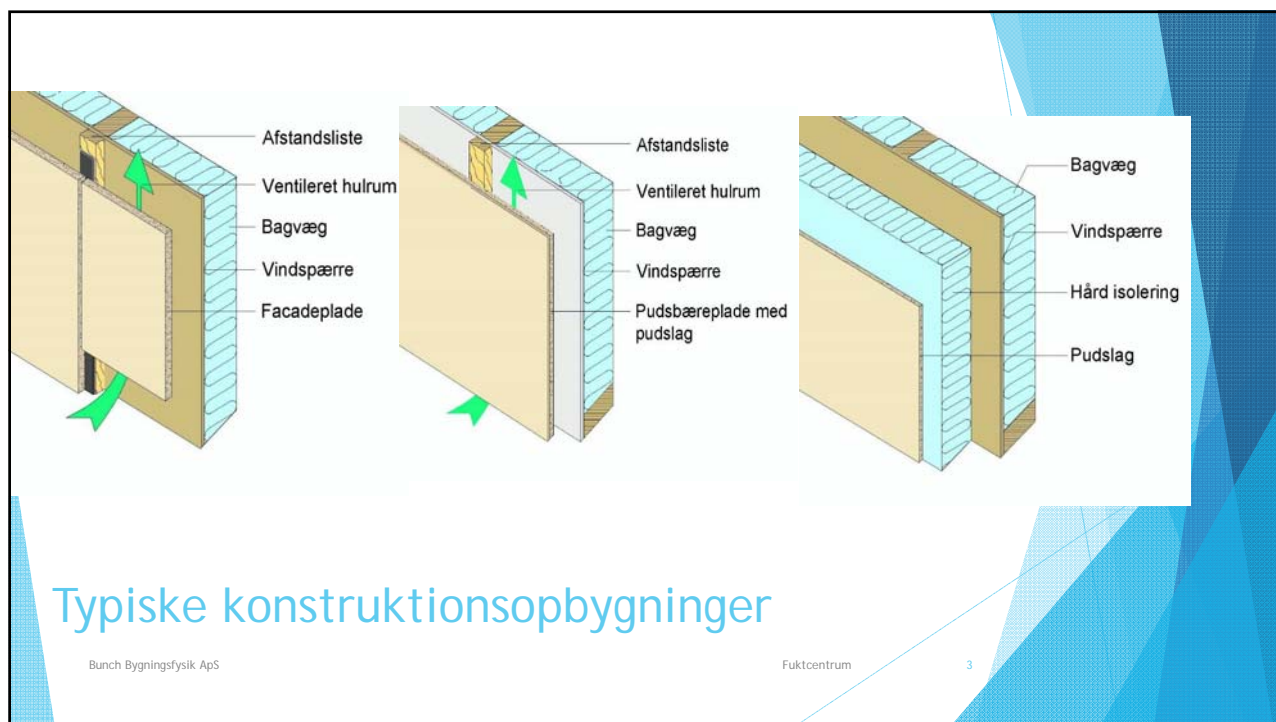
Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 1

BUNCH
BYGNINGSFYSIK

Tommy Bunch-Nielsen

- ▶ Civilingeniør fra 1974 - DTU
- ▶ Adjungeret professor på Statens Byggeforskningsinstitut, SBI
- ▶ Udredningsomkostninger betalt af Byggeskadefonden.

Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 2



MgO -pladers sammensætning

- ▶ Magnesiumoxid og magnesiumklorid danner bindemiddel sammen med vand.
- ▶ Bindemidlet kaldes også Sorel-cement
- ▶ **Overskud af magnesiumklorid**, som er en salt, gør dem fugtsugende og korrosive
- ▶ Nogenlunde samme sammensætning af de fleste undersøgte plader
- ▶ De fleste produceret i Kina

Problemer



- ▶ Opsuger fugt fra ventilationsluften bag regnskærmen
- ▶ Opfugtning af afstandslister og regnskærm
- ▶ Opfugtning af konstruktion
- ▶ Korrosion af skruer, inddækninger, beslag mv.
- ▶ Misfarvning af regnskærm
- ▶ Vand ind ad vinduer eller nedad ruder
- ▶ Skimmelvækst på konstruktionstræ

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

5

Svensk affugter til både



Affugter

Magnesiumklorid - 33 % RF

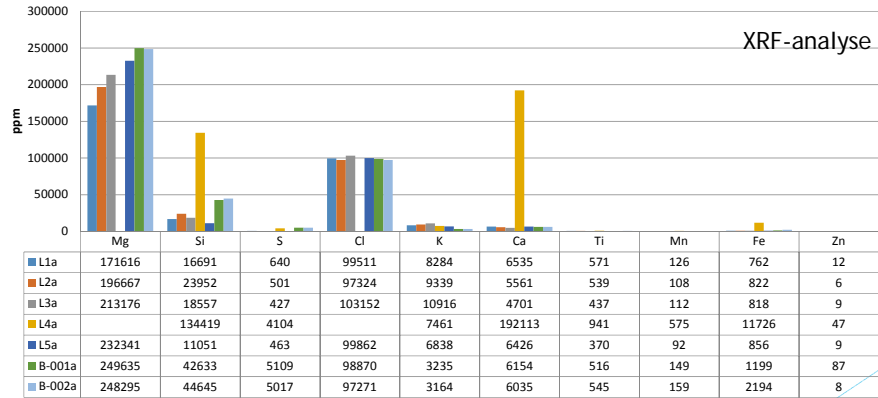


Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

6

MgO-plader og en cementbaseret plade(gul)



Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

8

Thorpe's Dictionary (1946)

Magnesium oxychloride is not completely stable under atmospheric conditions, as the hydroxide is slowly converted to the carbonate or basic carbonate by atmospheric carbon dioxide, but this, by forming a surface coating, protects the oxychloride from the action of water. In the absence of carbon dioxide, the magnesium chloride will absorb water when the humidity of the air exceeds 93%. This will cause decomposition of the oxychloride, and ultimately the mass will be converted into the hydroxide and a dilute solution of magnesium chloride.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

9

Beton-Bogen

Redigeret af

AAGE D. HERHOLDT CHR. F. P. JUSTESEN

PALLE NEPPER-CHRISTENSEN

ANDERS NIELSEN

Sorelceмент

Denne cementtype kendes også under betegnelserne *magnesitcement* eller *magnesiumoxychloridcement*.

Den fremstilles ved blanding af brændt, pulveriseret magnesit og en koncentreret opløsning af magnesiumchlorid. Det hydratiserede produkt er hårdt og stærkt, men nedbrydes af vand, hvorfor denne cementtype ikke kan betegnes hydraulisk. Cementen anvendes hovedsagelig til fremstilling af fugefri gulve, idet man tilsætter en inaktiv filler og eventuelt et pigment. Overfladen beskyttes mod vand ved imprægnering med voks opløst i terpentin.



AALBORG PORTLAND

Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor
2. udgave 1985

292

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

10

MgO-plader indeholder fyldstoffer

- ▶ Mineralske fyldstoffer -sand mv.
- ▶ Træfibre /savsmuld
- ▶ Pladerne er nogenlunde ens, men stor spredning
- ▶ Kvalitetssikring i produktion ??
- ▶ CE står for China Export - de kan ikke CE-mærkes uden produktstandard.
- ▶ I Kina findes et begreb der hedder CRYING BOARDS

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

11

EN 12467 - kun for Portland Cement

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 12467

September 2012

ICS 91.100.40

Supersedes EN 12467:2004

English Version

Fibre-cement flat sheets - Product specification and test methods

Plaques planes en fibres-ciment - Spécifications du produit et méthodes d'essai

Faserzement-Tafeln - Produktspezifikation und Prüfverfahren

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

12

EN 12467 - kun for Portland Cement

5.2.2 Category A

Sheets which are intended for applications where they may be subjected to heat, high moisture and severe frost.

5.2.3 Category B

Sheets which are intended for applications where they may be subjected to heat, moisture and occasional frost, e.g. where they are either protected from or not subjected to severe weathering conditions.

5.2.4 Category C

Sheets which are intended for internal applications, where they may be subjected to heat and moisture, but not to frost.

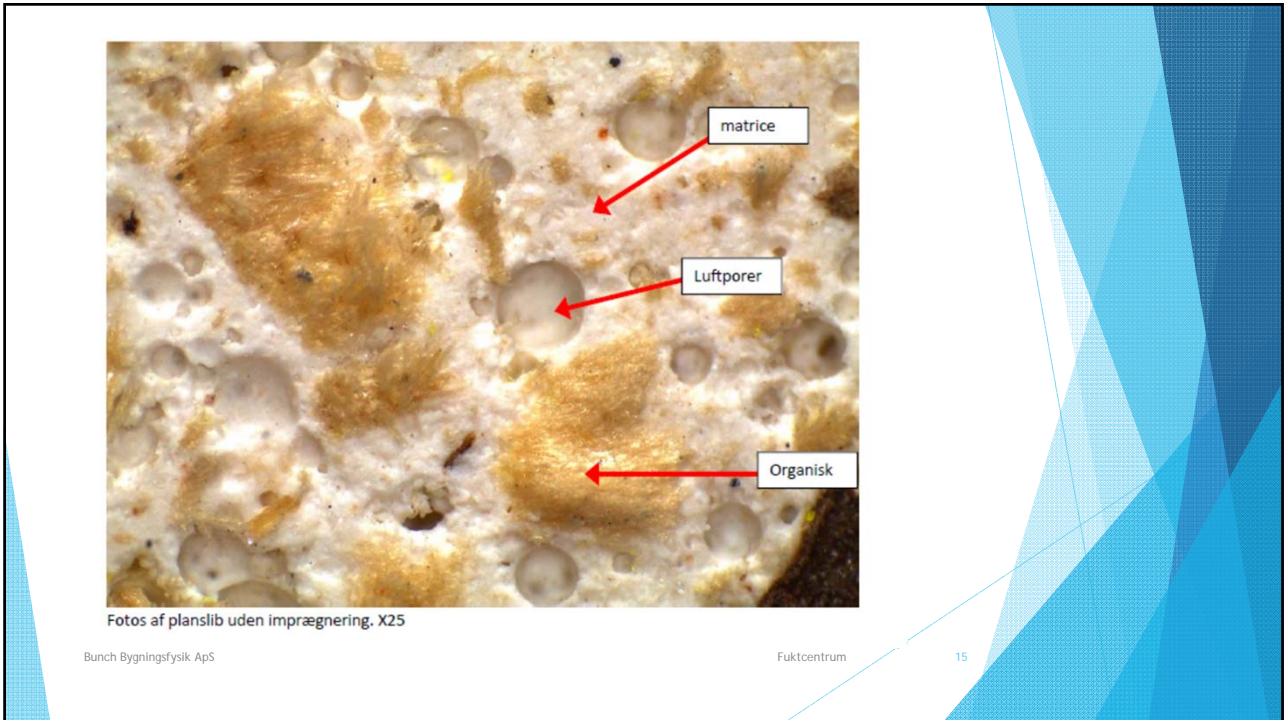
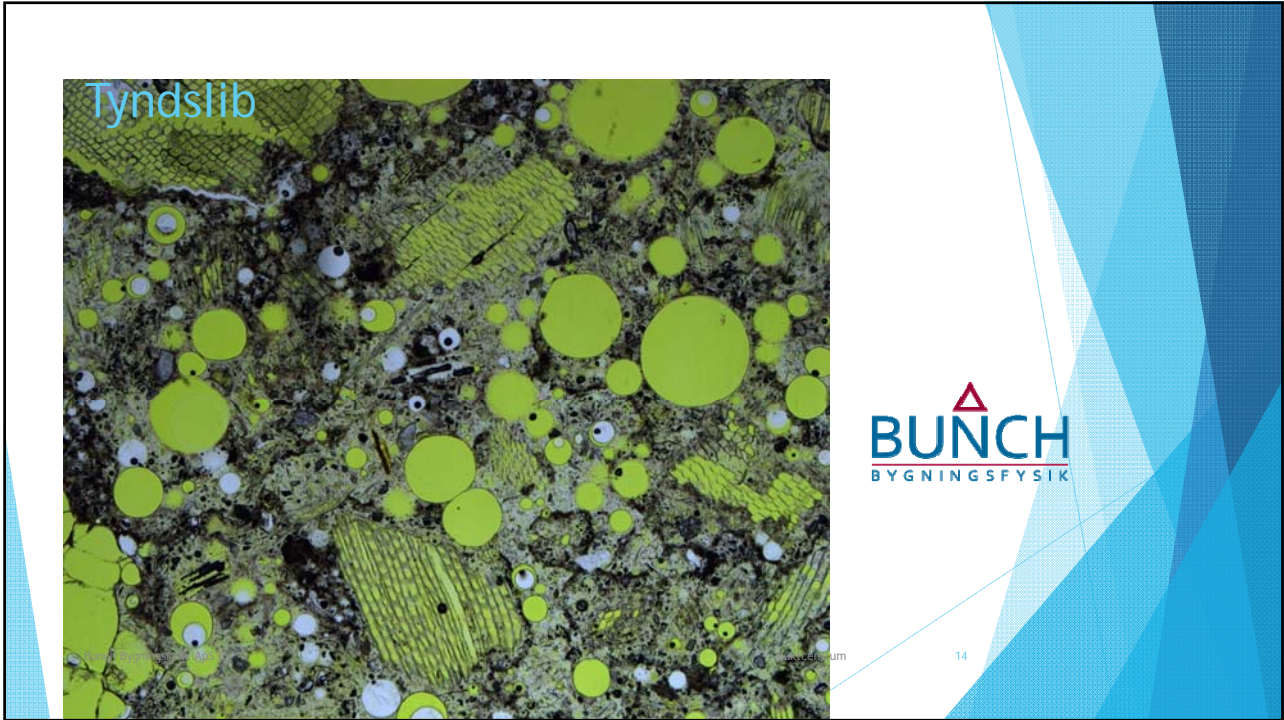
5.2.5 Category D

Sheets for rigid underlayer applications.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

13



Undersøgte plader

Produkt	Leverandør	Undersøgt
Power Board M	Power Board International LTD Hong Kong	Flere sager undersøgt
Megapan og NPI MgO Board	Nordisk Pladeindustri, NPI	Flere sager undersøgt
Magrock	Scandic Rock OU	Ikke undersøgt
Sto Ecoboard	Sto Danmark ApS	Undersøgt
Windcore Board	Honeycore AB	Ikke undersøgt
Skandboard M	Skandan Trä AB	Ikke undersøgt
Promat Mastershield	Promat	Undersøgt
Ivarit Mastershield	Ivarsson	Undersøgt
Wekla	Wekla AB	Undersøgt

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

16

Hvad taler vi om i arealer i Danmark

- ▶ Første større leverancer i 2010 - men også nogle 2007 og 2008
- ▶ Hurtigt stigende markedsandel på grund af pris og øvrige gode egenskaber
- ▶ Levering i 2014 - måske 50.000 kvm om måneden
- ▶ Samlet facadeareal i dag måske 1 mill. kvm

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

17

Hvad taler vi om i penge i DKK

- ▶ Almennyttigt byggeri ca. 800 mil. kr.
- ▶ Skoler, rådhus, sygehuse, kontorer og privat boligbyggeri er ikke opgjort
- ▶ Et lidt kvalificeret skøn er andre 800 mil. kr.
- ▶ Pris for udskiftning pr. kvm. facade: 2000- 4000 kr/kvm afhængig af facade.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

18

Brandkrav i Danmark

- ▶ 8 mm plade opfylder krav til klasse 1
- ▶ Det er kravet i lette facader over 1 etage.
- ▶ Andre lande har brugt 12 -15 mm plader
- ▶ Nogle box-modul producenter har brugt 12 mm plader og har mindre problemer

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

19

Anvendt af alle fra 2010 til 6. marts 2015

- ▶ Element-producenter
- ▶ Box-modul producenter
- ▶ Facadeentreprenører
- ▶ Foreskrevet af rådgivere
- ▶ Accepteret af rådgivere som konvertering fra cementbaserede plader

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

20

Fordele ved MgO-plader

- ▶ Lette
- ▶ Lette at bearbejde
- ▶ Billige
- ▶ Brandsikre

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

21



Aftegninger på fundament

Årsagen til at fundamentet er opfugtet meget uensartet, skyldes at der i bundprofilen optræder nogle forhøjninger (opbuk) som gør at vandet fra facaden ikke fordeles ligeligt.

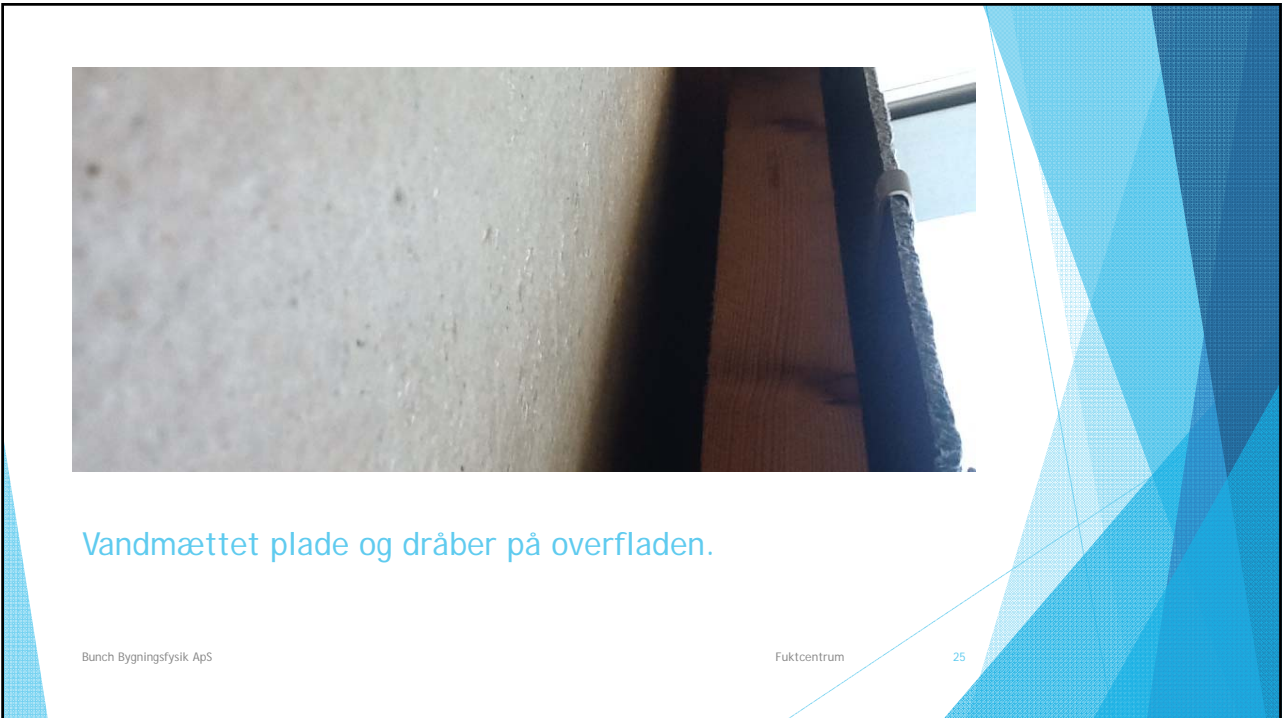


Kraftig opfugtning af afstandslisterne.

I november til februar måned har vi registreret at afstandslister monteret uden på vindspærre af MgO-plader er blevet kraftigt opfugtet.

Fuktcentrum

23





Kraftig opfugtning af MgO pladerne.

Forskel i udseende på pladerne fra tør til vandmættet tilstand.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum 26



Opfølgning i marts måned 5 uger efter den forrige registrering.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

Vi kunne konstatere at der var sket en udtørring på både afstandslister og MgO plader.



Der er stor forskel på MgO pladernes udseende

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

28



Misfarvning af ruderne

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

29



Vand trængt ind ved overkarmen på vinduerne og samlet sig i bundkarmen.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum 30



Vandindtrængen i loftet bag vinduet

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum 31



Skalmuret hus med bagmur af træ-skelet som er bærende og stabiliserende

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

32



Opfugtning af fundament og murværk.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

33

Den glade selvbygger



Bunch Bygningsfysik ApS



Fokkecenter

Den knap så glade selvbygger



Bunch Bygningsfysik ApS



Opfugtning af trækonstruktion



Bunch Bygningfysik ApS

Fugtmåling duer ikke på grund af salt



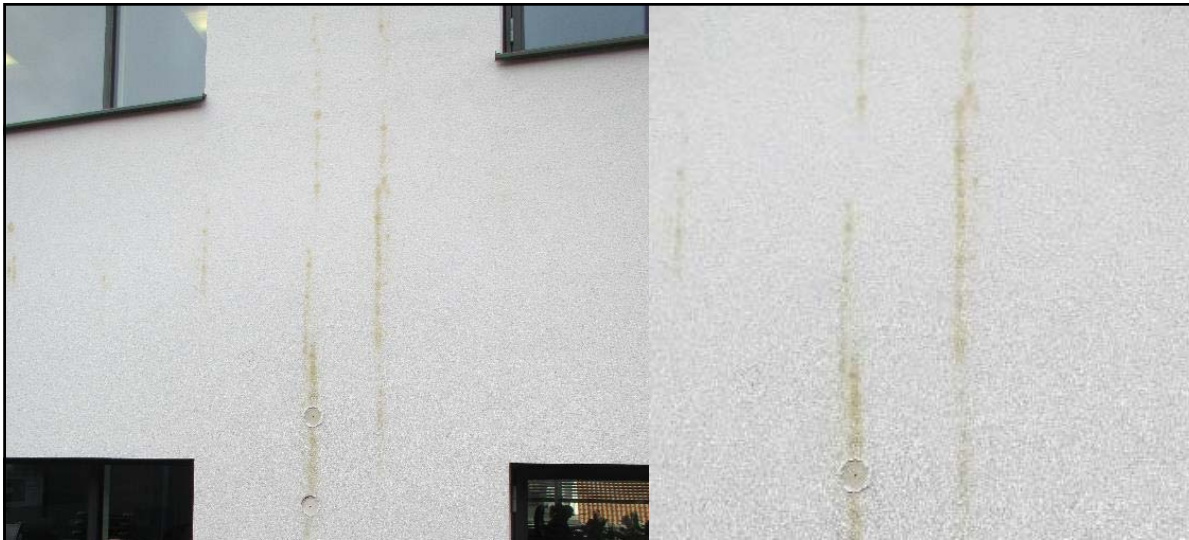
Bunch Bygningfysik ApS

Bundremme er værst udsat



Bunch Bygningfysik ApS

38



Facadepuds på plade med bagvedliggende ventileret hulrum.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

39



Pudsbærelade som er misfarvet udfor afstandslisterne.

Bunch Bygningfysik ApS Fuktcentrum 40

Det vedligeholdelsesfrie hus ??



Bunch Bygningfysik ApS 41

BUNCH
BYGNINGSFYSIK

Korrosion

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum 42



Force Technology analyserer korroderede metaldel

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum 43

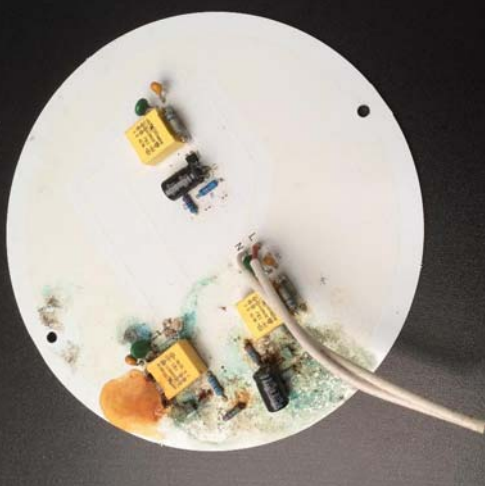


MgO plader monteret i 2008 - (metaldele korroderet).

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

44



Foliebakke som har været brugt til opsamling af væske fra pladerne og lampe som er irt.

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

45



A photograph showing a cross-section of a building facade. On the left is a light-colored wall. In the center, a vertical C-profile is visible, showing significant corrosion and pitting. To the right of the C-profile is a mesh and a layer of grey stone or aggregate. Below the mesh is a layer of yellow insulation. A hand is visible on the left side of the frame, pointing towards the C-profile.

Korrosivt angreb på C-profil i facade

Bunch Bygningfysik ApS Fuktcentrum 46



A photograph showing a close-up of a metal fastener (screw or bolt) that has become heavily corroded. The fastener is embedded in a light-colored wall. Below the fastener is a horizontal metal track or channel. The surrounding wall material shows signs of damage and discoloration.

Beslag korroderet.

Bunch Bygningfysik ApS Fuktcentrum 47

Cementspånplade og MGO-plade Korrosion



Bunch Bygningsfysik ApS



Fuktcentrum

48



Facadebeklædnings ophæng korroderet.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

49



Facadebeklædnings ophæng korroderet.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

50



Forzinkningen er stort set væk.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

51

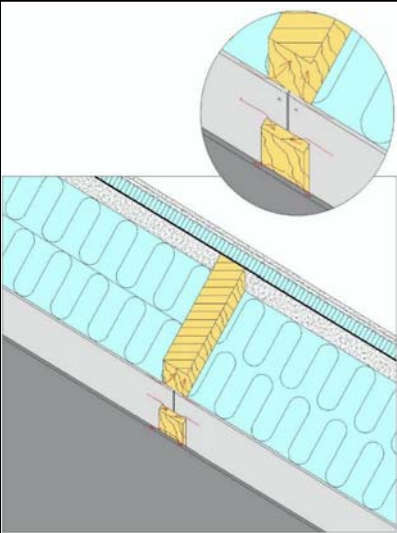


Undersøgelser af træ

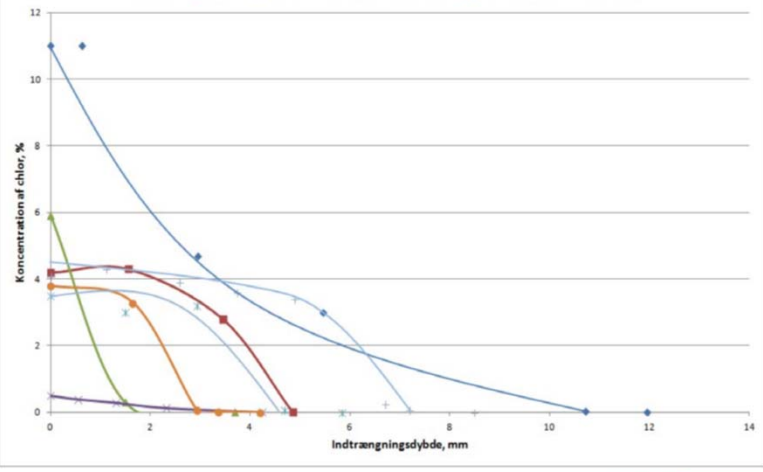
Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

52



Indtrængning af magnesiumchlorid i gran



Opsugning i træ.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

53

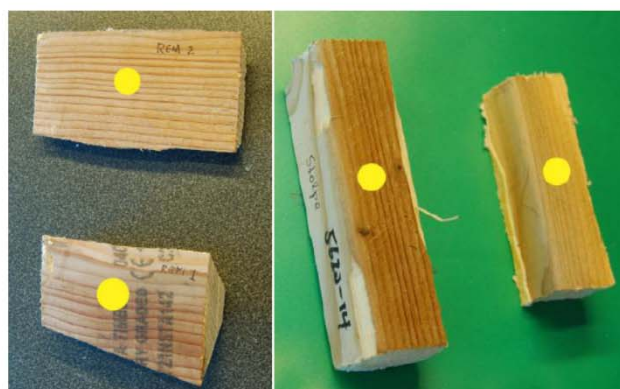


Udtagning af træ-prøve

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

54



Øverst 5620-14-1

Nederst 5620-14-2

De gule pletter markerer den side hvor XRF-målingen er udført

Tv. 5620-14-3

Th. 5620-14-4

Nummer	% chlor
5620-14-1	4,6
5620-14-2	4,0
5620-14-3	4,1
5620-14-4	4,4

Træ, som har været påvirket af den saltholdige væske fra MgO pladerne, optager vand fra luften i væsentligt højere grad end ikke påvirket træ.

Saltpåvirket træ.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

55



Fugtindholdet i træ med indhold af $MgCl_2$ kan ikke måles med traditionelle indstiksmålere, idet de måler modstanden i træet og denne ændres væsentligt af saltindholdet. Der måles typisk væsentligt højere værdier end det faktiske fugtindhold, som derfor må bestemmes ved tørre/veje-metoden.

Kapacitive fugtmålere fungerer heller ikke pålideligt på saltholdigt træ.

Måling af fugtindhold i træ

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

56



Undersøgelse af vinduer

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

57



The left photograph shows a blue scissor lift with the text 'Genik. S-26L3 ITT' on its side, positioned against a modern building facade with large windows. The right photograph is a close-up of a window opening in a light-colored wall, showing the internal structure and a small rectangular hole above the window frame.

Udtagning af prøver på vinduer og stål

Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 58



The left photograph shows a close-up of a window frame with a hole in the white paint. The right photograph shows a cylindrical sample of wood, likely from the window frame, placed on a light-colored surface.

Prøver af overkarm fra vindue som har været påvirket af den saltholdige væske fra MgO pladerne.

Udtagning af prøver på vinduer

Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 59



Forsøg som kører på DTU

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

60

Prøve til vandabsorption



Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

61

Forsøgene som kører på DTU

Fugtindholdet er fjernet i pladeprøverne hvorefter de anbringes i skab med en fugtighed på 35% - 80% - 85% og 95% og vægtforøgelsen følges:

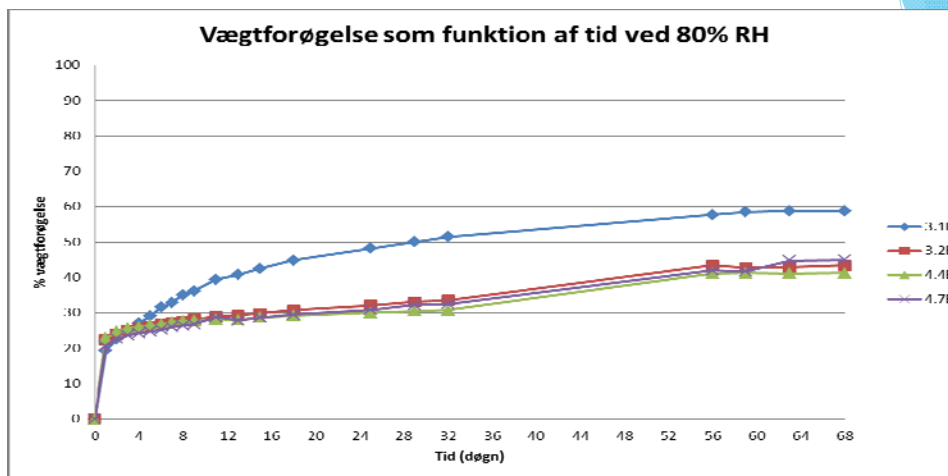
Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 62

Vægtforøgelse som funktion af tid ved 35 % RH

Tid (døgn)	3.1A (%)	3.2A (%)	4.4A (%)	4.7A (%)
0	0	0	0	0
2	4.5	4.5	4.5	4.5
4	5.0	5.0	5.0	5.0
6	5.2	5.2	5.2	5.2
8	5.5	5.5	5.5	5.5
10	5.8	5.8	5.8	5.8
12	6.0	6.0	6.0	6.0
14	6.2	6.2	6.2	6.2
16	6.3	6.3	6.3	6.3
18	6.4	6.4	6.4	6.4
20	6.5	6.5	6.5	6.5
22	6.6	6.6	6.6	6.6
24	6.7	6.7	6.7	6.7
26	6.8	6.8	6.8	6.8
28	6.9	6.9	6.9	6.9
30	7.0	7.0	7.0	7.0

Vægtforøgelse ved 35 % RF.
Der opnås nogenlunde ligevægt efter 30 dage.

Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 63

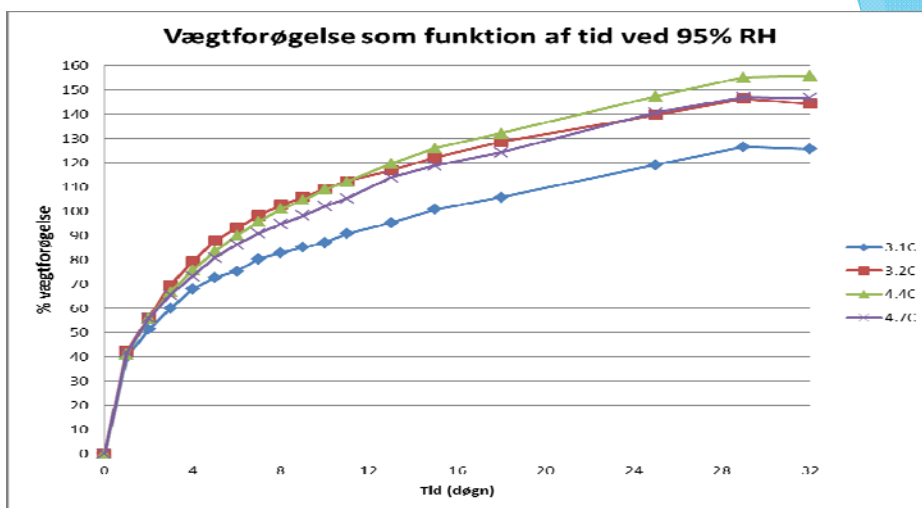


Vægtforøgelse ved 80 % RF.
 Der opnås nogenlunde ligevægt efter 64 dage.
 Bemærk prøve 3.1B skiller sig ud fra de øvrige prøver.
 Denne plade har de laveste indhold af klor

Bunch Bygningsteknik Aps

Fuktcentrum

64

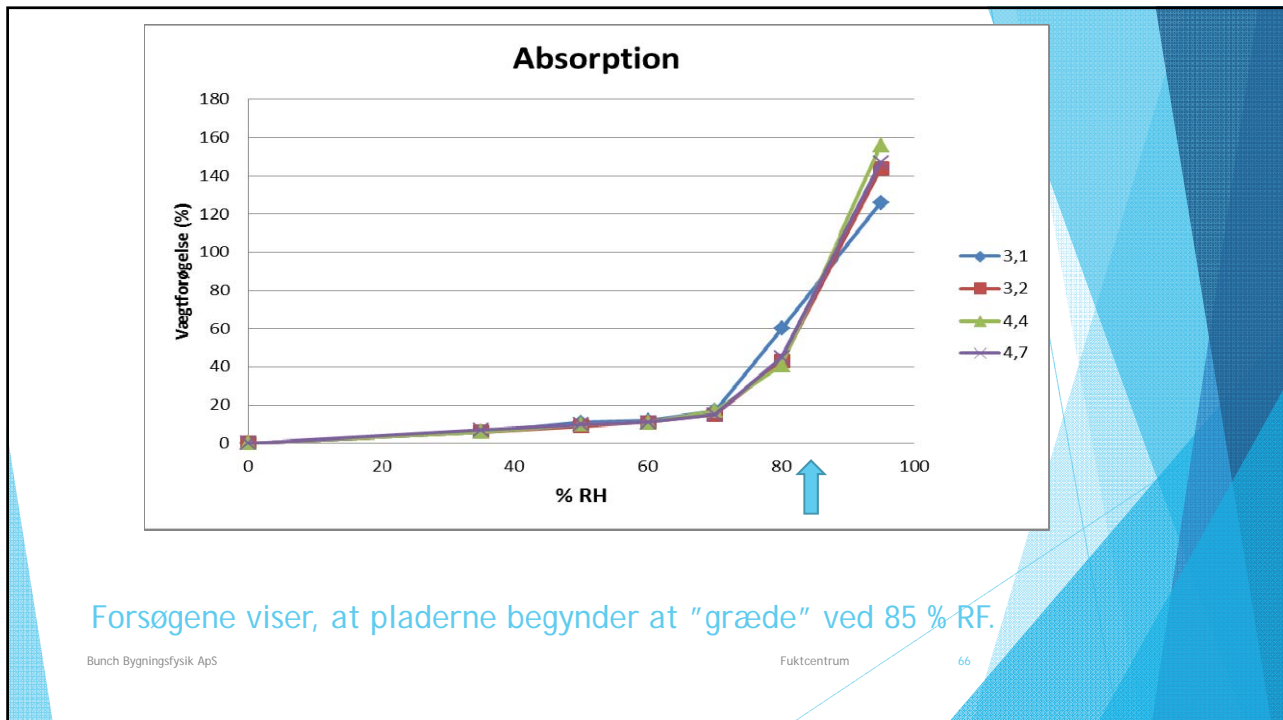


Vægtforøgelse ved 95 % RF.
 Forsøget blev standset efter 32 dage.
 Prøve 3.1B skiller sig igen ud fra de øvrige, men mærkeligt nok med en mindre
 fugtoptagelseshastighed end de øvrige i modsætning til forsøget ved 80

Bunch Bygningsteknik Aps

Fuktcentrum

65



Forsøg med overfladebehandling og ændring af ventilationsforhold


Indbygning af dataloggere til måling af temperatur og luftfugtighed omkring facaden.

Bunch Bygningsfysik ApS Fuktcentrum 67



Forsøg med overfladebehandling og registrering af fugtforholdene omkring facaden.

Bunch Bygningssystem A/S Fuktcentrum 68



Lukning af luftspalte

Lukning af luftspalte

Forsøg med reduktion af ventilation af facaden, og registrering af fugtforholdene omkring facaden.

Bunch Bygningssystem A/S Fuktcentrum 68



Forsøg med overfladebehandling af vindspærreplader

Bunch-Bygningssysik Aps

Fuktcentrum



Registrering af fugtforholdende omkring facader

Bunch-Bygningssysik Aps

Fuktcentrum



Registrering af fugtforholdene omkring facaden

Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

72

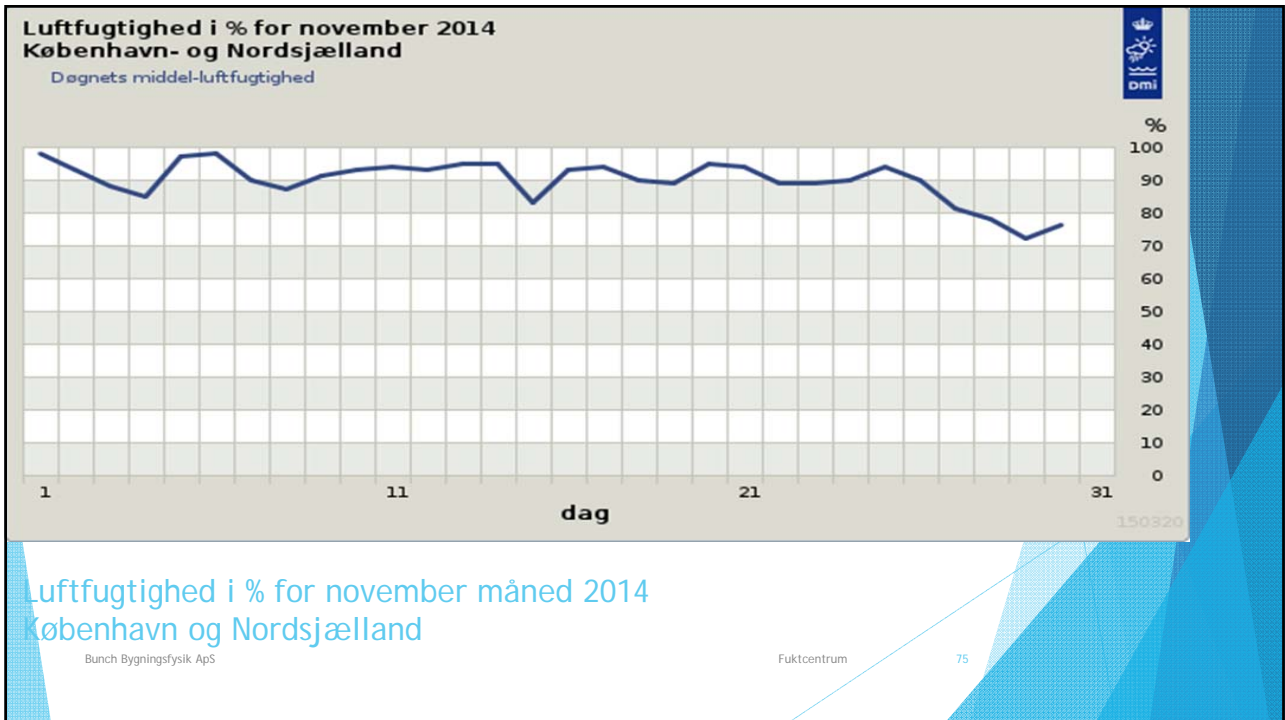
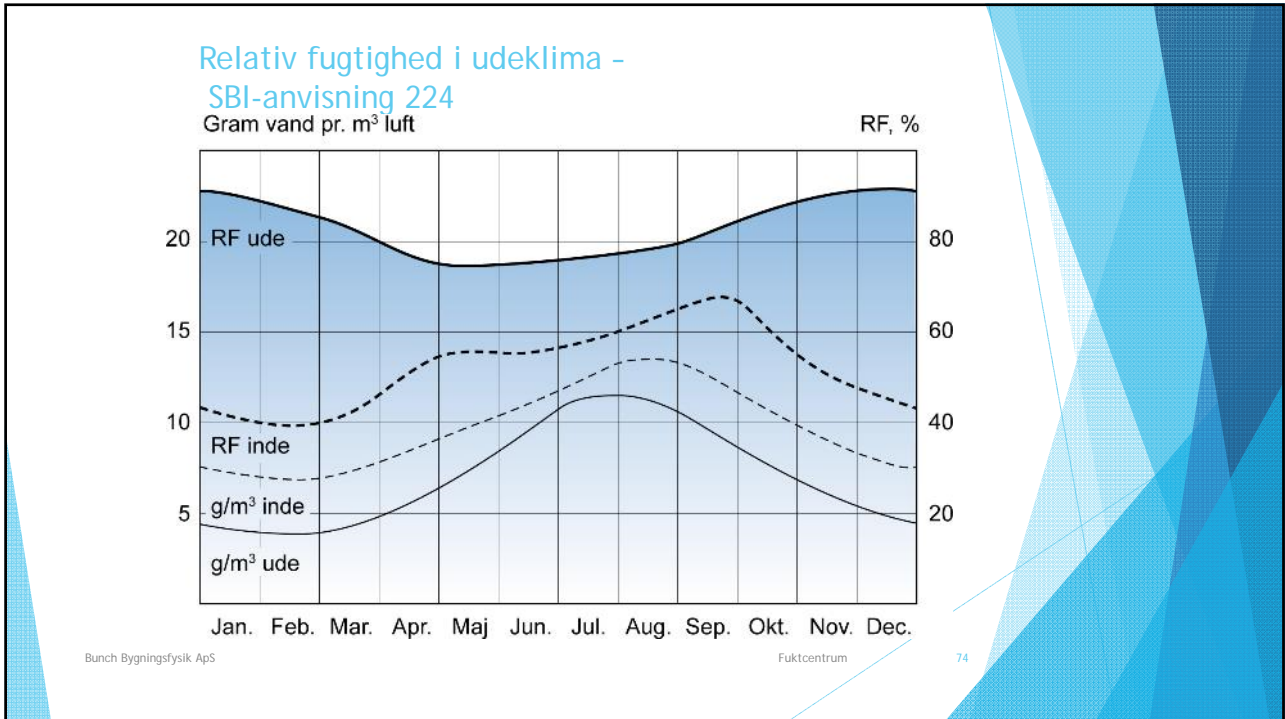
Imprægnering - alle plader græder efter 4- 6 dage i klimakammer ved 95 % RF

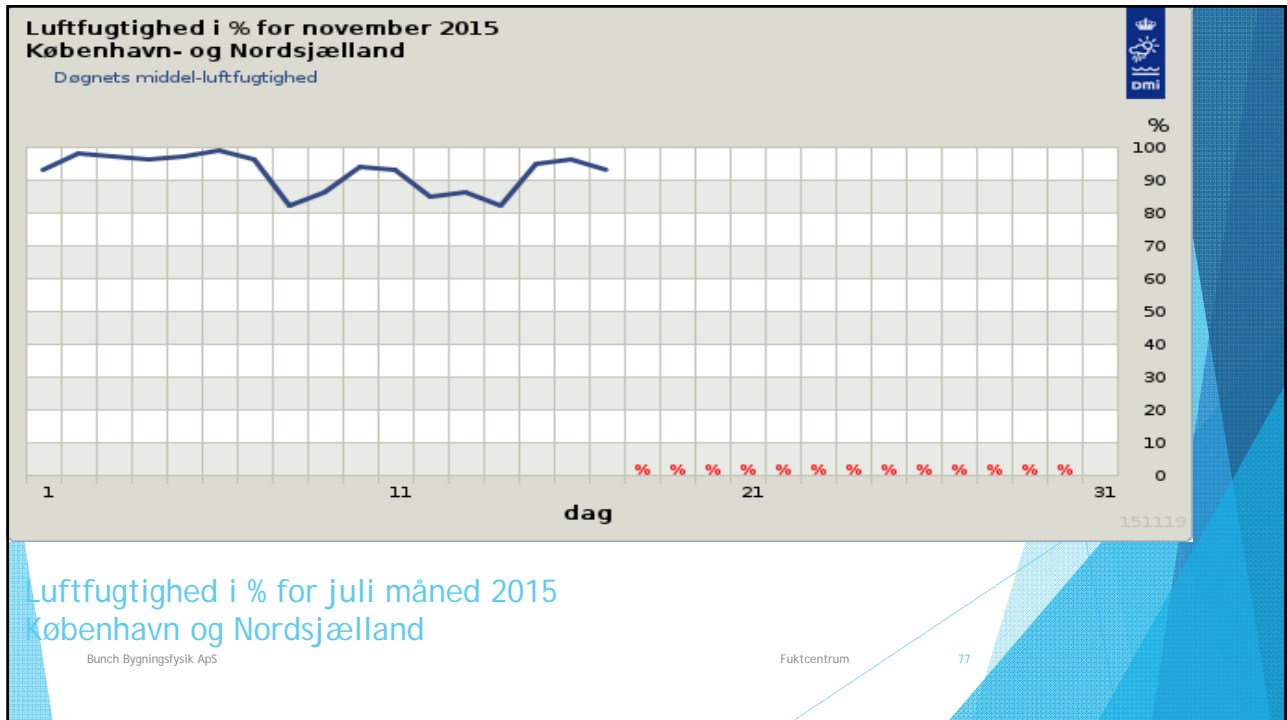
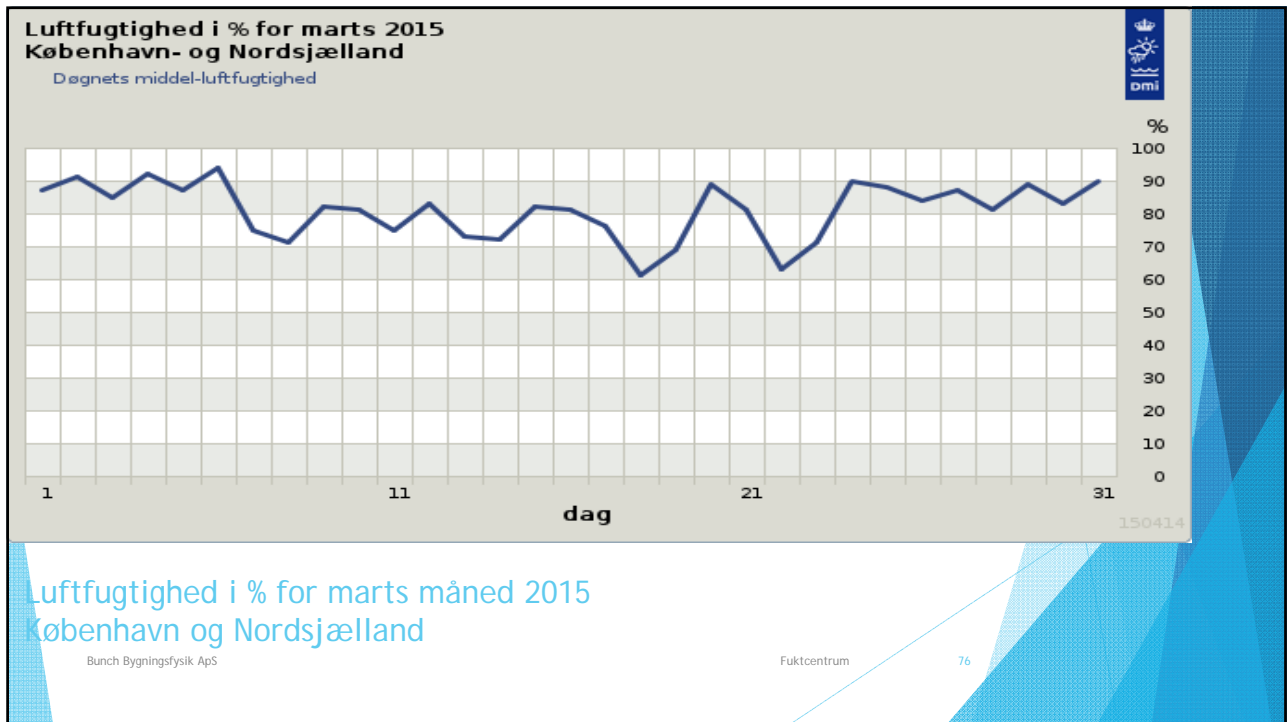


Bunch Bygningfysik ApS

Fuktcentrum

73





Udeklima i Sverige

SMHI

Månadstabell för Horn A, december 2013

Klimatnummer: 75520 Latitud: 57.8863 Longitud: 15.8652 Höjd över havet: 90.00 m

Datum	Relativ fuktighet i procent									Dygn ³	Sikt i kilometer								Molnighet i procent se			
	Ki 01	Ki 04	Ki 07	Ki 10	Ki 13	Ki 16	Ki 19	Ki 22			Ki 01	Ki 04	Ki 07	Ki 10	Ki 13	Ki 16	Ki 19	Ki 22	Ki 01	Ki 04	Ki 07	K
1	95	95	89	71	49	49	51	55	69	69	50.0	42.9	44.5	38.1		50.0	50.0	50.0				
2	67	77	94	94	71	79	82	88	82	82	50.0	50.0	50.0	14.6	50.0	50.0	50.0	27.9				
3	90	85	78	83	84	86	88	89	85	85	21.0	20.8	23.6	27.2	29.4	20.6	31.0	35.3				
4	88	89	98	98	89	92	100	93	93	93	48.9	50.0	18.4	6.3	47.1	50.0	50.0	36.9	R		U	
5	87	81	84	83	76	92	95	97	87	87	40.3	39.2	25.2	21.0	23.3	17.6	15.7	47.8				
6	98	98	99	99	97	97	98	99	98	98	50.0	4.9	1.4	1.4	1.6	1.2	1.1	1.0		Ö	Ö	
7	91	81	78	76	73	77	77	81	79	79	28.2	50.0	50.0	28.8	50.0	50.0	50.0	50.0				
8	84	91	92	95	94	97	99	100	94	94	50.0	50.0	50.0	50.0	1.6	0.5	8.1	9.2				
9	100	100	100	100	99	97	98	99	99	99	4.3	50.0	50.0	33.6	47.4	11.1	10.4	10.6	\$			
10	98	95	99	100	99	100	100	92	98	98	27.3	33.8	9.2	3.3	50.0	50.0	8.8	24.8			P	
11	91	92	93	95	93	94	95	98	94	94	28.0	28.3	26.4	22.5	31.7	19.7	21.2	15.2				
12	98	97	97	91	69	75	69	86	85	85	16.7	29.0	29.0	42.5	26.0	16.6	23.9	21.8				
13	90	96	100	100	70	96	98	98	94	94	15.3	13.9	5.5	17.1	50.0	47.9	32.6	47.8			P	
14	99	98	96	98	99	100	100	100	99	99	44.0	43.6	35.4	8.7	43.0	7.1	8.9	10.7				
15	100	93	94	97	99	97	100	99	97	97	11.8	33.4	24.1	11.8	15.3	50.0	23.5	10.2				
16	100	93	95	96	94	99	100	98	97	97	2.0	19.8	14.7	15.2	23.8	50.0	20.9	17.6			P	
17	96	90	92	94	93	96	96	100	95	95	11.2	36.5	20.4	17.5	33.2	39.7	37.4	18.3			U	

Bunch Byggningsfysik ApS

Fuktcentrum

78

Konklusion för MgO-plader

- Er uegnede til anvendelse som vindspærre i det danske (og svenske) klima
- Indeholder saltet $MgCl_2$, der er vandsugende.
- Græder efter ca. 7 døgn ved 85 % RF
- Dekomponerer.
- Korrosion på ikke rustfri metaldele, når pladerne afgiver saltholdigt vand
- Inficerer trædele som bliver 3 gange mere fugtsugende
- Kan medføre skimmelvækst/Mögel

Bunch Byggningsfysik ApS

Fuktcentrum

79

Alternativer

- ▶ Fibercementplader
- ▶ Kalciumsilikatplader med overfladeimprægnering
- ▶ Cementspånplader
- ▶ Gipsplader uden karton

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

80

Udbedringsovervejelser

- ▶ Udbedrer de sig selv - nej
- ▶ Imprægnering eller overfladebehandling med bevarelse af lav modstand - nej
- ▶ Udskiftning - ja men skal dele af træet også udskiftes/imprægneres
- ▶ Tørre ud i foråret - ja men fugter op igen
- ▶ Hvad med fastgørelser og korrosion - det alvorligste problem.
- ▶ Hvor lang tid har vi før facaderne begynder at falde ned . Ned til 2 år.

Bunch Bygningsfysik ApS

Fuktcentrum

81

Hvordan kunne det gå så galt



- ▶ Opfylder alle gængse krav til brand, diffusion, styrke mv.
- ▶ Prisen var god og vægten lav
- ▶ Ingen har kigget på saltene.
- ▶ Hvor var kemikerne henne ?
- ▶ Ingen produktstandard