

Fuktegenskaper hos lättballast- betonger från Expan A/S

– beräkningar och mätningar

Sensobyg – delprojekt D4

Lars-Olof Nilsson

ISRN: LUTVDG/TVBM--09/7199--SE (1-21)

ISSN: 0348-7911 TVBM

Lunds Tekniska Högskola
Byggnadsmaterial
Box 118

221 00 LUND

Tel: 046-2227415
Fax: 046-2224427
www.byggnadsmaterial.lth.se

Förord

Inom projektet Sensobyg, "Sensorbaseret övervakning i byggeriet", har Avd Byggnadsmaterial vid Lunds Tekniska Högskola genomfört en studie inom delprojektet D4, "Fugt i byggefasen, för att kvantifiera fuktegenskaper hos en serie lättballastbetonger. Detta har gjorts både med hjälp av beräkningar och genom laboriemätningar. Materialegenskaperna skall senare användas som indata till ett beräkningsprogram för beslutsstöd vid tolkning av mätresultat från trådlösa fuktsensorer som gjutits in i betong vars uttorkningsförlopp skall följas.

Uppgifter om betongerna har erhållits från Erik Fredborg, Expan A/S.

Sammanfattning

Desorptionsisotermer för fyra lättballastbetonger har beräknats med hjälp av tidigare mätresultat från ren Portlandcementbetong, cementbruk med inblandning av flygaska samt mätningar på en typ av lättklinker. På provkroppar av de fyra betongerna har sedan desorptionskurvorna bestämts genom att konditionera tunna skivor i klimatboxar med flera olika mättade saltlösningar. På tre av betongerna har dessutom mätningar gjorts med suctionplattor. Fuktkvoten vid fuktjämvikt har bestämts genom vägning före och efter torkning i +105°C.

Beräknade och mätta sorptionskurvor stämmer väl överens.

På skivor av lättballastbetonger har fukttransportegenskaper i intervallet 55-94 % RF bestämts med koppmetoden. Fukttransportkoefficienten uppmättes till $0.7-0.9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ med ånghalten som fukttransportpotential.

Summary

Desorption isotherms for four light-weight aggregate concretes have been predicted from earlier measurements on pure Portland cement concrete, cement mortar with fly ash and measurements on one type of expanded clay particles. On specimens from the four concretes the desorption isotherms were determined by conditioning thin slices in climate boxes containing saturated salt solutions. Additionally, for three of the concretes the upper part of the desorption isotherms were measured with suction plates. The moisture ratio was measured by determining the weight before and after drying at +105°C.

Predicted and measured desorption isotherms coincide fairly well.

On slices of the light-weight aggregate concretes the moisture transport properties were determined in the RH-interval 55-94 % with the cup method. The moisture transport coefficients were measured to $0.7-0.9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ with the vapour concentration as moisture transport potential.

Innehåll

1	Betongsammansättningar	1
2	Beräkning av desorptionsisotermer	2
3	Mätning av desorptionsisotermer	6
3.1	Mätning i klimatboxar	6
3.2	Mätning med suctionplattor.....	9
4	Mätning av fukttransportegenskaper	13
	Referenser	19
	BILAGOR	21
	Delmaterialer til tørstøbt letklinkerbeton	21

1 Betongsammansättningar

Från Expan A/S har uppgifter om betongsammansättningar för fyra lättballastbetonger erhållits. Dessa redovisas i Tabell 1.1. I tabell 1.2 ges betongsammansättningarna, vatteninnehållet i lättballasten och kemiskt bundet vatten som beräknats ur de erhållna uppgifterna.

Vid beräkningarna har antagits att hydratationsgraden är 0.6 och att 80 % av flygaskan är SiO₂.

Tabell 1.1 Uppgifter om betongsammansättningar

	LAC 6/1350	LAC 10/1550	LAC 10/1850	LAC 15/1850
Trykstyrke, kar. Mpa	6,0	10,0	10,0	15,0
Densitet, mid. kg/m ³	1350	1550	1850	1850
Blanderecept pr kg/m³ element				
Basiscement	220	235	240	260
Flyveaske	46	46	20	20
Letklinker 0/4	385	285	90	90
Sand 0/4	685	840	1470	1470
Superplast	0.88	0.93	0.86	0.93
Fugtindhold i frisk beton. %	14.5	12	8.5	8.5

Den absorberede fugt i letklinkerne ligger erfaringsmæssigt på ca. 15 %

Tabell 1.2 Betongsammansättningar, vatteninnehåll i ballasten och kemiskt bundet vatten

Vattenhalt	196	186	157	157
Absorberat i lettklinkern	58	43	14	14
Kvar i cementpastan	138	143	144	144
vattencementtal, v/c	0.63	0.61	0.60	0.55
vattenbindemedelstal, v/b	0.52	0.51	0.55	0.51
wn av C	33	35	36	39
wn av F	9	9	4	4
Densitet, torr	1378	1451	1861	1884
Densitet, våt	1578	1625	2019	2044

2 Beräkning av desorptionsisotermer

Beräkning av desorptionsisotermerna genomförs genom att addera fukthalten som kg/m^3 betong i de olika komponenterna till en total fukthalt för betongen. Fuktkvoten bestäms sedan genom att dividera med torrdensiteten.

Utgångspunkten är desorptionsisotermer för cementbruk innehållande flygaska, bestämda av Xu (1992). Hans mätresultat för två vattencementtal visas i figur 2.1.

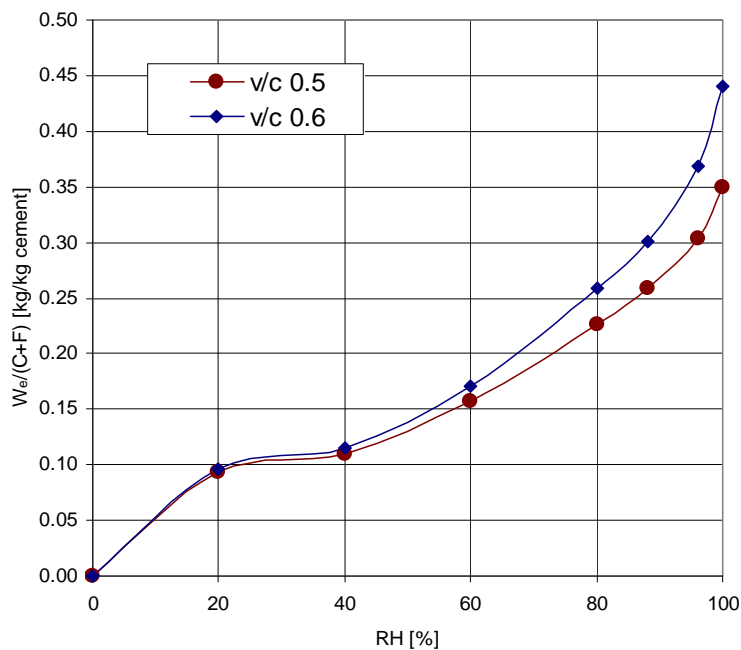


Fig. 2.1 Desorptionsisotermer för cementbruk med flygaska med två vattencementtal; data från Xu (1992)

Fukthalterna i figur 2.1 anges som viktandel av mängden cement plus flygaska. Dessa har beräknats ur betongsammansättningen.

Desorptionsisotermen för en typ av lättklinker har varit tillgänglig (okänd källa) och visas i figur 2.1 och tabell 2.1. Värdet 15 vikt-% vid 100 % RH baseras på uppgiften från Expan A/S enligt tabell 1.1.

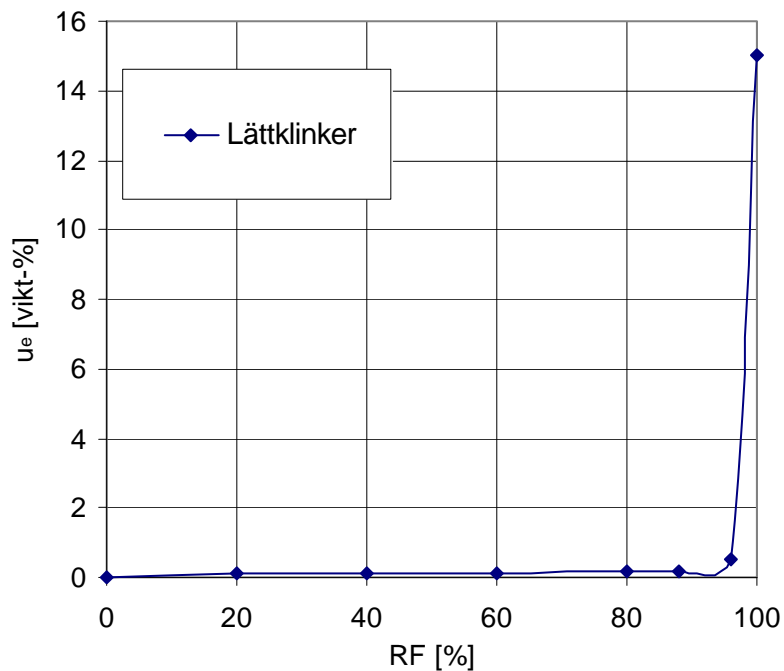


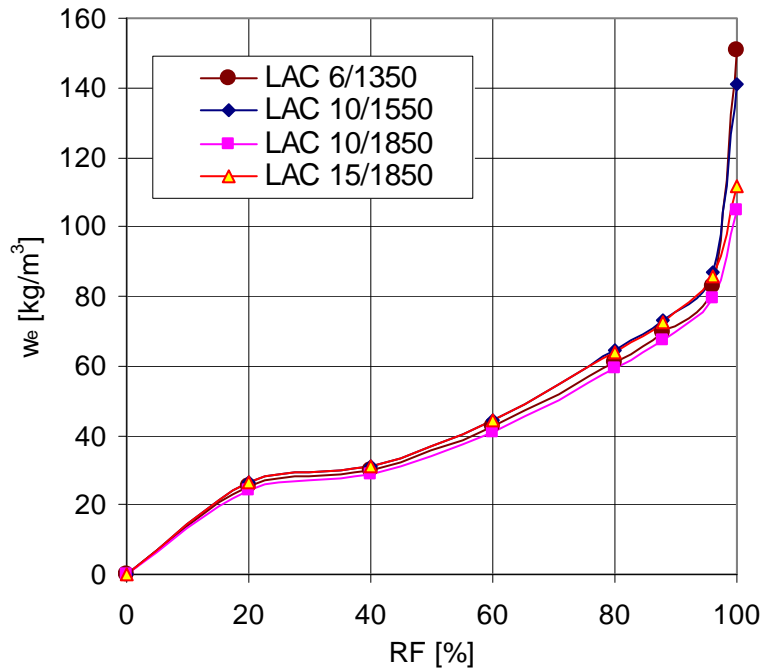
Fig. 2.2 Desorptionsisoterm för lättklinkerkulor i beräkningarna

Tabell 2.1 Desorptionsisoterm för lättklinkerkulor; okänd källa

Lättklinker	
RF(%)	vikt-%
0	0.000
20	0.090
40	0.125
60	0.130
80	0.150
88	0.200
96	0.500
100	15.000

För varje relativ fuktighet beräknas fukthalten genom att summera fukthalten i cementpasta innehållande flygaska och fukthalten i lättklinkerkulorna. Fukthalten i cementpastan erhålls genom att interpolera i figur 2.1 med avseende på vattencementtal. Mängden fukt per vikt cement+flygaska multipliceras sedan med halten cement+flygaska per m³ betong. Fukthalten i lättklinkerkulorna beräknas ur tabell 2.1 genom att multiplicera med halten lättklinker i betongen som kg/m³ betong.

Beräkningsresultatet för de fyra betongerna visas i figur 2.3 som fukthalter och i figur 2.4 som fuktkvoter.



Figur 2.3 Beräknade desorptionsisotermer för de fyra lättballastbetongerna, uttryckta som fukthalter i kg/m^3

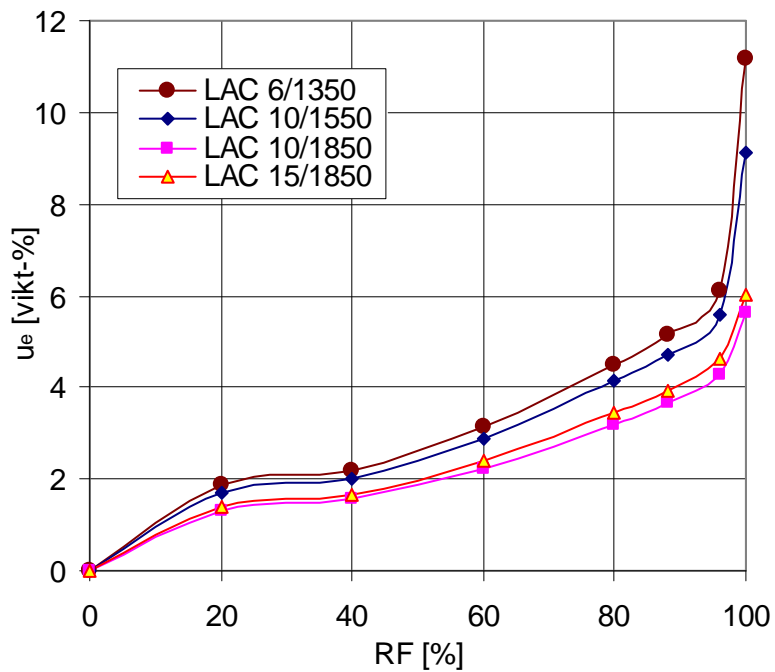


Fig. 2.4 Beräknade desorptionsisotermer för de fyra lättballastbetongerna, uttryckta som fuktkvoter i vikt-% av torrvikten

Skillnaden mellan desorptionsisotermerna är inte stor om de uttrycks som fukthalt per m³ betong, se figur 2.3.

Om fukttinnehållet däremot uttrycks som fuktkvot i vikt-% av torrvikten, se figur 2.4, blir skillnaden stor! En fuktkvot på till exempel 4.0 vikt-% kan betyda allt från RF = 73 % till RF = 93 %! Vid en RF av 85 % kan fuktkvoten vara mellan 3.5 och 5 vikt-%, beroende på betongsammansättning!

3 Mätning av desorptionsisotermer

Mätningarna av desorptionsisotermerna genomfördes på följande sätt. Provbitar 60-130 g togs ut ur Expans betongprovkroppar för tre av betongerna med olika densitet. Dessutom togs prover av Lecakulor som tillhandahölls av Expan A/S.

Proverna konditionerades sedan med två olika metoder: i klimatboxar vid olika RF och på suctionplattor vid olika tryck.

3.1 Mätning i klimatboxar

Dessa prover exponerades i klimatboxar med mättade saltlösningar och en fläkt med liten värmeavgivning för att inte ge temperaturskillnader inom boxarna. De klimat som användes var 33, 58, 75, 85, 91, 94, 97 % RF, genom att använda salterna $MgCl_2$, NaBr, NaCl, KCl, KNO_3 och K_2SO_4 .

Proverna mättes först kapillärt. Viktminskningen bestämdes en gång per vecka under perioden 2007-12-06 till 2008-06-25. Därefter torkades proverna i ugn vid +105°C, varefter fuktkvoten i vikt-% beräknades.

Uppmätta värden redovisas i nedanstående tabell och diagram och jämförs med de beräknade desorptionsisotermerna i föregående kapitel.

Tabell 3.1 Uppmätta fuktkvoter i respektive klimatbox

RF(%)	Betong, vikt-%			LECA
	1350	1550	1850	
33	1.8	1.6	1.1	0.18
58	2.8	2.9	2.0	0.17
75	3.0	3.6	2.9	0.23
85	4.5	4.6	2.8	0.23
91	5.1	5.5	4.8	0.34
94	5.2	5.8	5.1	0.47
97	9.1	7.4	5.2	1.87

I figur 3.1 visas uppmätt desorptionsisoterm för den lättballast "Leca" som används i betongerna, se Bilaga. Den skiljer sig något från den desorptionsisoterm som användes i beräkningarna. Denna lilla skillnad är dock helt försumbar eftersom den helt övervägande delen av fukthalten finns i cementpastan och inte i lättklinkerkulorna.

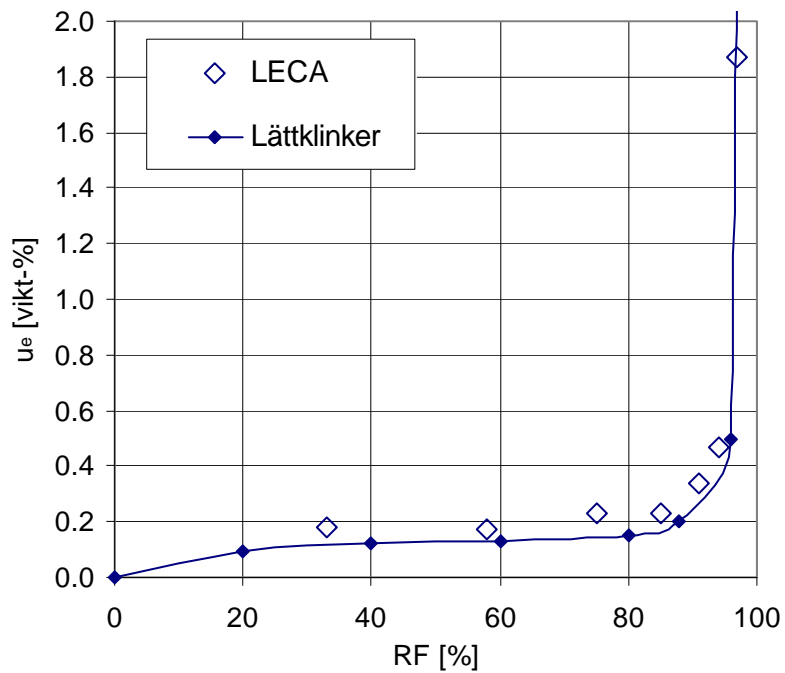


Fig. 3.1 Uppmätt desorptionsisoterm för Leca (diamanter), som används i betongerna. Kurvan med fyllda punkter visar den desorptionsisoterm som användes i beräkningarna.

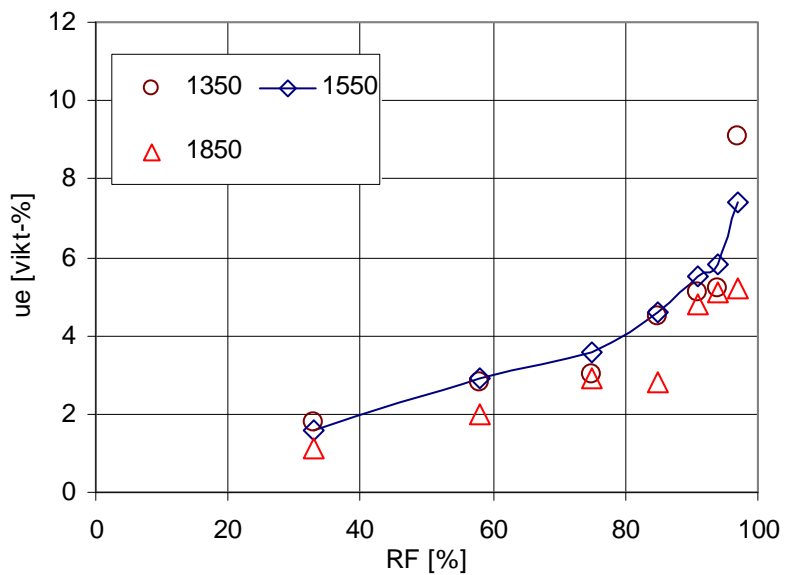


Fig. 3.2 Samtliga mätresultat från mätning av jämviktsfuktkvoter för de tre betongerna

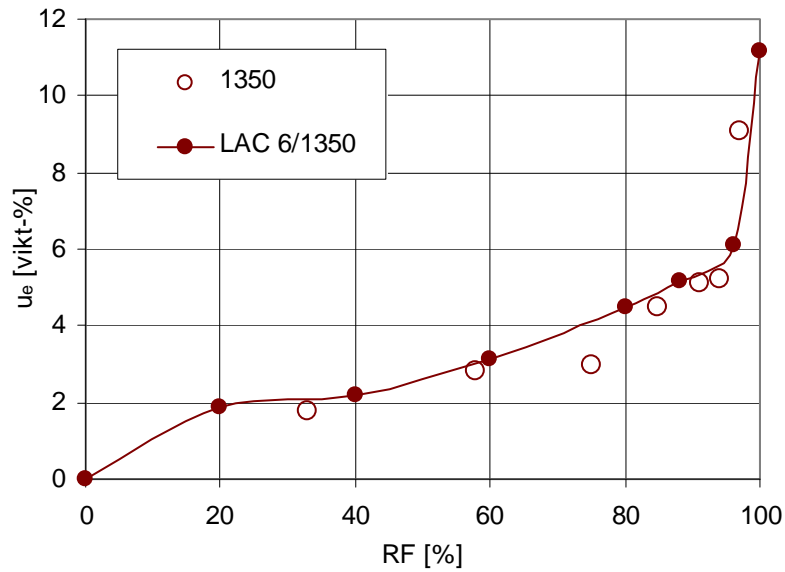


Fig. 3.3 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1350 (cirklar). Kurvan med fyllda punkter visar den beräknade desorptionsisotermen.

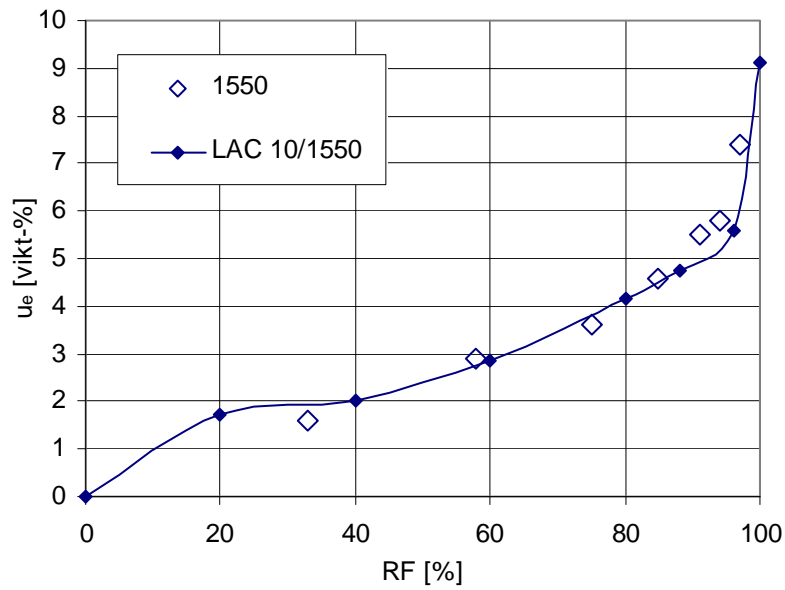


Fig. 3.4 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1550 (diananter). Kurvan med fyllda punkter visar den beräknade desorptionsisotermen.

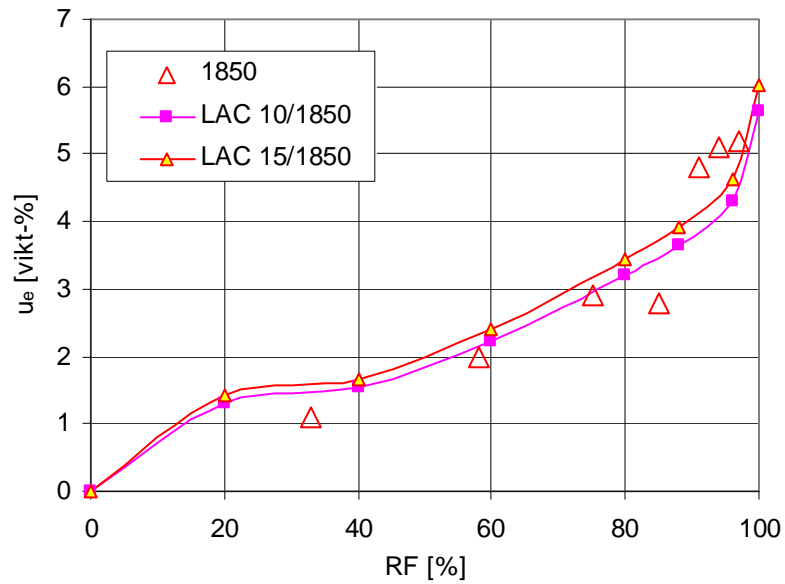


Fig. 3.5 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1850 (trianglar). Kurvorna med fyllda punkter visar de beräknade desorptionsisotermerna för de två något olika betongerna 1850.

3.2 Mätning med suctionplattor

För att kunna mäta noggrant vid riktigt höga RF, nära 100 %, användes tre suctionplattor med olika tryck. Ett exempel visas i figur 3.6.

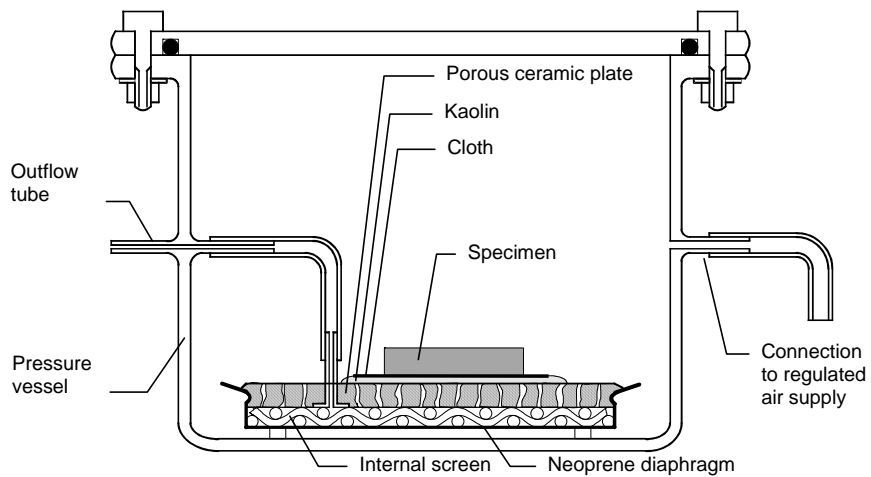


Fig. 3.6 Suctionutrustning för bestämning av jämviktsfuktkvoter vid höga RF, Johansson (2005)

Provkroppar av de tre betongerna samt av Leca-kulor vattenmättades med vakuum. De placerades sedan på tre olika suctionplattor med trycken 0.1, 14.9 respektive 65 Bar. Dessa tre tryck motsvarar olika relativa fuktigheter Φ enligt följande ekvation (M_w = molvikten, R = allmänna gaskonstanten, T = absoluttemperaturen och ρ_w = vattnets densitet)

$$\ln \Phi_m = -\frac{M_w}{RT\rho_w} \cdot \Delta P \quad (3:1)$$

De tre trycken motsvarar 99.99, 98.9 respektive 95.3 % RF.
Resultatet av mätningarna redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 3.1 Resultat från mätningarna med suctionplattor

Material	Prov	Suction	Fuktkvot (vikt-%)	
1350	1	0.1 Bar	25.0	25.0
	2	0.1 Bar	25.0	
	3	0.1 Bar	25.9	
	4	0.1 Bar	24.3	
	6	14.9 Bar	14.0	14.2
	7	14.9 Bar	14.4	
	8	14.9 Bar	14.0	
	9	14.9 Bar	14.2	
	10	65 Bar	9.3	10.8
	5	65 Bar	10.2	
15	65 Bar	13.0		
1550	1	0.1 Bar	17.8	17.6
	2	0.1 Bar	17.9	
	3	0.1 Bar	17.5	
	4	0.1 Bar	17.2	
	6	14.9 Bar	9.7	10.6
	7	14.9 Bar	11.2	
	8	14.9 Bar	10.7	
	9	14.9 Bar	10.7	
	10	65 Bar	7.8	7.5
	5	65 Bar	6.7	
15	65 Bar	8.0		
1850	1	0.1 Bar	10.6	10.3
	2	0.1 Bar	10.0	
	3	0.1 Bar	10.8	
	4	0.1 Bar	9.7	
	6	14.9 Bar	7.6	7.6
	7	14.9 Bar	7.2	
	8	14.9 Bar	8.0	
	9	14.9 Bar	7.4	
	10	65 Bar	4.0	18.5
	5	65 Bar	4.1	
15	65 Bar	4.5		
Leca	1	0.1 Bar	38.1	
	2	14.9 Bar	29.6	
	3	65 Bar	30.4	

Efter dessa resultat har beräkningarna i kapitel 2 reviderats genom att maximal fuktkvot för Lecakulorna ändrats till 30 vikt-% enligt tabell 3.1. I nedanstående diagram redovisas nu de nya beräknade desorptionskurvorna tillsammans med uppmätta fuktkvoter från både klimatboxarna och suctionplattorna.

Resultaten från mätningarna med suctionplattor stämmer väl överens med mätningarna i klimatboxarna vid 95 respektive 97 % RF. Den nya beräknade kurvan stämmer också bra med mätvärdena, med undantag för punkten vid 99.99 % RF. Denna punkt är nära vattenmättnad efter vakuumbehandlingen.

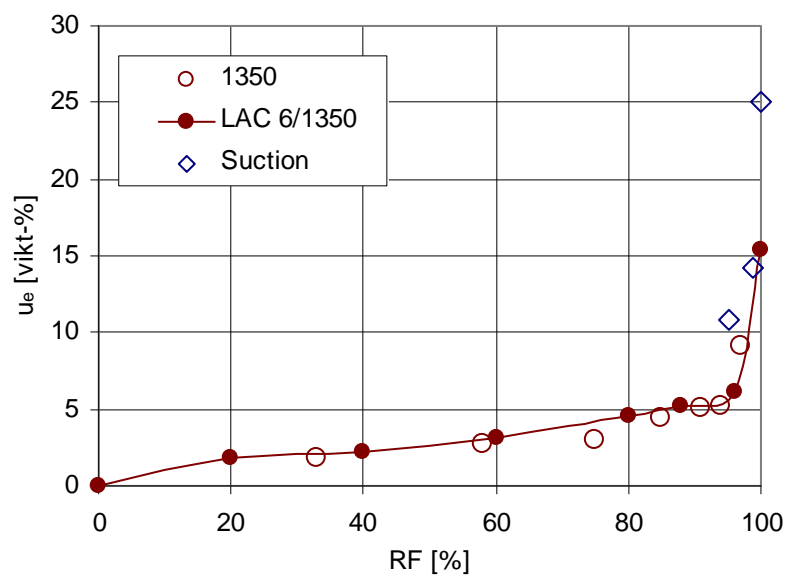


Fig. 3.7 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1350 med klimatboxar (cirklar) respektive suctionplattor (diamanter). Kurvan med fyllda punkter visar den nya beräknade desorptionsisotermen.

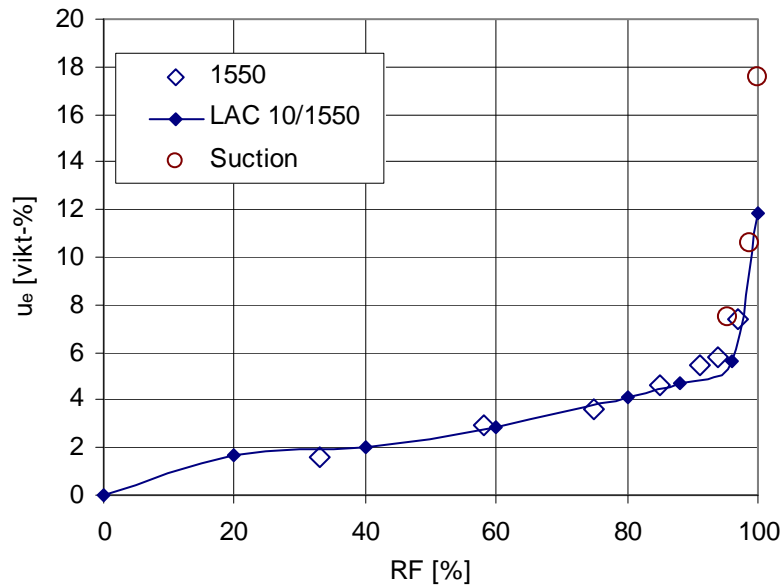


Fig. 3.8 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1550 med klimatboxar (dianter) respektive suctionplattor (cirklar). Kurvan med fyllda punkter visar den nya beräknade desorptionsisotermen.

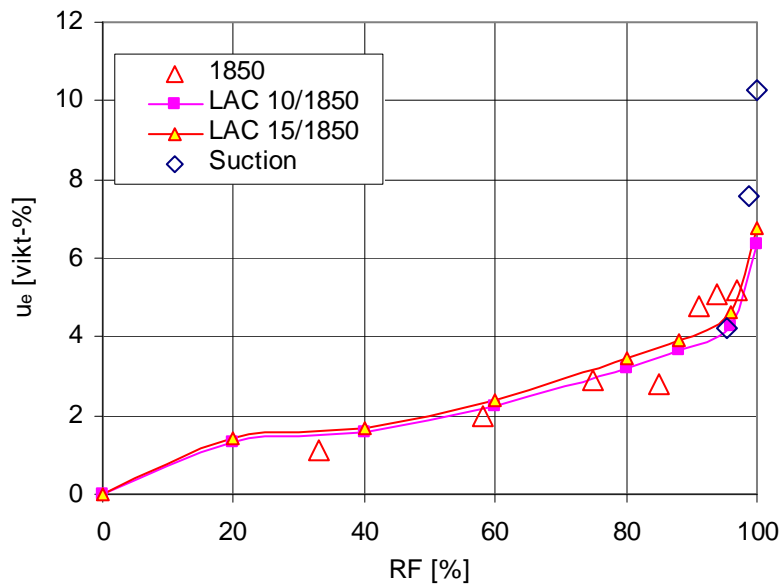


Fig. 3.9 Uppmätt desorptionsisoterm för betong 1850 med klimatboxar (trianglar) respektive suctionplattor (dianter). Kurvorna med fyllda punkter visar de beräknade desorptionsisotermerna för de två något olika betongerna 1850.

4 Mätning av fukttransportegenskaper

Ur betongprovkropparna borrades cylindrar som sågades till skivor, se figur 4.1.



Fig. 4.1 Skivor sågade ur utborrade cylindrar för mätning av fukttransportegenskaper

Skivorna placerades som lock på glasskålar med mättad saltlösning av kaliumnitrat KNO_3 och förseglades, se exemplet i figur 4.2.



Fig. 4.2 Exempel på mätningar med koppmetoden

Tre koppar för varje betong, plus en referens med en metallskiva, placerades i ett klimatrum vid +20°C 55 % RF. Kopporna vägdes regelbundet vid sexton tillfällen under perioden december 2007 - mars 2008. Resultaten visas i figur 4.3.

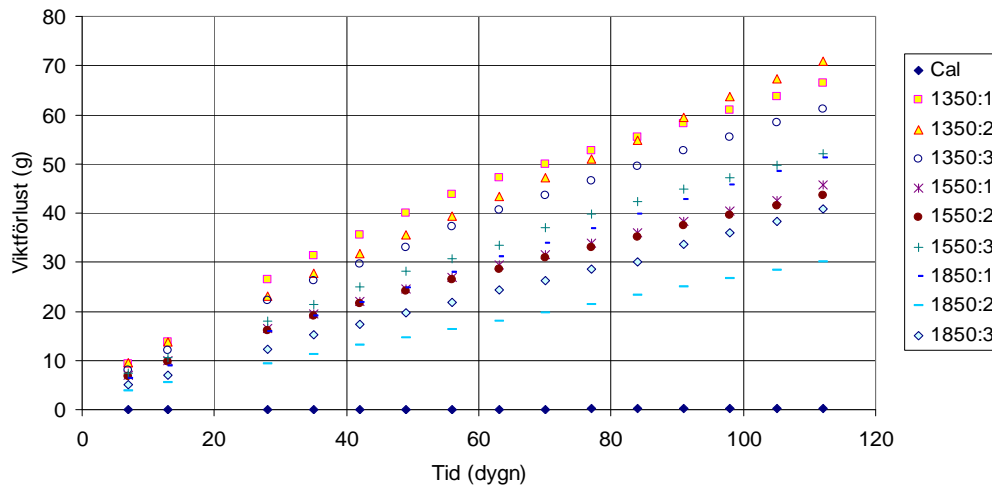


Fig. 4.3 Viktminskning hos de tio kopporna som funktion av tid.

Ur viktminskningen som funktion av tid beräknas den stationära fukttransporten g [$\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$] från den räta delen av kurvorna i figur 4.3. Denna utvärdering före de tre betongerna visas i figur 4.4-4.6.

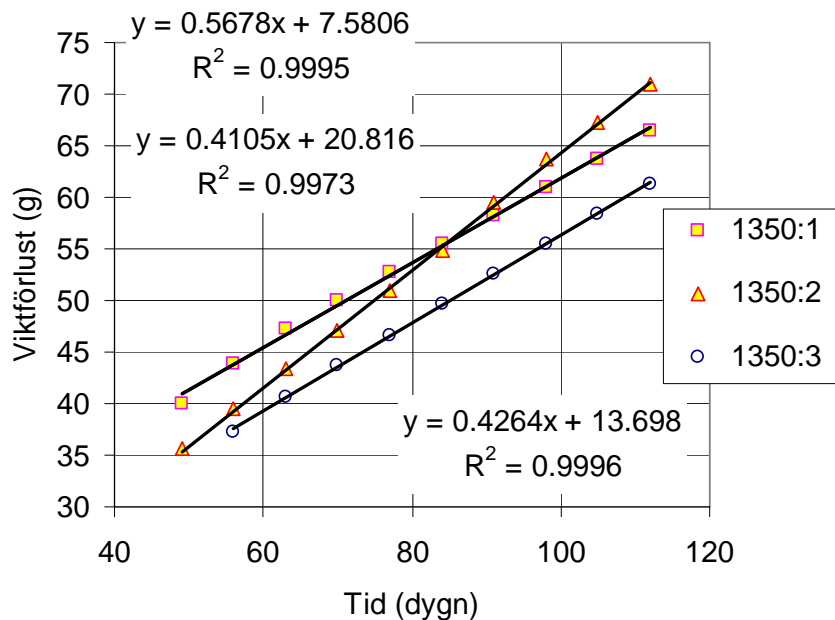


Fig. 4.4 Utvärdering av stationär fukttransport för betong 1350

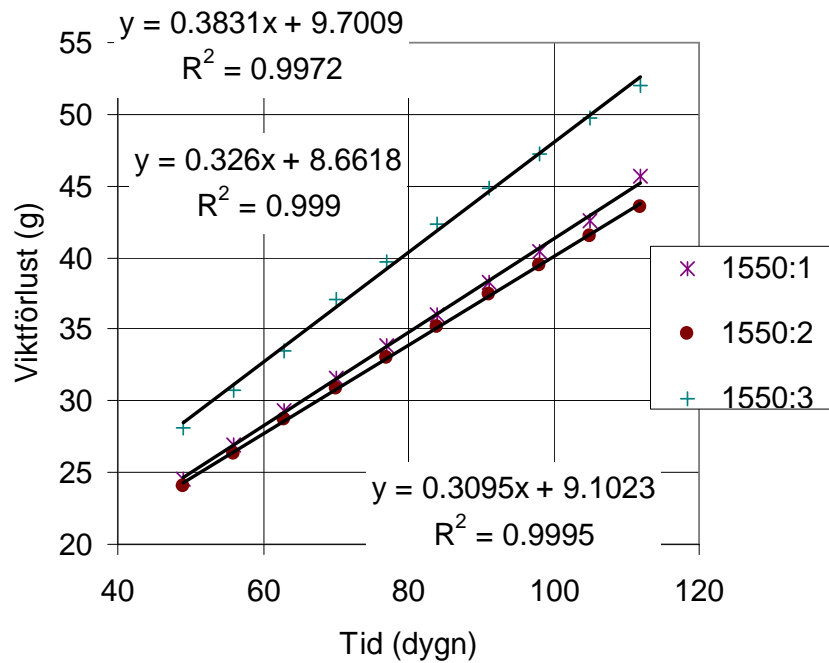


Fig. 4.5 Utvärdering av stationär fukttransport för betong 1550

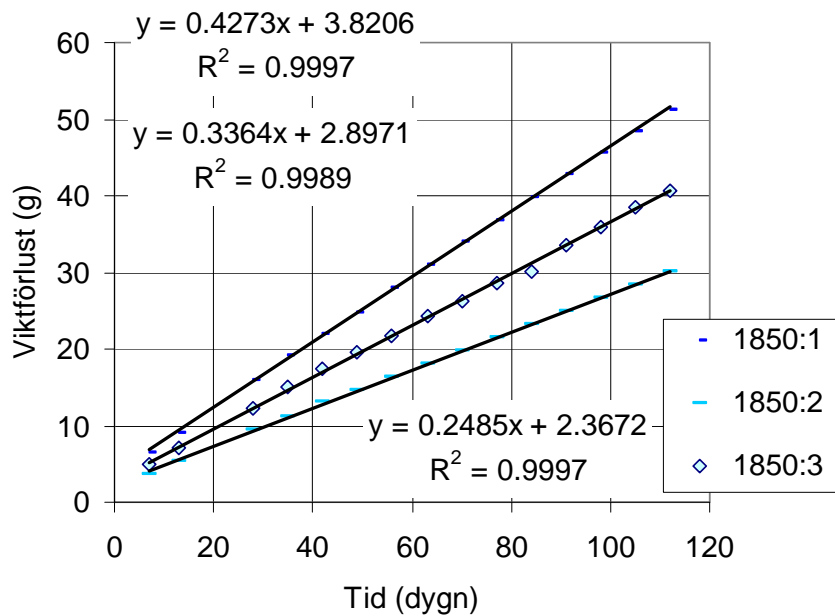


Fig. 4.6 Utvärdering av stationär fukttransport för betong 1850

Fukttransporten är helt tydligt stationär enligt figur 4.4-4.6 men spridningen mellan de tre kopporna är relativt stor.

Ur den stationära fukttransporten g [kg/(m²s)] beräknas fukttransportkoefficienten δ [m²/s] med hjälp av ekvation (4:1)

$$g = -\delta \frac{\partial v}{\partial x} = \delta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x} \quad (4:1)$$

$$\delta = \frac{g \cdot \Delta x}{\Delta v}$$

där Δv är ånghaltsdifferensen över betongskivan med tjockleken Δx . Vid beräkning av ånghaltsdifferensen tas hänsyn till fuktmotståndet hos luftskiktet mellan saltlösningens yta och betongskivans undersida, se figur 4.7.

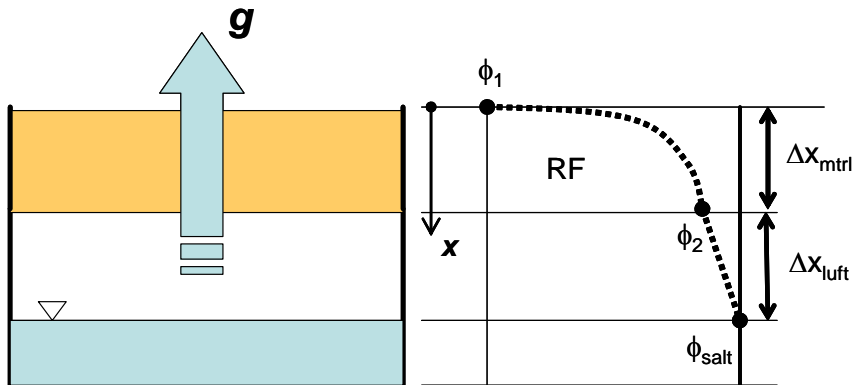


Fig. 4.7 Fukt fördelning i en kopp med en betongskiva som lock

RF på undersidan av materialskivan ϕ_2 kan beräknas ur

$$g = D_v \cdot \frac{\Delta v_{luft}}{\Delta x_{luft}} = D_v \cdot \frac{\Delta \phi_{luft} \cdot v_m(T)}{\Delta x_{luft}} = D_v \cdot \frac{(\phi_{salt} - \phi_2) \cdot v_m(T)}{\Delta x_{luft}} \quad \text{vilket ger}$$

$$\phi_2 = \phi_{salt} - \frac{g \cdot \Delta x_{luft}}{D_v \cdot v_m(T)}$$

där $D_v=25 \cdot 10^{-6}$ m²/s är luftens fukttransportkoefficient

Resultatet ges i tabell 4.1

Tabell 4.1 Medelvärden av den stationära fukttransporten (flux) samt fukttransportkoefficienterna för de tre betongerna.

1350	Stat. Flux	6.90E-07	(kg/m ² s)
	Ånghaltsdiff	0.0074	(kg/m ³)
	Motstånd	1.1E+04	(s/m)
	Delta δ	9.38E-07	m ² /s
1550	Stat. Flux	5.00E-07	(kg/m ² s)
	Ånghaltsdiff	0.0074	(kg/m ³)
	Motstånd	1.5E+04	(s/m)
	Delta δ	6.80E-07	m ² /s
1850	Stat. Flux	4.97E-07	(kg/m ² s)
	Ånghaltsdiff	0.0074	(kg/m ³)
	Motstånd	1.5E+04	(s/m)
	Delta δ	6.76E-07	m ² /s

Medelfukttransportkoefficienten δ i fuktintervallet 55-94 % RF blev 0.68 – 0.94·10⁻⁶ m²/s för de tre betongerna, med det högsta värdet för betongen med den lägsta densiteten.

Dessa fukttransportkoefficienter kan jämföras med värden för ren Portlandcementbetong med icke-porös ballast enligt Hedenblad. Hans resultat för vattencementtal 0.5-0.6 visas i figur 4.8. Om man jämför med medelvärdena i RF-intervallet 55-94 % RF ser man att de nu uppmätta fukttransportkoefficienterna ligger i samma storleksordning.

Det innebär att lättklinkerkornen i de aktuella betongerna inte medför någon större "förkortning" av fukttransportvägarna utan mycket väl kan utgöra samma hinder för fukttransporten som icke-porösa ballastkorn.

Observeras bör att fukttransportkoefficienterna är kraftigt fuktberoende i det aktuella intervallet, som visas i figur 4.8. Det är rimligt att anta ett fuktberoende för nu aktuella betonger ungefär som det som Hedenblad (1993) fann eftersom mycket tyder på att lättballasten inte deltar nämnvärt i fukttransportprocessen.

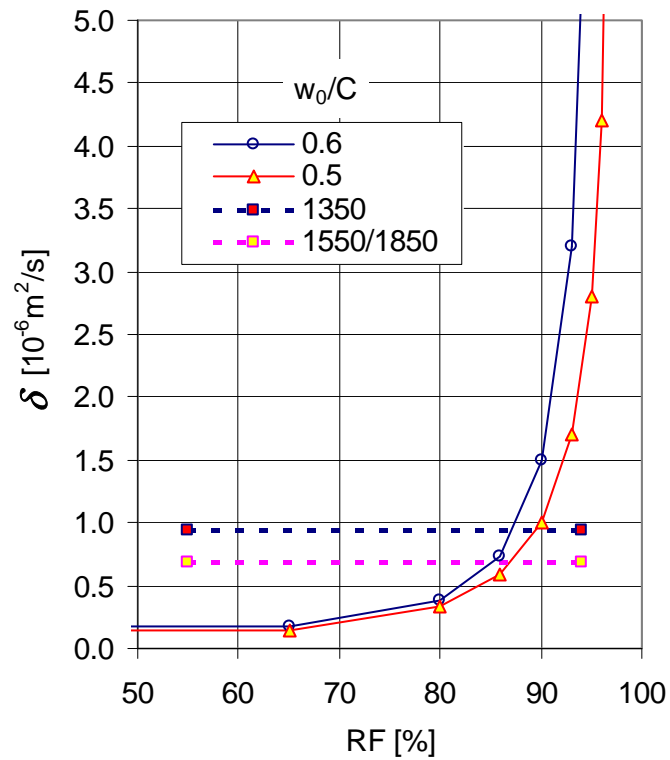


Fig. 4.8 Fukttransportkoefficienten som funktion av RF för välhärdad Portlandcementbetong med icke-porös ballast; data från Hedenblad (1993). Här erhållna mätvärden har lagts in som streckade linjer i RF-intervallet 55-94 %

Referenser

Xu Aimin (1992) *Structure of hardened cement - fly ash systems and their related properties*. Rapport P-92:7, institutionen för byggnadsmaterial, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Hedenblad, Göran (1993) *Water vapour permeability of cement based materials*, rapport TVBM-1014, Avd. Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, Lund

Johansson, Peter (2005) *Water absorption in two-layer masonry systems - properties, profiles and predictions*, rapport TVBM-1024, Avd. Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, Lund



BILAGOR

Delmaterialer til tørstøbt letklinkerbeton

Deklarationer for basiscement, flyveaske og letklinker

Maj 2007

*Erstatter
august 2005*

Gældende
deklaration kan
downloades fra
[www.aalborg-
portland.dk](http://www.aalborg-portland.dk)

BASIS®

BVC har, som notificeret organ, certificeret overensstemmelse med kravene i den harmoniserede standard DS/EN 197-1:2001 samt med det af Aalborg Portland deklarerede maksimale indhold af chlorid, og dermed givet adgang til CE-mærkning. BVC har endvidere certificeret overensstemmelse med klassifikationskravene i DS/INF 135:2005.

BASIS® cement

Portlandkalkstenscement CEM II/A-LL 52,5 R (IS/LA/≤ 2)
Certifikat: 1035-CPD-700541

Aalborg Portland er desuden systemcertificeret efter DS/EN ISO 9001:2000 serien hos BVC. Certificeringens gyldighed kan verificeres på: www.BVQI.dk.

Denne deklaration omfatter de egenskaber, hvortil der stilles krav i den harmoniserede cementstandard DS/EN 197-1 samt i DS/INF 135 suppleret med 1-døgnstyrke, 7-døgnstyrke og absolut densitet. For hver egenskab er angivet et variationsområde, som er fastlagt således, at sandsynligheden for, at en værdi falder udenfor, er mindre end 5 %.

CE

1035

Aalborg Portland A/S
Rørdalsvej 44
DK 9100 Aalborg
Danmark

1035-CPD-700541

EN 197-1
CEM II/A-LL 52,5 R

Chloridindhold højst
0,06 masse-%

Egenskaber	Deklarerede værdier	Krav i DS/EN 197-1/ DS/INF 135
1-døgnstyrke	24 - 30 MPa	Ingen
2-døgnstyrke	38 - 46 MPa	≥ 30 MPa
7-døgnstyrke	54 - 62 MPa	Ingen
28-døgnstyrke	63 - 71 MPa	≥ 52,5 MPa
Begyndende afbinding	120 - 180 min	≥ 45 min
Ekspansion	0 - 2 mm	≤ 10 mm
Sulfat som SO ₃	2,9 - 3,3 %	≤ 4,0 %
Chlorid	0,02 - 0,06 %	≤ 0,10 %
Alkaliindhold	0,5 - 0,6 %	≤ 0,6 %
Vandopløseligt chromat	0 - 2 mg/kg	≤ 2 mg/kg
Absolut densitet	3060 - 3120 kg/m ³	Ingen

Sulfatbestandighedsklassificeringen IS medfører, at der ikke er krav til C₃A.

Emineral a/s

Deklaration for flyveaske til betonformål

Produktbetegnelse:	Flyveaske, Type B4
Leverandør:	Emineral a/s, Nefovej 50, 9310 Vodskov
Gyldig fra:	2006-03-10 (revision 7)

Dancert har med EC certifikat 1073-CPD-B078A/Id certificeret overensstemmelse med kravene i DS/EN 450-1:2005, for flyveaske kategori A, og med certifikat nr B078 certificeret overensstemmelse med Eminerals deklarerede maksimale indhold af restkulstof* og chlorid*.

Flyveasken er tildelt overensstemmelsesmærket: **B078/B4** - Id er produktionsstedets identifikation:

AMV: ENERGI E2 A/S, Amagerværket, blok 3; AVV: ENERGI E2 A/S, Avedøreværket, blok 1; ASV: ENERGI E2 A/S, Asnæsværket, blok 2 + blok 5; ELS: ENERGI E2 A/S, Emineral Lager Skælskør; ELK: ENERGI E2 A/S, Emineral Lager Korsør; FYV: Elsam Kraft A/S, Fynsværket, blok 7; ENV: Elsam Kraft A/S, Enstedværket, blok 3; ESV: Elsam Kraft A/S, Esbjergværket, blok 3; SSV: Elsam Kraft A/S, Studstrupværket, blok 3 + blok 4; NJ2 hhv. NJ3 Elsam Kraft A/S, Nordjyllandsværket; blok 2 hhv. blok 3; ELF: Elsam Kraft A/S, Emineral Lager Fredericia; ELA: Elsam Kraft A/S, Emineral Lager Aalborg;

Certificeringens gyldighed kan verificeres på Dancerts hjemmeside www.dancert.dk

Gældende varedeklaration kan downloades fra www.emineral.dk

Egenskab	Metode	Krav i henhold til DS/EN 450-1:2005	Emineral har for Type B4 supplerende deklareret
Glødetab / Restkulstof (Kategori A) ⁽¹⁾	EN 196-2	≥ 0,0 - ≤ 5,0 (7,0)	≤ 4,0 (4,0) *
Chlorid (Cl ⁻)	EN 196-2	≤ 0,10 (0,10)	≤ 0,02 (0,02) *
Svovlsyre anhydrid (SO ₃)	EN 196-2	≤ 3,0 (3,5)	
Fri calciumoxid (Fri CaO)	EN 451-1	≤ 1,0 / < 2,5 (2,6)	
Reaktiv calciumoxid (Reakt CaO)	EN 197-1, 3,1	≤ 10,0 (11,0)	
Finhed + 0,045 mm (Kategori N)		≤ 40 (45)	
- variation	EN 451-2	Dekl.værdi ± 10 % (± 15) % -point	(4)
Aktivitetsindeks	EN 196-1	28 døgn	≥ 75 (70) %
		90 døgn	≥ 85 (80) %
Volumenbestandighed (hvis krævet) ⁽²⁾	EN 196-3	≤ 10 (10,0) mm	
Partikel densitet	EN 196-6	Dekl.værdi ± 200 (± 225) kg/m ³	2300 kg/m ³
Reaktivt silicium dioxid (Reakt SiO ₂) ⁽⁴⁾	EN 197-1, 3,2	≥ 25 (22)	
Sum SiO ₂ / Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃ ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	EN 196-2 ⁽⁶⁾	≥ 70 (65)	
Total alkali (Na ₂ O _{alk}) ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	EN 196-2	≤ 5,0 (5,5)	
Magnesium oxide (MgO) ⁽⁵⁾	EN 196-2	≤ 4,0 (4,5)	
Opløseligt fosfat (P ₂ O ₅) ⁽⁵⁾	Annex C ⁽⁷⁾	≤ 100 (110) mg/kg	
Afbindingstid ⁽⁵⁾	EN 196-3	+ 120 (+ 140) min	

Noter:

Ubenævnte værdier er i masseprocent.

Kravværdier er statistiske værdier; grænseværdi for enkeltværdier er angivet i parentes.

⁽¹⁾ Emineral bestemmer restkulstof i stedet for glødetab, med anvendelse af LECO- eller ELTRA-udstyr. Glødetab/restkulstof for kategori A er mellem 0,0 masse-% og 5,0 masse-%, med en grænseværdi for enkeltværdier på 7,0 masse-%

⁽²⁾ Volumenbestandighed bestemmes kun når indholdet af fri CaO er mellem 1,0 og 2,5 % -point.

⁽³⁾ Middelværdien målt over en given periode.

⁽⁴⁾ Værdier for disse egenskaber oplyses på forlangende.




⁽⁵⁾ Disse egenskaber kræves kun bestemt for flyveaske fremstillet ved samforbrænding iht. DS/EN 450-1.

⁽⁶⁾ Prøvningsmetoden er modificeret som angivet i DS/EN 450-1, pkt. 5.2.1.

⁽⁷⁾ Annex C i DS/EN 450-1.



*Væsentlige ændringer i forhold til forrige udgave er markeret med en streg i margin.
Redaktionelle ændringer er ikke markeret.*

 04 1032 - CPD - 0005	 maxit Group Gl. Aarhusvej 380 - Ølst - DK-8900 Randers			
	DS/EN 13055-1 Lette tilslag til beton og mørtel			
Produktnavn	Leca [®] Ø - 4 knækket			
Varenummer	15 03 00			
Egenskab	Test Metode	Deklareret værdi		Typisk værdi
		Grænser ¹		
Kornstørrelse	DS/EN 933-1			0 - 4 mm
Kornform				Knækket
Kornstørrelsesfordeling	DS/EN 933-1 Ter sigtning	Maskevidde		Gennemfald
		5,6 mm	100 - 100 %	100 %
		4 mm	97 - 100 %	100 %
		3,15 mm	90 - 98 %	100 %
		2 mm	50 - 75 %	62 %
		1 mm	20 - 50 %	35 %
		0,5 mm	15 - 35 %	25 %
		0,25 mm	10 - 25 %	18 %
		0,063 mm	0 - 12 %	6 %
Los lejret densitet	DS/EN 1097-3	(± 15% grænser)	400 - 540 kg/m ³	470 kg/m ³
Knækkede korn				ikke relevant
Renhed	DS/EN 1744-1			ikke relevant
Knusningsmodstand				ikke relevant
Klorid	DS/EN 1744-1	max. 0,04 %		
Syreopløseligt sulfat	DS/EN 1744-1	max. 0,8 %		
Total svovlindhold	DS/EN 1744-1	max. 1 %		
Volumenstabilitet				ikke relevant
Vandabsorption				ikke relevant
Emission af radioaktivitet				NPD
Alg. af tungmetaller				NPD
Alg. af polyaromatiske karboner				ikke relevant
Alg. af andre farlige stoffer				NPD
Frost/te holdbarhed				ikke relevant
Alkalkisk reaktivitet	DS/EN 1744-1			ikke relevant

¹ Grænser er 90 % konfidensinterval med mindre andet er angivet.

Supplerende deklARATION (udenfor CE-mærkning):

Egenskab	Test Metode	Deklareret værdi		Typisk værdi
		Grænser ¹		
Komdensitet	DIN V 19004:2004/04 Abschritt 6	(± 15% grænser)	825 - 1115 kg/m ³	970 kg/m ³

maxit, Ølst har kvalitetsstyringssystem efter DS/EN ISO 9001:2000, miljøledelsessystem efter DS/EN ISO 14001:2004 samt energiledelsessystem efter DS 2403:2001

Leca[®] er et registreret varemærke, der ejes af Leca Trading & Concession A/S