

Avd Byggnadsmaterial

Uttorkningstider för avjämnings- massor från TM Progress

– inverkan av tjocklek och torkklimat

Lars-Olof Nilsson

Lunds Tekniska Högskola
Byggnadsmaterial
Box 118

221 00 LUND

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

Innehåll

1	Bakgrund, inriktning, begränsningar	5
2	Metodik	7
2.1	Metodik – allmänt	7
2.2	Provkroppar	7
2.3	Torkklimat	9
3	Material, tjocklekar och torkklimat	11
4	Mätningar	13
4.1	Uttorkning som viktförluster	13
4.2	Uttorkning som RF-minskning i mätrör	13
4.3	Uttorkning som minskning av RF på uttagna prover	14
5	Viktändringar	17
5.1	Uttorkning i +20°C och 55 % RF	17
5.2	Uttorkning i +10°C och 59 % RF	21
5.3	Uttorkning i +25°C och 59 % RF	23
5.4	Uttorkning i olika torkklimat	24
6	RF på uttagna prover	25
6.1	Etapp 1	25
6.2	Etapp 2	31
7	Utvärdering av torktider	35
7.1	Utvärderingsmetodik	35
7.2	Etapp 1	36
7.3	Etapp 2	38
7.4	Jämförelse mellan etapperna	39
	Bilaga 1: Provkroppstillverkning	41

1 Bakgrund, inriktning, begränsningar

Avjämningsmassor läggs på en stor andel av alla betonggolv, ibland med stora tjocklekar. Erforderliga torktider för betongplattor är relativt välkända och det finns beräkningsverktyg för att förutsäga dem. För avjämningsmassor saknas denna typ av information i stor utsträckning.

I denna studie har uttorkningen av ett antal av TM Progress avjämningsmassor undersökts för att i första hand kvantifiera erforderliga torktider för att ensidigt torkande massor skall nå ner till en genomsnittlig relativ fuktighet RF av 85 %. I en första etapp undersöktes fyra typer av avjämningsmassor, vardera med tre olika tjocklekar, vid tre olika torkklimat med +10, +20 och +25°C. I en andra etapp undersöktes tre massor, med två tjocklekar för två av dem, vid torktemperaturerna 10, 15 och +20°C.

Alla vägningar, förseglingar och mätningar har på ett utomordentligt sätt genomförts av Bo Johansson, som också sammanställt alla mätresultat. Per Folkesson, Magnus Kroon och Ingemar Larsson, har alla medverkat i provkroppstillverkningen. Magnus Åhs har utvärderat torktiderna hos provkropparna i etapp 1.

2 Metodik

2.1 Metodik – allmänt

Provkroppar med olika tjocklek förseglades på en sida och på kanterna så att de bara kunde torka åt ett håll. Olika torkklimat åstadkoms med klimatboxar som placerades i klimatrums respektive klimatskåp vid olika temperaturer. Uttorkningsförloppet följdes dels genom vägningar och dels genom mätning av relativ fuktighet (RF) på ett djup i en särskild provkropp för varje tjocklek. Vid avslutad uttorkning förseglades också uttorkningsytan. Därefter fick kvarvarande fukt omfördelas varefter jämvikts-RF bestämdes. Ur dessa mätvärden interpolerades erforderlig uttorkningstid till 85 % RF.

2.2 Provkroppar

Sex huvudprovkroppar av varje tjocklek och för varje torkklimat tillverkades genom "gjutning" i en plastring. Dagen efter "gjutning" förseglades varje provkropp på undersidan med en aluminiumfolieförsedd tejp, som veks upp på kantringen.

På dessa provkroppar skulle RF mätas då uttorkningen avslutats efter sex olika torktider och kvarvarande fukt omfördelats. Mätningen skedde därefter på uttagna prover genom hela tjockleken. Dessa provkroppar åskådliggörs i princip i figuren nedan.

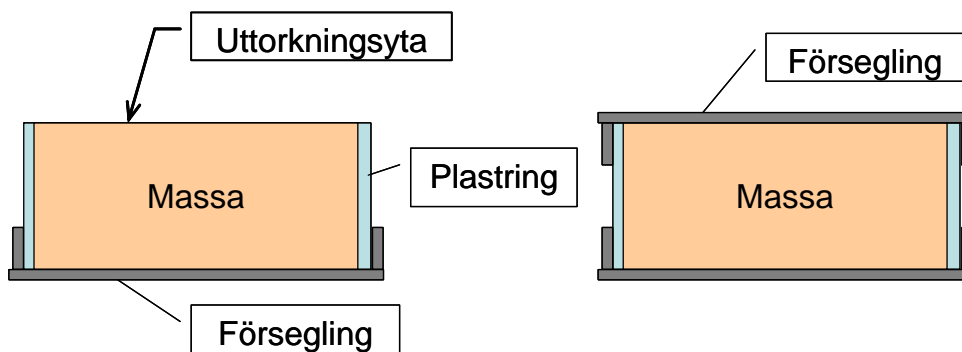


Fig. 2.2.1 Huvudprovkroppar under uttorkningsskedet (till vänster) respektive omfördelningsskedet (till höger)

För att i någon mån kunna avgöra när uttorkningen kommit i närheten av 85 % RF placerades ett mätrör i mitten av skiktet i en särskild provkropp för varje torkklimat av de större tjocklekarna. Mätrören fixerades i ett borrar hål i plastringen, varefter "gjutning" och försegling av bottenytan skedde på samma sätt som för huvudprovkropparna. I detta mätrör kunde RF på ett djup motsvarande halva tjockleken mätas regelbundet. En sådan provkropp visas i figuren nedan.

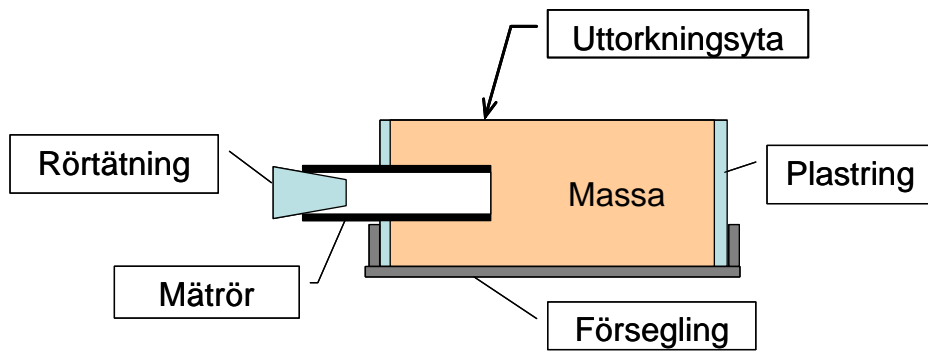


Fig. 2.2.2 Provkroppar med mätrör, under uttorkningsskedet. (Foto: Bo Johansson)

Mätröret var av fabrikat Vaisala, försedd med Vaisalas tätningsspropp.

Samtliga provkroppar "härdades" ett dygn efter gjutning genom att överytan förseglades tillfälligt. På så sätt undveks extrem uttorkning det första dygnet och sprickrisken minskas. Detta gav också torktider på säkra sidan.

Provkroppstillverkningen beskrivs i detalj i Bilaga 1.

2.3 Torkklimat

Torkklimaten åstadkoms på två sätt. Uttorkning vid +20°C skedde i ett klimatrum med 55 % RF. Uttorkning vid övriga temperaturnivåer åstadkoms genom att provkropparna placerades i klimatboxar med mättade saltlösningar på botten. Genom att natriumbromid NaBr valdes, erhöles 59 % RF i boxarna vid +20°C och 62 % RF vid +10°C. Luften i boxarna virvlades runt med hjälp av en fläkt i locket.

Boxarna placerades i klimatskåp som hade avsedd temperatur, 10, 15 eller 25°C.

Utöver dessa torkklimat gjordes också en kontroll av självuttorkningen hos vissa av avjämningsmassorna, genom att försegla också överytan dygnet efter gjutning. Dessa provkroppar självtorkade vid +20°C.

3 Material, tjocklekar och torkklimat

De avjämningsmassor som undersökts redovisas till namnet i tabellen nedan, tillsammans med tjocklekar och torkklimat.

I etapp 1 ingick fyra produkter med tre tjocklekar vardera, från 10 mm upp till 90 mm. Alla undersöktes vid uttorkning i +10 och +20°C. Två av produkterna, med vardera en tjocklek, undersöktes vid torkning i +25°C.

I etapp 2 ingick tre produkter med två tjocklekar för två av dem. Tre temperaturnivåer ingick också i etapp 2, men nu +10, +15 och +20°C. Den tredje produkten, ett lättbruk, ingick bara med en tjocklek och torkade bara i ett torkklimat.

Tabell 3.1 Material, tjocklekar och torkklimat i de två etapperna (antal provkroppar i varje kombination)

ETAPP 1												
Torkklimat/Produkt	TM Express			TM Golv			TM Rot			TM Snabb		
Tjocklek (mm)	10	20	40	20	40	60	10	20	40	40	60	90
+10°C 59 % RF	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7	7	7
+20°C 55 % RF	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7	7	7
+25°C 59 % RF	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-
Självuttorkning		2		2				2		2		
ETAPP 2												
Torkklimat/Produkt	TM Express		TM Rot		Lättbruk							
Tjocklek (mm)	25	35	25	35	70							
+10°C 59 % RF	6	7	6	7	-							
+15°C 59 % RF	6	7	6	7	-							
+20°C 55 % RF	6	7	6	7	6							
Där antal provkroppar är 7, är den ena en med mätrör												

Märkningen av respektive provkropp används också i resultatredovisningen. I märkningen ingår en bokstav för typen av material och en siffra för tjockleken, i cm i etapp 1 och i mm i etapp 2. Därefter följer torktemperaturen och sist en

siffror för numret på provkroppen, från 1 till 6. Beteckningen S istället för en temperaturnivå innebär att provkroppen förseglats, dvs fått en självuttorkning. För provkropparna med mätrör ingår ”mätrör” i beteckningen.

Ett exempel är beteckningen E1-10-2, som betyder provkropp nr 2 av avjämningsmassan Express med tjockleken 1 cm och som torkat i +10°C.

En sammanställning av provkropps-beteckningar ges i Tabell 3.2.

Tabell 3.2 Provkropps-beteckningar med förkortning för material, tjocklek och torkklimat.

Bok-Stav	Produkt	Tjocklek (cm/mm)	Torkklimat (temperatur)	Provkropp Nummer
ETAPP 1				
E	TM Express	1		1
G	TM Golv	2	10	2
		4	20	3
R	TM Rot	6	25	4
		9	S	5
S	TM Snabb			6
ETAPP 2				
E	TM Express	25	10	1
		35	15	2
R	TM Rot		20	3
				4
L	Lättbruk	70	20	5
				6

4 Mätningar

4.1 Uttorkning som viktförluster

Samtliga provkroppar, också de med mätrör och de som förseglats helt, vägdes regelbundet för att följa uttorkningsförloppet och för att kunna interpolera mellan RF-mätningar. Om RF-mätningar på en provkropp ger en RF något högre än 85 % efter en viss torktid och en annan RF något lägre än 85 % efter en något längre torktid, kan viktändringarna användas för att interpolera fram erforderlig torktid till exakt 85 % RF.

Viktändringarna säger också en hel del om själva uttorkningsförloppet. Genom att jämföra uttorkningsförloppen i olika torkklimat och för olika tjocklekar borde en viss uppfattning fås av möjligheterna att interpolera och extrapolera från erhållna mätresultat.

I etapp 2 förenklades undersökningarna så att provkropparna inte längre vägdes.

4.2 Uttorkning som RF-minskning i mätrör

RF mättes regelbundet i de tjockare provkropparna i de mätrör som gjutits in. Då fukttinnehållet i dessa bedömdes vara nära något som motsvarar en RF av 85 %, förseglades överytan av provkroppen. Samtidigt förseglades ytan på en av huvudprovkropparna så att uttorkningen av denna avslutades.

RF mättes därefter fortsatt i mätröret. Om RF efter försegling av överytan fortsatte att sjunka, var mätdjupet halva tjockleken någon för djupt för att representera den genomsnittliga relativa fuktigheten i skiktet. Blev RF högre med tiden efter försegling, var mätdjupet följaktligen för grunt.

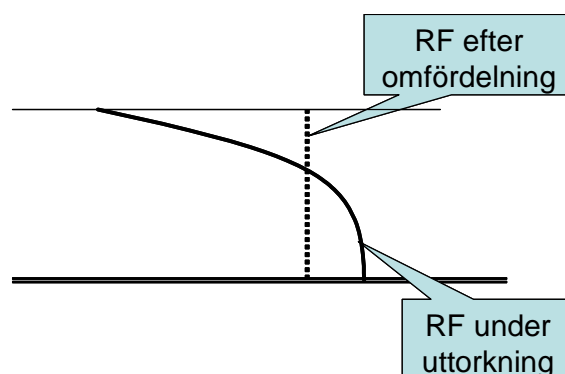


Fig. 3.2 Fuktomfördelning efter försegling av provkroppens överyta, dvs avslutning av uttorkning.

4.3 Uttorkning som minskning av RF på uttagna prover

Mätning av RF hos de sex huvudprovkropparna, för respektive tjocklek och respektive torkklimat, gjordes på följande sätt. För de större tjocklekarna användes RF-mätningarna i mätrören som en hjälp för att bestämma när uttorkningen av de sex huvudprovkropparna skulle börja att avbrytas. För de tunnare huvudprovkropparna, där det inte fanns några provkroppar med mätrör, påbörjades förseglingen efter av TM Progress gissade uttorkningstider. Därefter förseglades de sex provkropparna i tur och ordning med vissa gissade tidsintervall.

Detta innebar att i några fall togs ingen provkropp alls och förseglades innan de torkat förbi 85 % RF. I det fallet kunde inte torktiden kvantifieras på annat sätt än att den är kortare än tiden för när den första provkroppen förseglades. Detta gäller särskilt vissa tunna provkroppar.

I ett par andra fall togs alla sex provkropparna och förseglades innan någon torkat till 85 % RF. Detta upptäcktes inte i tid, eftersom RF-mätningarna inte hanns med eftersom fukten i de tidigare förseglade provkropparna först skulle omfördelas innan prover kunde tas och RF-mätning kunde ske. Under tiden förseglades ytterligare provkroppar och i ett par fall erhöles aldrig RF lägre än 85 %. En bidragande orsak till detta var att vissa av de tjockare avjämningsmassorna torkade extremt långsamt.

För att fullständig omfördelning skall anses vara uppnådd, skall RF i överkant, i underkant och på olika djup vara lika. Det ansågs vara för kostsamt att göra RF-mätningar på alla dessa djup. Istället mättes RF i mätrören för att få ett visst mått på hur långt omfördelningen gått. Därefter togs provbitar från provkroppens hela tjocklek som placerades i provrör med gummikork varefter RF mättes. Avläst utslag översattes till RF med hjälp av en individuell kalibreringskurva för varje RF-givare. Kalibrering av RF-givarna gjordes i avdelningens precisionsfuktkammare av fabrikat Thunder. Ett exempel på sådana kalibreringskurvor visas i nedanstående figur.

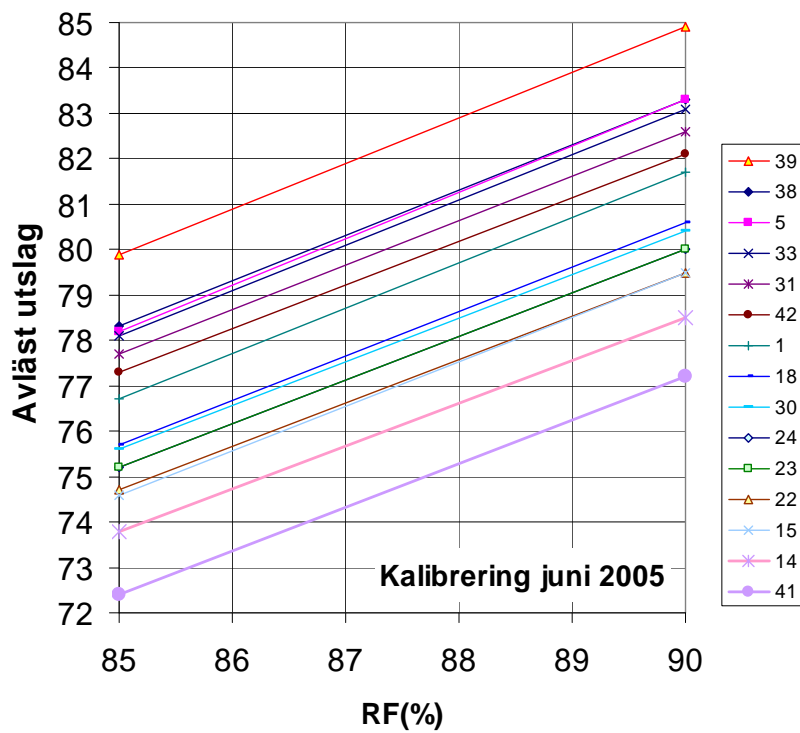


Fig. 3.3 Exempel på kalibreringskurvor, från juni 2005, för de använda RF-givarna. Detalj för det intressanta mätområdet strax över 85 % RF

5 Viktändringar

Resultatet av alla vägningar av de 180 provkropparna i etapp 1 redovisas i detta kapitel i diagramform. Vikterna har omräknats till viktförluster från den första vikten hos respektive provkropp.

Då respektive provkropp förseglats har naturligtvis vikten ökat momentant med vikten hos förseglingsmaterialet, dvs viktförlusten minskar då. I diagrammen syns det som en nedåtgående, nästan vertikal linje. Detta markerar då i diagrammen tidpunkten för när just den provkroppen förseglades, dvs. slutet på uttorkningsperioden.

5.1 Uttorkning i +20°C och 55 % RF

Viktförlusterna hos de förseglade provkropparna visas i figur 5.1.1.

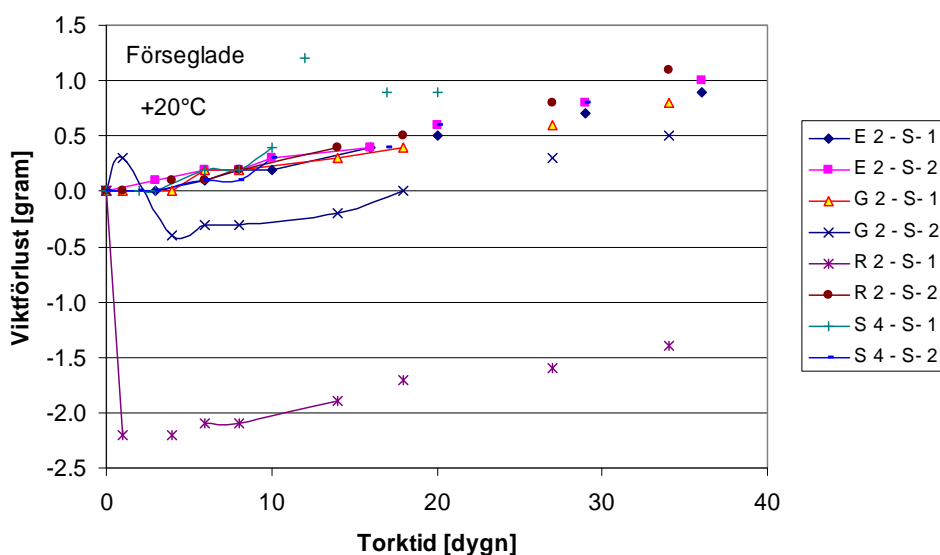


Fig. 5.1.1 Viktminskning hos förseglade provkroppar.

En av provkropparna tappade uppenbarligen 2-2.5 gram i samband med förseglingen. För övrigt visar figuren att tätningssystemet fungerat relativt bra. Viktförlusten är bara ca ett gram under 40 dygn. Detta motsvarar ca 2-3 % av den

totala viktförlusten.

Uttorkningsförloppen, uppmätt som viktförlust med tiden, visas i följande fyra figurer för respektive massa och de tre tjocklekarna.

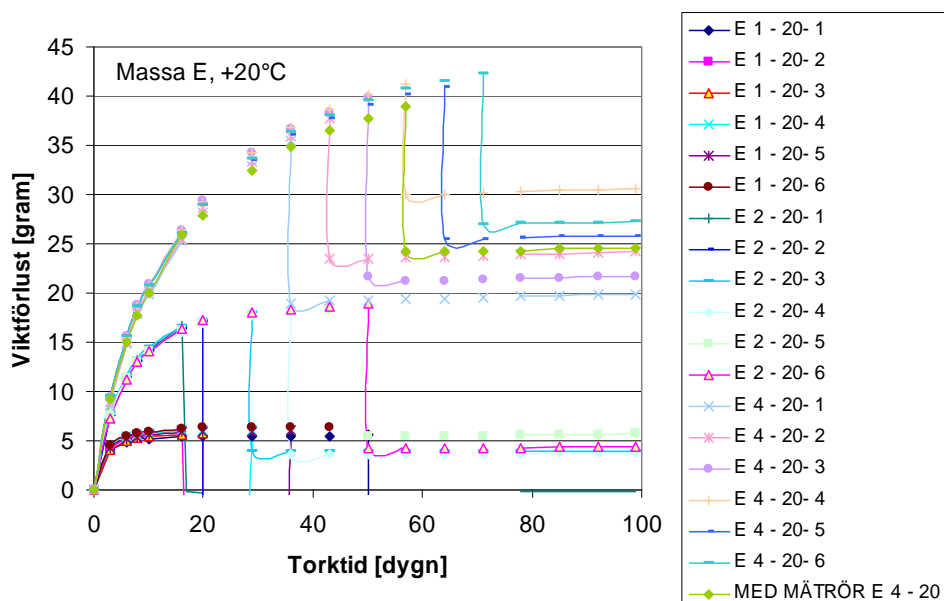


Fig. 5.1.2 Viktminskning hos provkroppar av massa E, som torkat i +20°C..

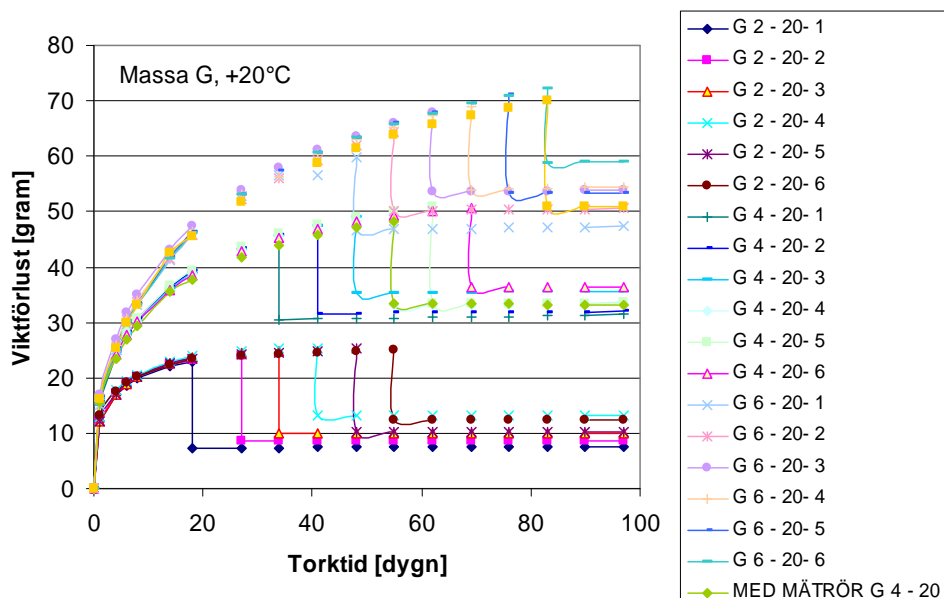


Fig. 5.1.3 Viktminskning hos provkroppar av massa G, som torkat i +20°C..

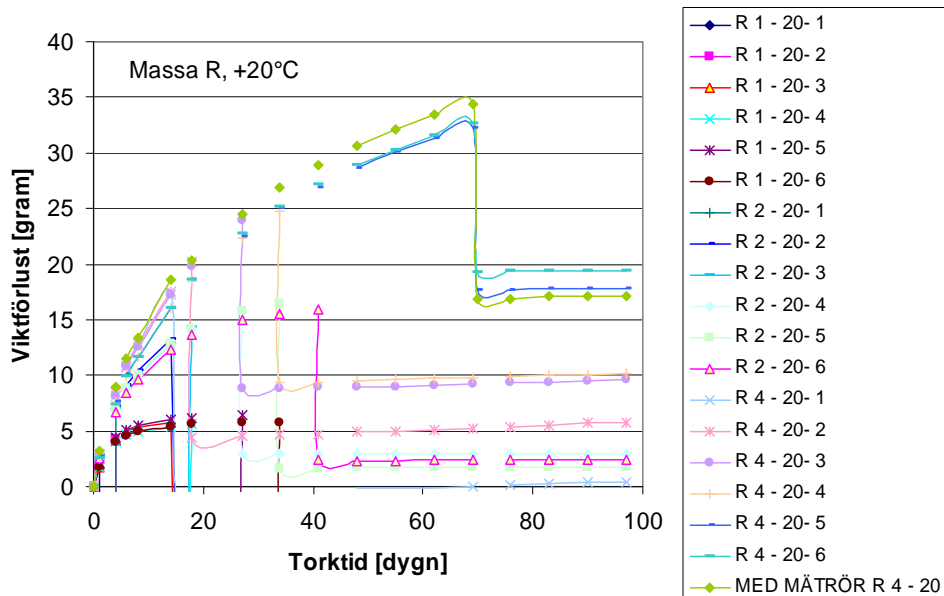


Fig. 5.1.4 Viktminskning hos provkroppar av massa R, som torkat i +20°C..

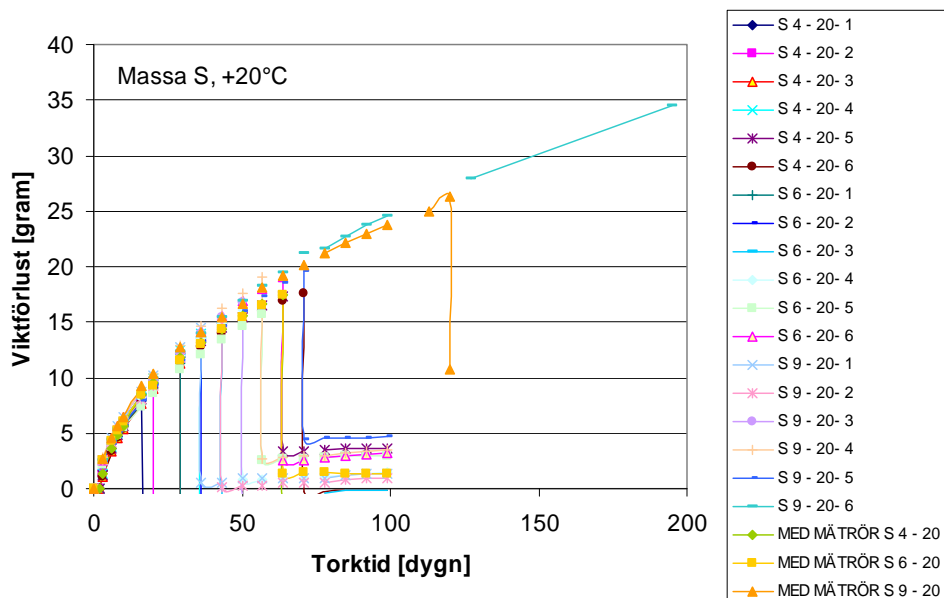


Fig. 5.1.5 Viktminskning hos provkroppar av massa S, som torkat i +20°C..

En genomgående trend i dessa resultat är att viktförlusterna inte är proportionella mot tjockleken, för någon av massorna, vilket man borde förvänta sig. Massa S är extrem i detta avseende, med nästan samma viktförlust oberoende av tjocklek!

I figur 5.1.6 har en jämförelse gjorts mellan uttorkningsförloppen för de fyra massorna, här alla med samma tjocklek, 40 mm.

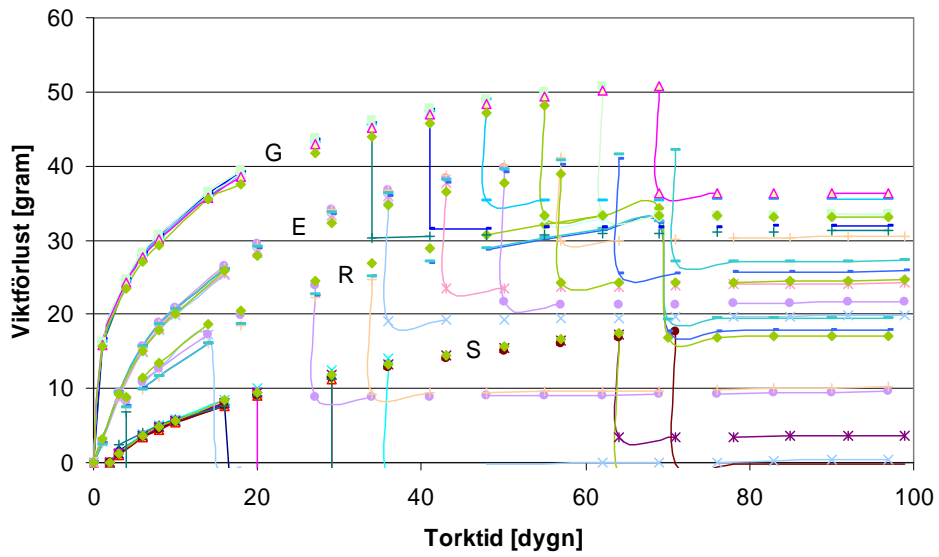


Fig. 5.1.6 Viktminskning hos provkroppar av alla fyra massorna som torkat i +20°C..

Massorna med samma tjocklek har helt olika viktförluster i samma torkklimat. Viktförlusten är fyra gånger så stor hos massa G jämfört med massa S, den ”snabbtorkande”.

5.2 Uttorkning i +10°C och 59 % RF

I nedanstående diagram visas uttorkningsförloppen i torkklimatet med +10°C.

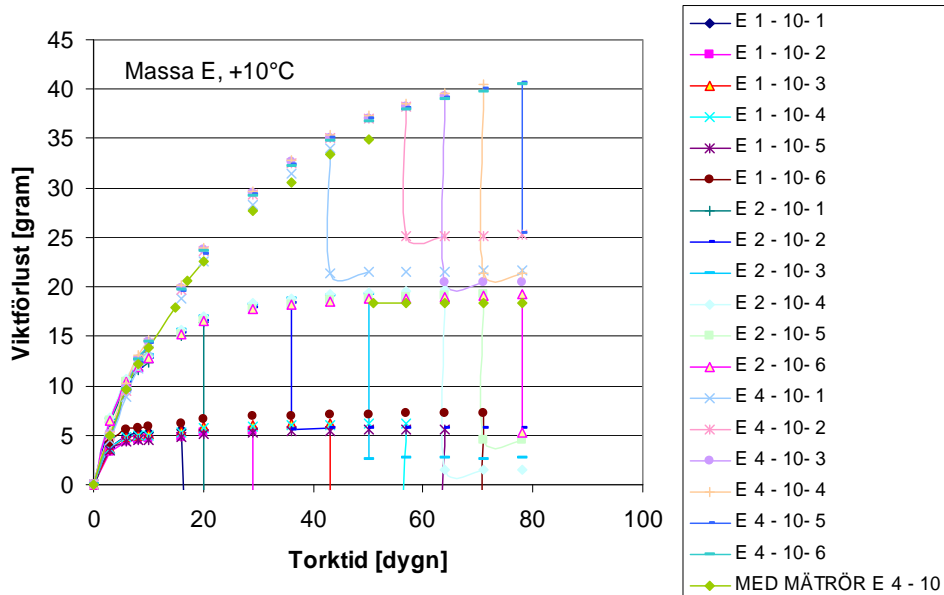


Fig. 5.2.1 Viktminskning hos provkroppar av massa E som torkat i +10°C..

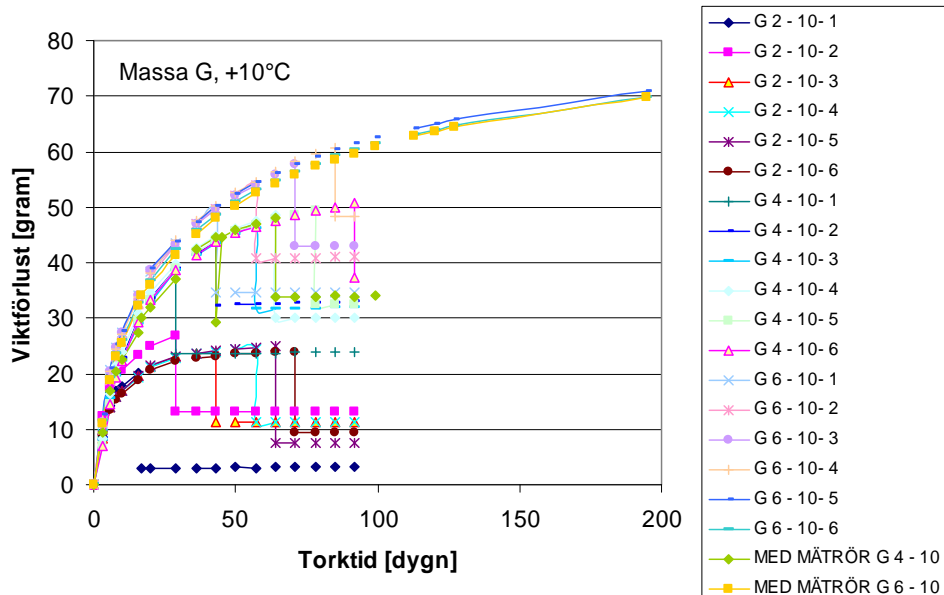


Fig. 5.2.2 Viktminskning hos provkroppar av massa G som torkat i +10°C..

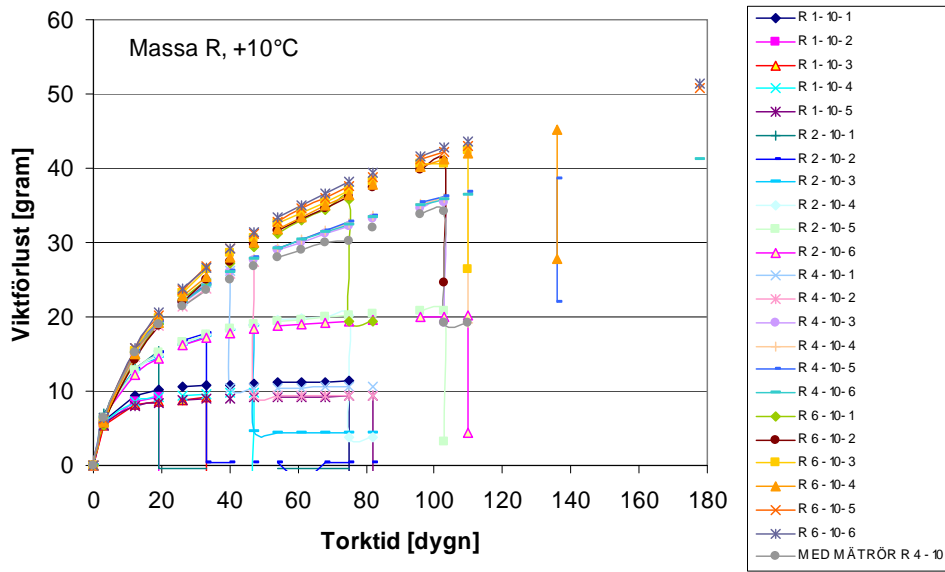


Fig. 5.2.3 Viktminskning hos provkroppar av massa R som torkat i +10°C..

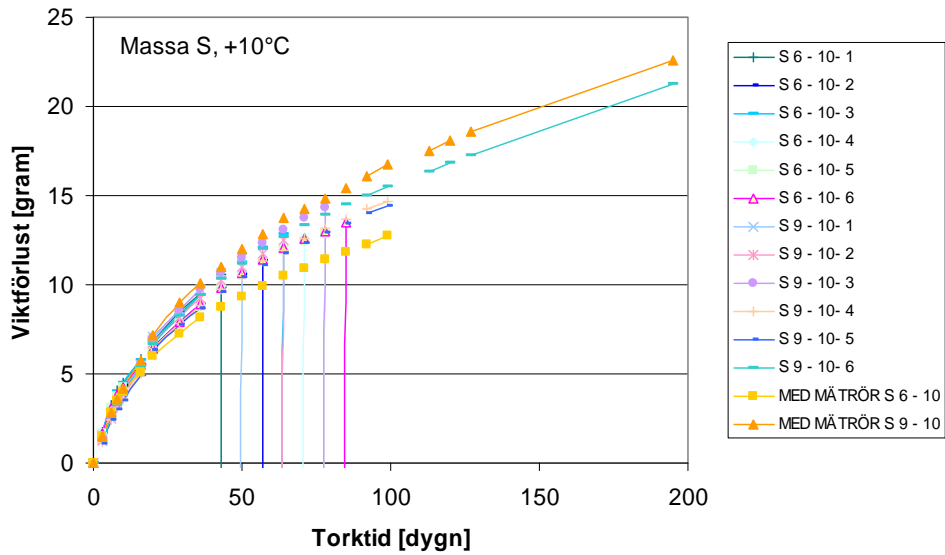


Fig. 5.2.4 Viktminskning hos provkroppar av massa S som torkat i +10°C..

Även vid torkning i +10°C blir förloppen desamma. Viktförlusten är inte direkt proportionell mot tjockleken. Massa G har även här 3-4 gånger så stor viktförlust som massa S.

5.3 Uttorkning i +25°C och 59 % RF

I torkklimatet med +25°C ingick bara två massor, båda med samma tjocklek, 40 mm. Uttorkningsförloppen för dessa ges i figuren nedan.

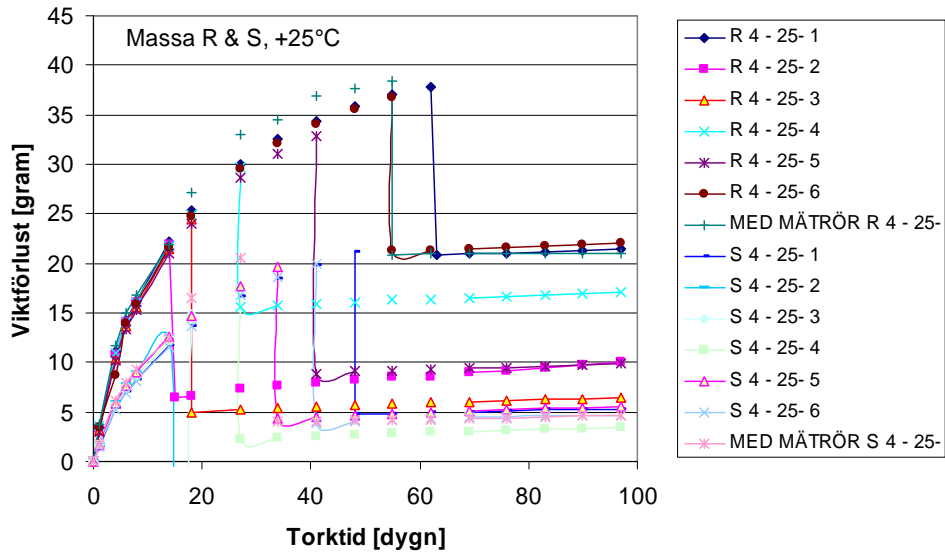


Fig. 5.3.1 Viktminskning hos provkroppar av massa R och S som torkat i +25°C..

Tendensen är densamma, med den minsta viktförlusten hos massa S.

5.4 Uttorkning i olika torkklimat

En jämförelse mellan uttorkningsförloppen hos massa R i tjockleken 40 mm i de tre olika torkklimaten visas i nedanstående figur. Viktförlusten är väldigt tydligt kopplad till torktemperaturen, med en större ökning av viktörlusten mellan 20 och 25°C än mellan 10 och 20°C.

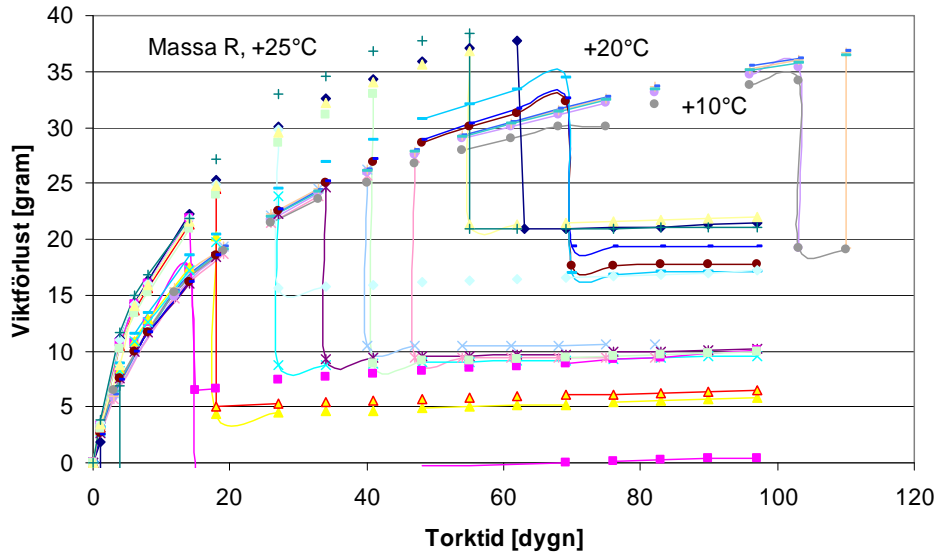


Fig. 5.4.1 Viktminskning hos provkroppar av massa R som torkat i +10, +20 och +25°C..

För massa S görs en jämförelse mellan uttorkningen vid två temperaturnivåer i figur 5.4.2. Tjocklekn hade ingen större effekt på viktörlusten, men temperaturnivån har stor betydelse.

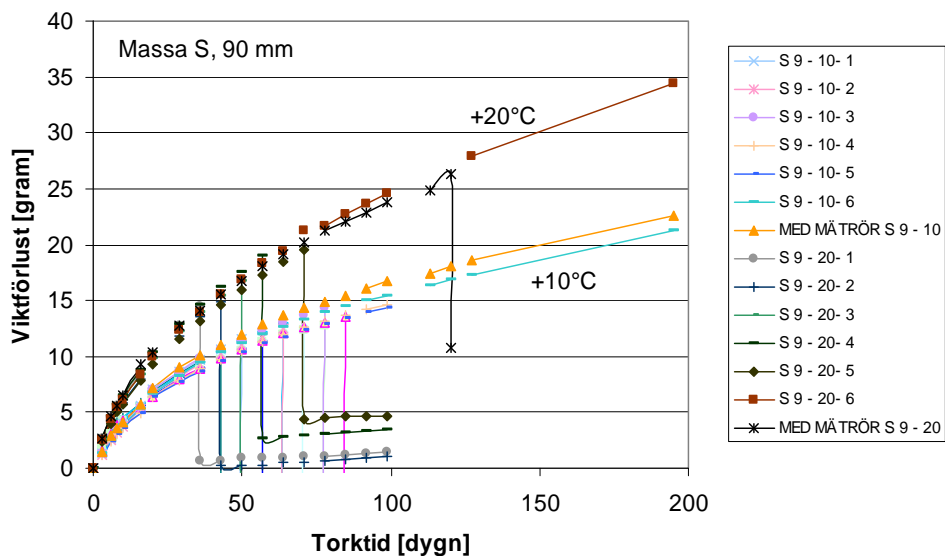


Fig. 5.4.2 Viktminskning hos provkroppar av massa S som torkat i +10 och +20°C..

6 RF på uttagna prover

Uppmätta RF på respektive provkropp redovisas först i tabellform och sedan i diagram med RF som funktion av torktid.

6.1 Etapp 1

Resultaten från RF-mätningar på provkroppar av massa E redovisas i Tabell 6.1.1. I de flesta fall torkade massan snabbt ner under 85 % RF. Övriga provkroppar förseglades då inte och självklart gjordes inga fortsatta RF-mätningar.

Tabell 6.1.1 Uppmätta RF efter olika torktider för massa E med tjockleken 10, 20 och 40 mm i torkklimat med temperaturerna +10 och +20°C

+10°C			+20°C		
Prov-kropp	Torktid(dygn)	RF (%)	Provkropp	Torktid(dygn)	RF (%)
E1-10-1	18	65.3	E1-20-1	18	66.1
E1-10-2	30	65.0	E1-20-2	21	63.6
E2-10-1	21	69.5	E2-20-1	18	73.8
E2-10-2	37	68.1	E2-20-2	21	70.8
E4-10-1	44	89.2	E4-20-1	37	81.3
E4-10-2	58	80.4	E4-20-2	44	78.8
E4-10-3	65	80.8			
E4-10-4	72	76.5			

I Tabell 6.1.2 ges motsvarande RF-värden från provkropparna av massa G. Även här torkade provkroppar med den minsta tjockleken snabbt förbi 85 % RF. Den största tjockleken gav så långa torktider i torkklimatet med +10°C att något värde under 85 % RF aldrig erhöles under försöksperioden.

Tabell 6.1.2 Uppmätta RF efter olika torktider för massa G med tjockleken 10, 20 och 40 mm i torkklimat med temperaturerna +10 och +20°C

+10°C			+20°C		
Provkropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Provkropp	Torktid (dygn)	RF (%)
G2-10-1	18	86.7	G2-20-1	19	69.5
G2-10-2	30	72.3	G2-20-2	28	69.5
G2-10-3	44	68.3	G2-20-3	56	66.3
G4-10-1	44	84.8	G4-20-1	35	85.7
G4-10-2	58	81.4	G4-20-2	42	78.7
G4-10-3	65	80.9	G4-20-3	49	80.0
			G4-20-4	70	73.1
G6-10-1	44	97.9	G6-20-1	49	89.3
G6-10-2	58	96.0	G6-20-2	56	88.2
G6-10-3	72	94.9	G6-20-3	63	84.9
G6-10-4	86	92.3	G6-20-4	70	80.6

I Tabell 6.1.3 redovisas torktider till olika RF-nivåer för massa R. Här ingår också torktemperaturen +25°C. De tunnaste torkade även här så snabbt att något värde över 85 % RF aldrig erhöles.

En serie inkluderade fyra tjocklekar vid torktemperaturen +10°C, men den tjockaste (60 mm) torkade inte mer än till 96 % RF under försöksperioden.

Tabell 6.1.3 Uppmätta RF efter olika torktider för massa R med tjockleken 10, 20, 40 och 60 mm i torkklimat med temperaturerna +10 och +20°C

+10°C			+20°C			+25°C		
Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)
R1-10-1	33	73.7	R1-20-1	2	88.7			
R1-10-2	47	76.2	R1-20-2	5	70.2			
R1-10-3	75	81.2	R1-20-3	16	65.4			
R2-10-1	19	91.5	R2-20-1	95.3	82.0			
R2-10-2	33	85.5	R2-20-2	75.5	73.5			
R2-10-3	47	82.7	R2-20-3	69.4				
R2-10-4	75	84.5	R2-20-4	95.3	82.0			
R2-10-5	103	79.2	R2-20-5	75.5	73.5			
R2-10-6	110	77.7						
R4-10-1	40	96.0	R4-20-1	16	96.7	R4-25-1	16	89.2
R4-10-2	47	96.0	R4-20-2	19	95.0	R4-25-2	17	93.0
R4-10-3	103	90.6	R4-20-3	34	92.0	R4-25-3	28	71.0
R4-10-4	110	88.4				R4-25-4	42	71.0
						R4-25-5	64	61.4
R6-10-1	76	97.0						
R6-10-2	104	96.0						
R6-10-3	111	96.5						

I Tabell 6.1.4 redovisas värdena för massa S, med tjocklekarna 40, 60 och 90 mm. Den största tjockleken hann aldrig torka ner under 85 % RF under försöksperioden.

Tabell 6.1.4 Uppmätta RF efter olika torktider för massa S med tjockleken 40, 40 och 90 mm i torkklimat med temperaturerna +10 och +20°C

+10°C			+20°C			+25°C		
Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)
S4-10-1	37	89.8	S4-20-1	16	87.7	S4-25-1	16	76.7
S4-10-2	51	88.1	S4-20-2	19	84.4	S4-25-2	17	77.2
S4-10-3	58	85.6	S4-20-3	28	83.1	S4-25-3	49	63.7
S4-10-4	65	84.9	S4-20-4	70	73.5			
S4-10-5	72	84.7						
S4-10-6	79	81.9						
S6-10-1	44	89.2	S6-20-1	30	84.2			
S6-10-2	58	80.4	S6-20-2	37	84.2			
S6-10-3	65	80.8	S6-20-3	65	80.2			
S6-10-4	58	80.4						
S6-10-5	65	80.8						
S6-10-6	72	76.5						
S9-10-1	51	93.3	S9-20-1	35	90.0			
S9-10-2	65	92.4	S9-20-2					
S9-10-3	79	90.7						
S9-10-4								

I nedanstående figurer redovisas värdena i Tabell 6.1.1 till 6.1.4.

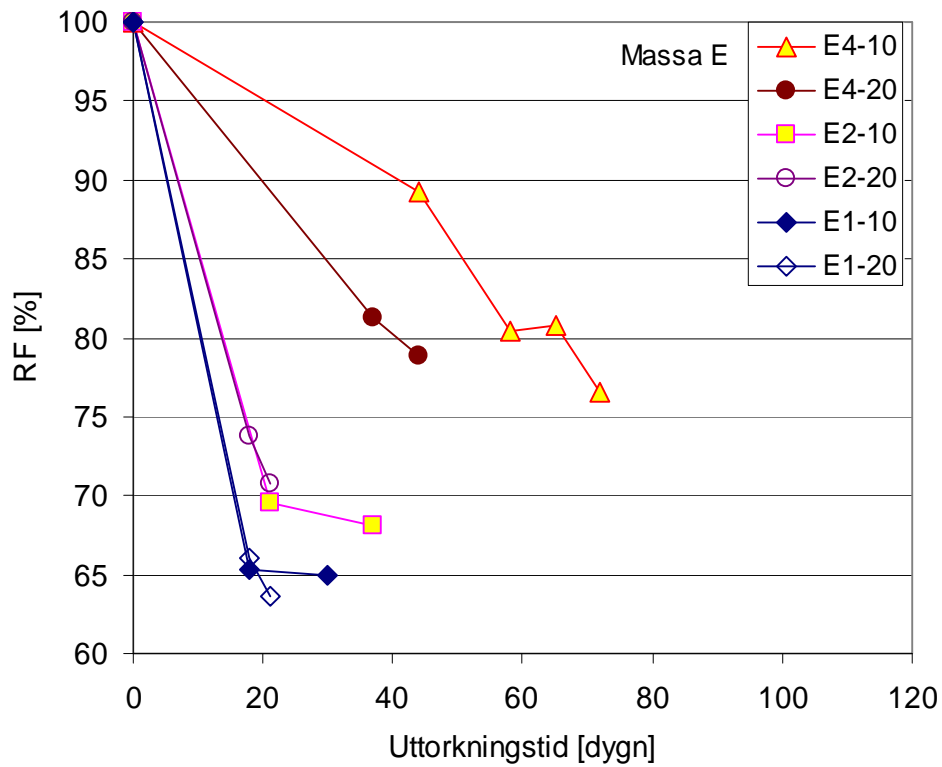


Fig. 6.1.1 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa E med olika tjocklekar som torkat i +10 och +20°C..

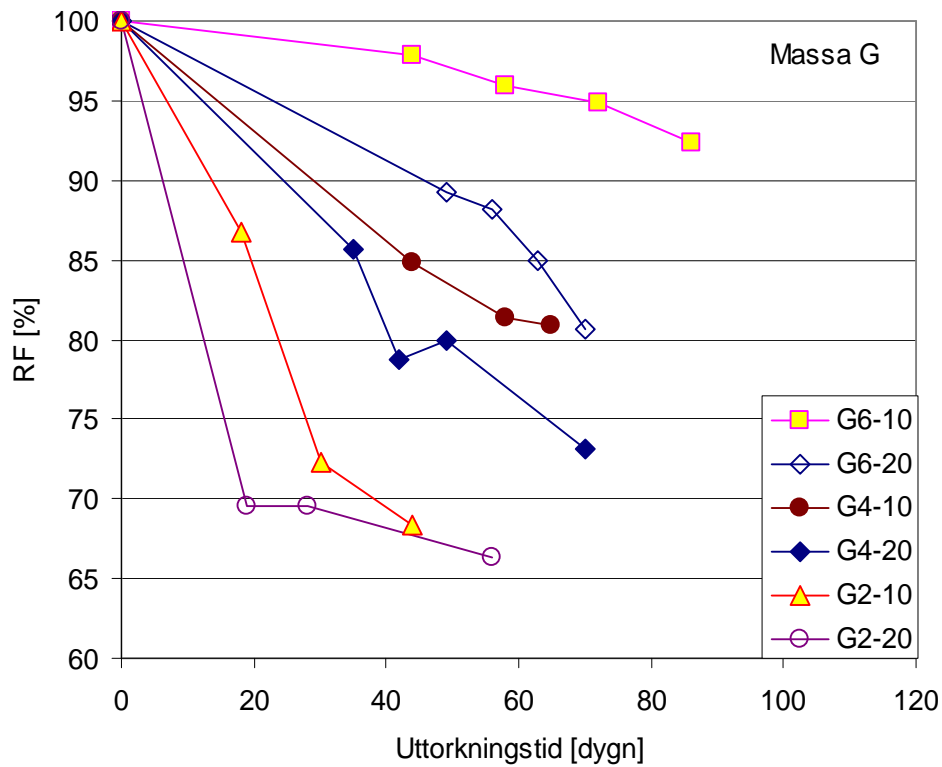


Fig. 6.1.2 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa G med olika tjocklekar som torkat i +10 och +20°C.

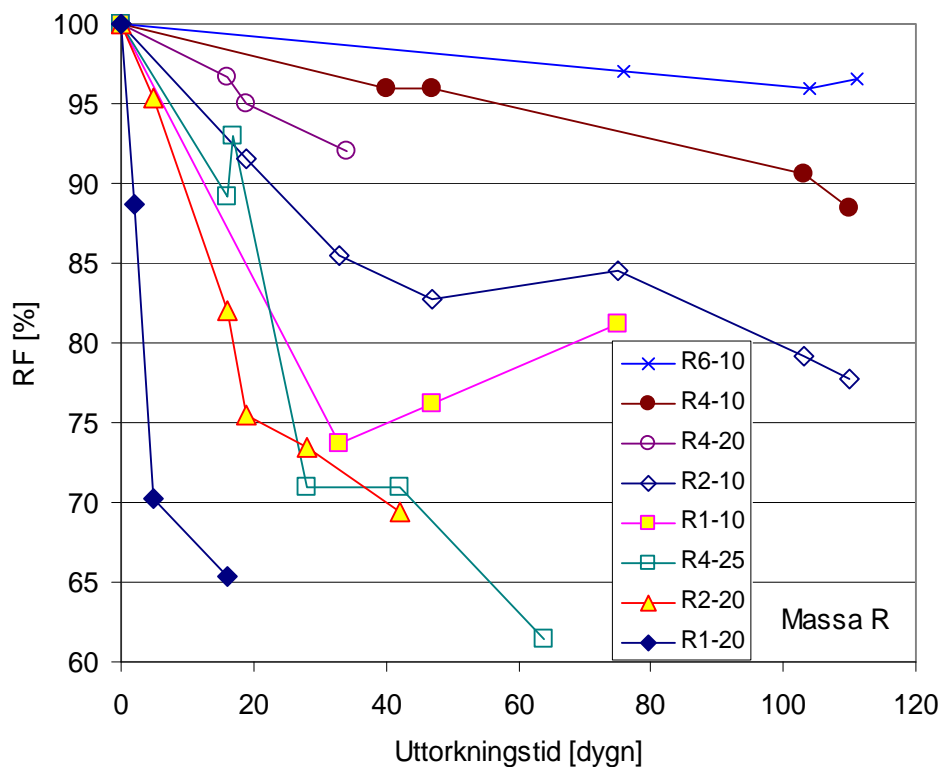


Fig. 6.1.3 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa R med olika tjocklekar som torkat i +10, +20 och +25°C.

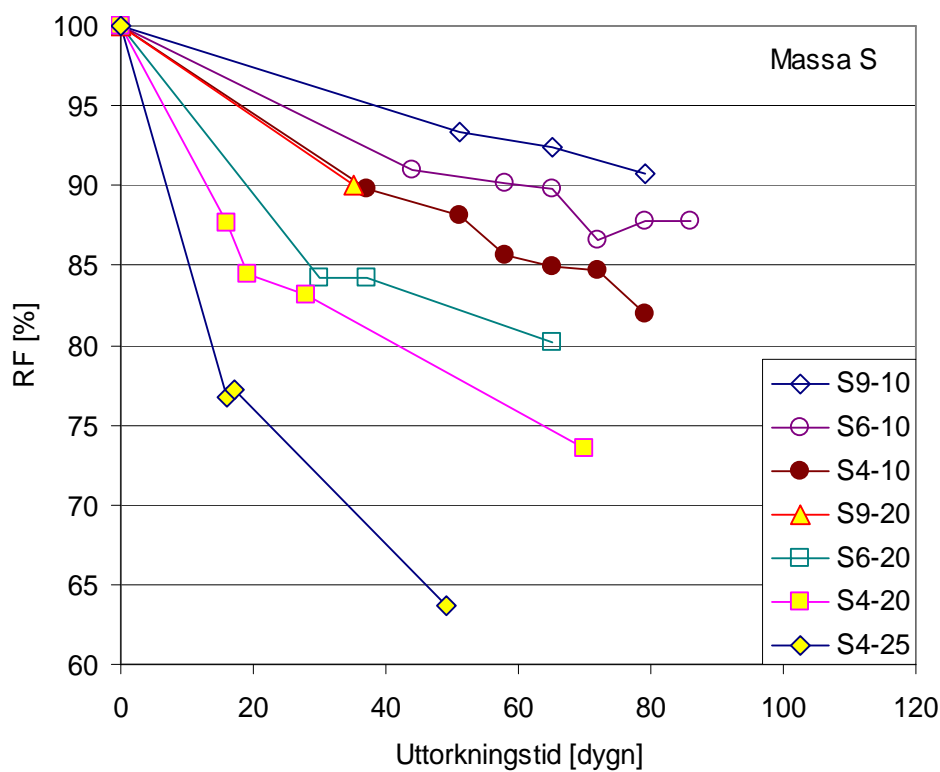


Fig. 6.1.4 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa S med olika tjocklekar som torkat i +10, +20 och +25°C.

6.2 Etapp 2

Tabell 6.2.1 Uppmätta RF efter olika torktider för massa E och R med tjockleken 25 mm i torkklimat med temperaturerna +10, +15 och +20°C

Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)
E25-20-1	4	>95	E25-15-1	32	89.0	E25-10-1	57	89.2
E25-20-2	25	78.7	E25-15-2	55	81.6	E25-10-2	63	92.2
E25-20-3	31	78.4	E25-15-3	61	80.7	E25-10-3	68	89.4
E25-20-4	40	74.8	E25-15-4	63	82.0	E25-10-4	84	85.3
E25-20-5	63	77.1	E25-15-5	68	80.6	E25-10-5	92	84.7
E25-20-6	68	75.2	E25-15-6	81	79.5	E25-10-6	106	81.8
R25-20-1	4	>95	R25-15-1	32	93.7	R25-10-1	57	95.0
R25-20-2	25	87.2	R25-15-2	55	83.0	R25-10-2	63	96.0
R25-20-3	31	87.2	R25-15-3	61	82.2	R25-10-3	68	93.3
R25-20-4	40	80.3	R25-15-4	63	83,9	R25-10-4	84	89.4
R25-20-5	63	77.5	R25-15-5	68	80.8	R25-10-5	92	88.8
R25-20-6	68	76.3	R25-15-6	81	80.9	R25-10-6		

Tabell 6.2.2 Uppmätta RF efter olika torktider för massa E och R med tjockleken 35 mm i torkklimat med temperaturerna +10, +15 och +20°C och för lättbruket L i tjockleken 70 mm i +20°C

Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)	Prov-kropp	Torktid (dygn)	RF (%)
E35-20-1	28	93.3	E35-15-1	55	85.8	E35-10-1	63	97.0
E35-20-2	37	86.2	E35-15-2	63	85.2	E35-10-2	74	94.8
E35-20-3	40	86.8	E35-15-3	68	84.4	E35-10-3	92	89.1
E35-20-4	57	79.3	E35-15-4	81	82.4	E35-10-4	106	87.4
E35-20-5	63	78.4	E35-15-5	85	82.4	E35-10-5		
E35-20-6	68	78.7	E35-15-6	92	82.2	E35-10-6		
R35-20-1	31	96.5	R35-15-1	55	93.4	R35-10-1	63	97.0
R35-20-2	37	95.2	R35-15-2	63	93.0	R35-10-2	74	96.0
R35-20-3	57	85.6	R35-15-3	68	91.0	R35-10-3	115	93.9
R35-20-4	57	88.0	R35-15-4	81	86.5	R35-10-4		
R35-20-5	63	85.8	R35-15-5	85	86.0	R35-10-5		
R35-20-6	68	83.3	R35-15-6	92	87.0	R35-10-6		
L70-1	25	96.5						
L70-2	37	92.0						
L70-3	40	91.3						
L70-4	57	83.6						
L70-5	63	83.5						
L70-6	68	82.6						

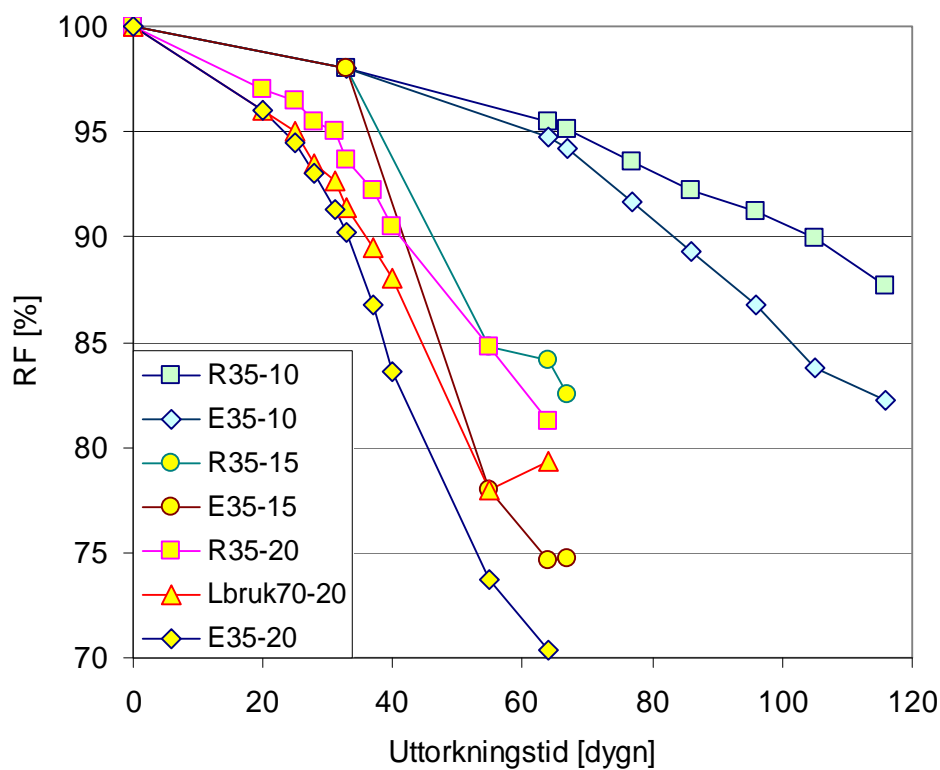


Fig. 6.2.1 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa S med olika tjocklekar som torkat i +10, +15 och +20°C.

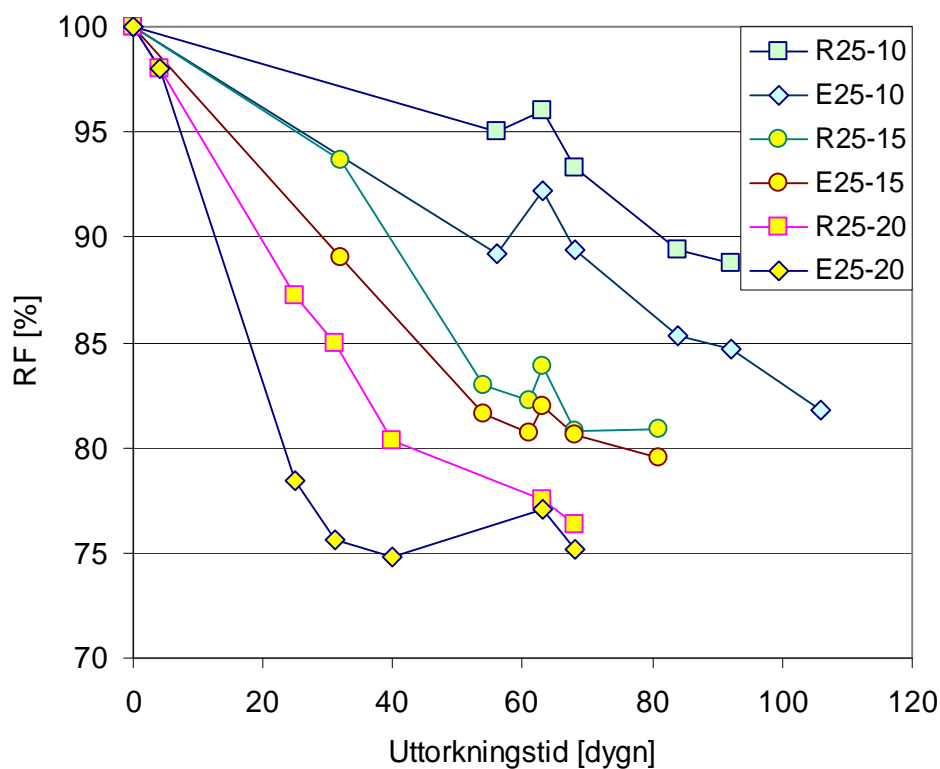


Fig. 6.2.2 Uttorkningsförloppet, som RF som funktion av tiden, hos provkroppar av massa R och S med olika tjocklekar som torkat i +10, +15 och +20°C.

7 Utvärdering av torktider

7.1 Utvärderingsmetodik

Utvärderingen av torktider för att nå 85 % RF har gjorts på följande sätt. RF som funktion av torktiden har plottats i ett diagram för respektive material, tjocklek och torkklimat. Det innebär totalt sex punkter i diagrammet, se exemplet i figur 7.1.1. Därefter har en regressionskurva i form av ett polynom anpassats till mätpunkterna. I de fall mätpunkter under eller över 85 % RF skans helt, har regressionskurvan extrapolerats förbi 85 % RF., se figur 7.1.1.

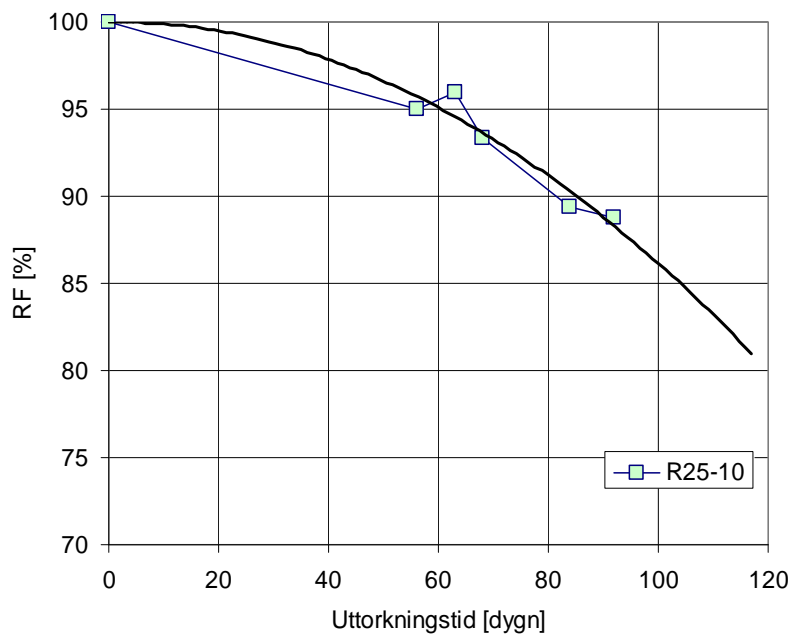


Fig. 7.1.1 Exempel på uttorkningsförlopp, som RF som funktion av tiden, och hur en regressionskurva anpassats till denna och där regressionskurvan sedan extrapolerats till att passera 83 % RF.

Medelvärdet av torktiden har avlästs vid skärningen mellan regressionskurvan och 85 % RF. Osäkerheten hos torktiden har uppskattas genom att avläsa torktiden till 83 respektive 87 % RF, dvs vid en osäkerhet i RF-mätningen på ± 2 % RF. I exemplet i figur 7.1.1 blir torktiden 104 dygn med en osäkerhet på ± 7 dygn.

7.2 Etapp 1

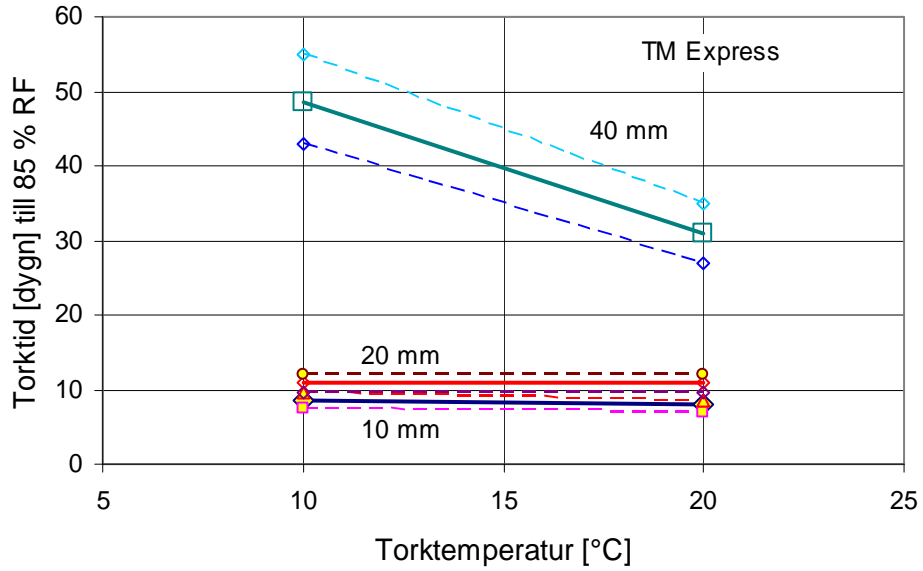


Fig. 7.2.1 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa E med olika tjocklekar torkande i olika klimat.

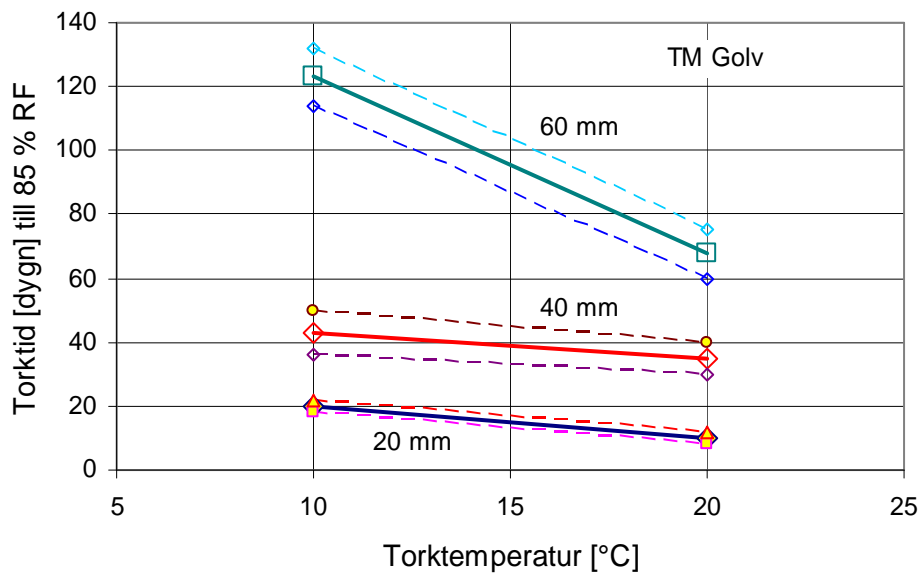


Fig. 7.2.2 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa G med olika tjocklekar torkande i olika klimat.

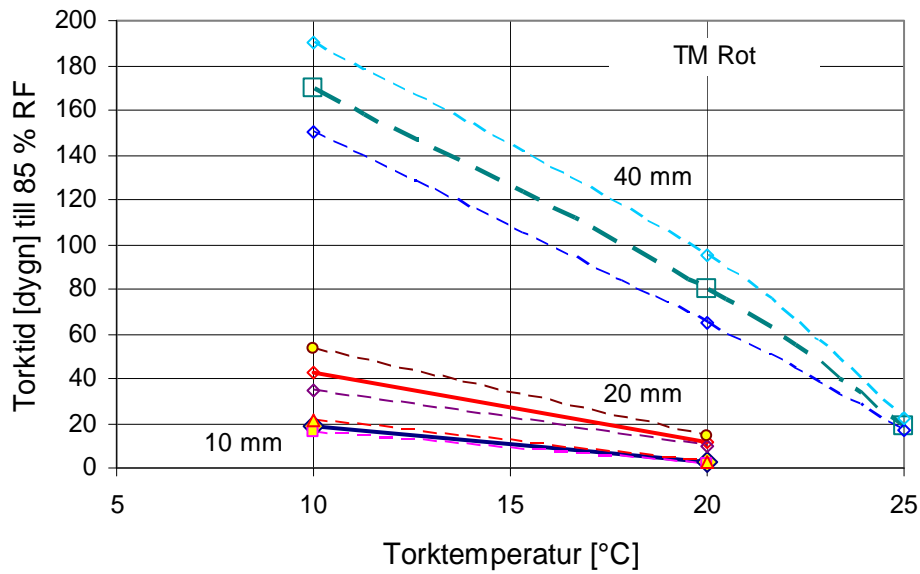


Fig. 7.2.3 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa R med olika tjocklekar torkande i olika klimat. Värderna för 40 mm är extrapolerade från torktider till RF högre än 85 %.

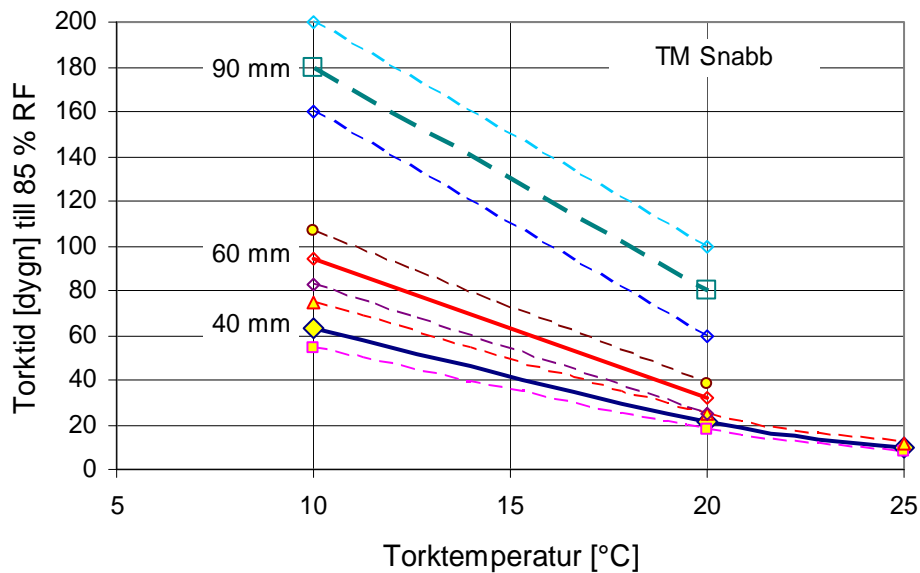


Fig. 7.2.4 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa G med olika tjocklekar torkande i olika klimat. Värderna för 90 mm är extrapolerade från torktider till RF högre än 85 %.

7.3 Etapp 2

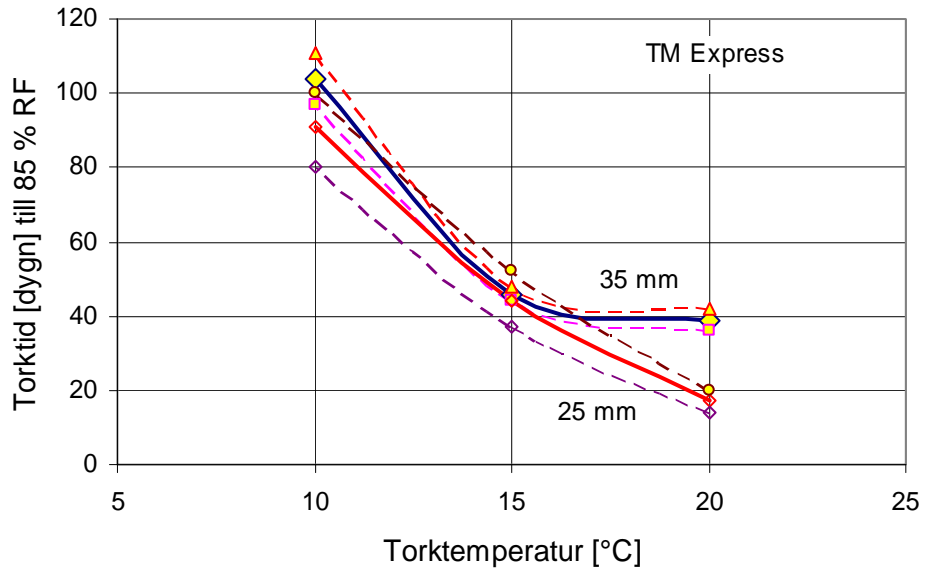


Fig. 7.2.1 Erforderliga torktider för att nå 85 % RFi avjämningsmassa E med olika tjocklekar torkande i olika klimat.

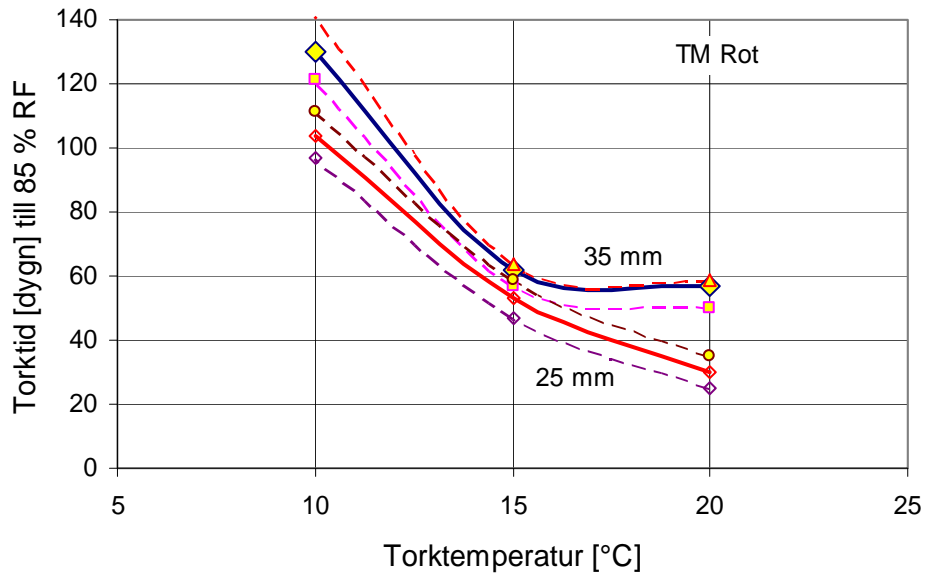


Fig. 7.3.2 Erforderliga torktider för att nå 85 % RFi avjämningsmassa R med olika tjocklekar torkande i olika klimat.

För lättbruket L studerades uttorkningen bara i ett torkklimat och bara med en tjocklek, se figur 6.2.1. Erforderlig torktid för att nå 85 % RF var 44 dygn, med en osäkerhet på ± 4 dygn.

7.4 Jämförelse mellan etapperna

I de båda etapperna har delvis samma produkter ingått och uttorkningsklimaten är delvis desamma. Tjocklekarna skiljer sig åt något. En jämförelse mellan resultaten kan ge en viss uppfattning om hur repeterbar mätmetodiken är. Utgångsmaterialen och blandningen av massorna är självklart inte identiska vilket naturligtvis också kan ge skillnader mellan de båda etapperna.

I figur 7.4.1 ges en sammanställning av torktiderna för massa E, från de båda etapperna. Överensstämmelsen är mycket god vid 20°C men vid 10°C blev torktiderna mycket längre i etapp 2.

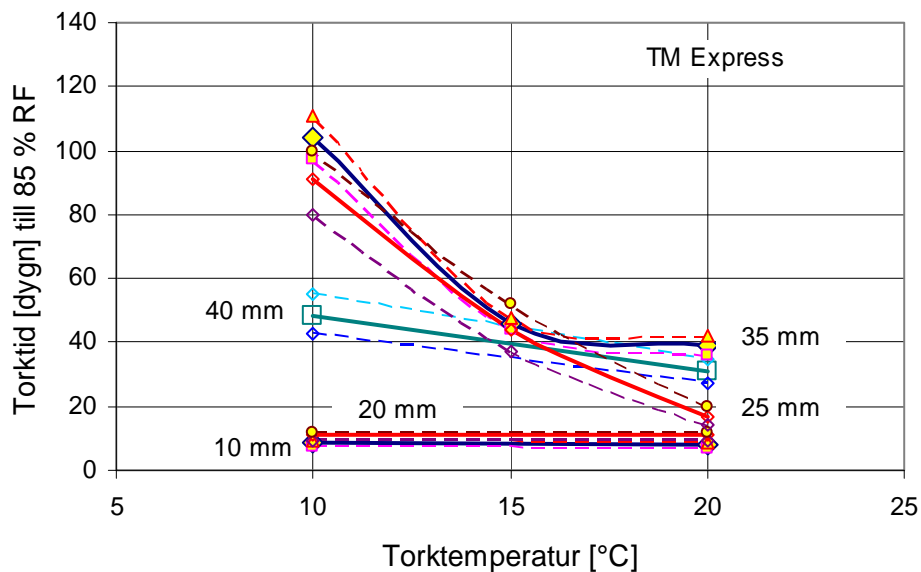


Fig. 7.4.1 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa E med olika tjocklekar torkande i olika klimat. Data från etapp 1 (10, 20 och 40 mm) och etapp 2 (25 och 35 mm)

I figur 7.4.2 ges en sammanställning av torktiderna för massa R, från de båda etapperna. Resultaten från de båda etapperna är fullt logiska.

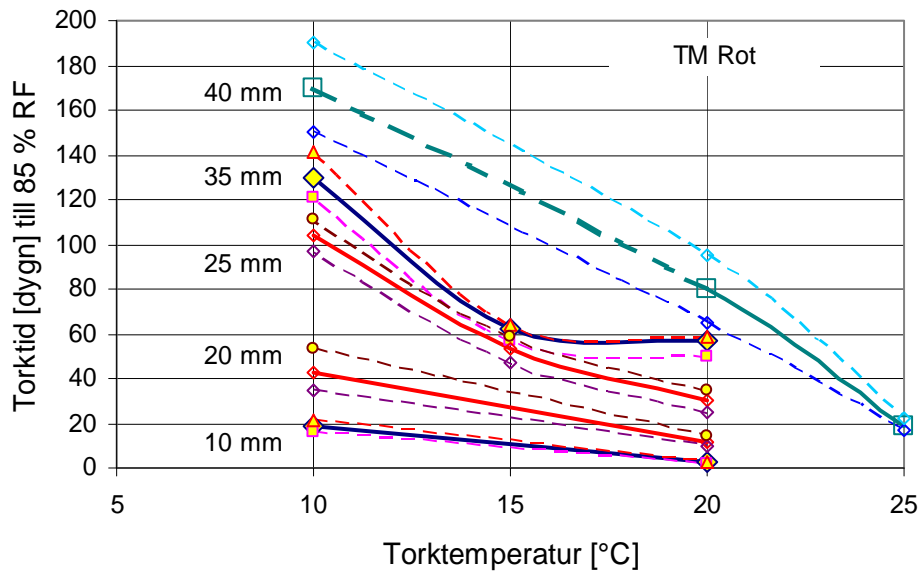


Fig. 7.3.2 Erforderliga torktider för att nå 85 % RF i avjämningsmassa R med olika tjocklekar torkande i olika klimat. Data från etapp 1 (10, 20 och 40 mm) och etapp 2 (25 och 35 mm)

Bilaga 1: Provkroppstillverkning

- Provkroppstillverkning, etapp 1
- Provkroppstillverkning, etapp 2

PROVKROPPSTILLVERKNING

ANTAL PROVKROPPAR (duplikat, 3 torktider per torkklimat)

Produkt	TM Exp			TM Golv			TM Rot			TM Snabb			
Torkklimat	1	2	4	2	4	6	1	2	4	4	6	9	(cm)
10C 50 % RF	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
20C 50 % RF	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
25C 50 % RF	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	-	-	12
Självtorkning	2			2			2			2			8
Summa	12	14	12	14	12	12	12	14	18	20	12	12	164
	Måndag			Tisdag			Onsdag			Torsdag	Måndag		

ANTAL FORMAR (samma tjocklek återanvänds)

Produkt	TM Exp			TM Golv			TM Rot			TM Snabb			
Torkklimat	1	2	4	2	4	6	1	2	4	4	6	9	(cm)
10C 50 % RF	6	6				6				6		6	
20C 50 % RF	6	6				6				6		6	
25C 50 % RF	-	-	-	-	-	-				6		-	
Självtorkning	6									2			
Summa med slits	12	18	0	0	0	12	0	0	0	20	0	12	74
utan slits			2		2	2			3	3	2	2	16
(med hål ϕ 15.1 mm) (borras av Ingemar!)										(10 st 4 cm, 4 st 6 cm, 2 st 9 cm)			

GJUTVOLYMER (liter) (en "gjutning" per produkttyp)

Produkt	TM Exp			TM Golv			TM Rot			TM Snabb			
Torkklimat	1	2	4	2	4	6	1	2	4	4	6	9	(cm)
10C 50 % RF	0.47	0.94	1.88	0.94	1.88	2.83	0.47	0.94	1.88	1.88	2.83	4.24	(liter)
20C 50 % RF	0.47	0.94	1.88	0.94	1.88	2.83	0.47	0.94	1.88	1.88	2.83	4.24	(liter)
25C 50 % RF									1.88	1.88			(liter)
Självtorkning	0.31			0.31			0.31			0.63			(liter)
Summa	0.9	2.2	3.8	2.2	3.8	5.7	0.9	2.2	5.7	6.3	5.7	8.5	47.8
Per produkt	6.9			11.6			8.8			20.4			47.8
Blandningar	2			3			3			6			14

KANTFÖRSEGLING (m) (20 mm bredd) Kantförsegling och bottenförsegling av Tape "A"

Produkt	TM Exp			TM Golv			TM Rot			TM Snabb			
Torkklimat	1	2	4	2	4	6	1	2	4	4	6	9	(cm)
10C 50 % RF	2	2	4	2	4	6	2	2	4	4	6	9	(m)
20C 50 % RF	2	2	4	2	4	6	2	2	4	4	6	9	(m)
25C 50 % RF									4	4			
Självtorkning													
Summa	4	4	8	4	8	11	4	4	11	11	11	19	98

Provkroppar i form av skivor, som vägs, förseglas och RF mäts på

Antal provkroppar		Temperatur			Totalt
Produkt	Tjocklek	+10C	+15C	+20C	
E	25	6	6	6	18
	35	6	6	6	18
R	25	6	6	6	18
	35	6	6	6	18
L	70	6			6
De 6 provkropparna används för att bestämma torktid till både 90 och 85 % RF					78

Extra provkroppar med rör för de två större tjocklekarna:

Antal provkroppar		Temperatur		
Produkt	Tjocklek	+10C	+15C	+20C
E	25			
	35	1	1	1
R	25			
	35	1	1	1