

Datorprogrammet TorkaS 2.0 för bedömning av ekonomisk betongkvalitet ur uttorkningssynpunkt. Manual

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ALLMÄNT

Datorprogrammet TorkaS 2.0 kan användas för bedömning av uttorkningstiden hos betongkonstruktioner. TorkaS 2.0 gäller för Byggcement. Det tidigare programmet TorkaS 1.0 gällde för Slite Standardcement. TorkaS 2.0 kan även tillämpas för översiktliga beräkningar för betong med portlandcement, men resultatet av beräkningen bör då verifieras genom mätning på den verkliga konstruktionen.

Uttorkningen hos Byggcement har med uttorkningsförsök jämförts mot uttorkningen hos Slite Standardcement. Betong med samma vct (Bygg och Slite Std) göts samma dag och härdades och torkades på samma sätt. Uttorkningen (RF) hos betong med Byggcement och Slite Std var nästan densamma för samma vct, härdningssätt och torkförhållanden /1/.

TorkaS 1.0 har i /2/ jämförts med ett större antal försöksresultat som redovisas i /3/. I de flesta fall har överensstämmelsen på normalt mätdjup (ekvivalent djup) mellan beräknad och uppmätt relativ fuktighet (RF) varit god, inom ca 2% RF. Dessa jämförelser kan dock inte helt säkerställa att programmet alltid räknar "rätt" eftersom alla tänkbara fall naturligtvis inte har kunnat testas. Detta gäller speciellt effekten av kapillär insugning av fukt t ex regn efter det att betongen en gång uttorkats. Bra modeller och försöksdata för detta fall saknas. Om en med TorkaS beräknad uttorkningstid förefaller mindre trolig, rekommenderas att uttorkningstiden kontrolleras med t ex SBUF's lathund /4/, skriften "Betong för sunda golv" /5/ eller med något annat datorprogram.

En beräkning med TorkaS ersätter naturligtvis inte fuktmätning innan golvbeläggning appliceras. Beräkningen skall främst användas för planering av betonggjutningen och val av betongkvalitet.

Vid mätning av relativa fuktigheten (RF) i betongen skall normalt även hänsyn tas till mätningens osäkerhet. Exempel: om kritisk RF (RF_{KRIT}) för en golvbeläggning är 85 % RF och mätosäkerheten är 2 % RF så skall uppmätt RF ($RF_{aktuell}$) vara högst $85 - 2 = 83$ % RF. Detta betyder att även i TorkaS 2.0 man skall försöka uppnå 83 % RF.

Användarna uppmanas att göra sig väl förtrogen med programmet och studera då olika parametrars inverkan på uttorkningen.

I det följande redovisas de olika funktionerna vid de flikar (förutsättningar, klimatdata och resultat) under vilka de finns.

FLIK ”FÖRUTSÄTTNINGAR”

(Fliken går igenom från vänster till höger).

Arkiv Hjälp

Förutsättningar | Torkklimat | Resultat

Ort:

År: 2002 Månad: 5

Gjutning

Tätt hus

Styrd torkn.

Slut

Vecka	Mån	Tis	Ons	Tor	Fre	Lör	Sön
18			1	2	3	4	5
19	6	7	8	9	10	11	12
20	13	14	15	16	17	18	19
21	20	21	22	23	24	25	26
22	27	28	29	30	31		
23							

Betongtjocklek: cm

Vct: Vattenhalt: l/m³

Konstruktionstyper

Uttorkningen kan beräknas i två principiellt olika bjälklagskonstruktioner, nämligen golv på mark och mellanbjälklag. Dessa kan i sin tur uppdelas i undergrupper,

· Golv på mark

- Med underliggande isolering av mineralull
- Med underliggande isolering av cellplast
- Med fuktspärr (t.ex. plastfolie) mellan betong och mark.

· Mellanbjälklag

- Konventionellt bjälklag
- Samverkansbjälklag med kvarsittande betongform
- Samverkansbjälklag med kvarsittande plåtform

Följande upplysningar och kommentarer ges för de olika konstruktionerna.

Golv på mark med underliggande isolering av mineralull

Vid golv på mark med underliggande isolering av minst 5 cm mineralull kan i de flesta fall en uttorkning ske nedåt. Beräkningarna baseras på förutsättningen att mineralullens ångpermeabilitet är 10×10^{-6} m²/s. Mineralullen, 10 cm, läggs in i programmet som ett randmotstånd. RF på utsidan av "betongytan" är satt till 85%. Markens RF antas alltid vara 100 %.

Om däremot mineralullen är starkt fuktig i samband med betonggjutningen är det inte troligt att någon uttorkning kan ske nedåt. Detta fall kan mer korrekt beräknas som golv på mark med underliggande fuktspärr, dvs ensidig uttorkning.

Då man har underliggande mineralull och grundkonstruktionen tillverkas under en exceptionellt varm sommar erhålls inte någon temperaturskillnad över isoleringen vid plattans yttre delar. Denna temperaturskillnad är en förutsättning för att uttorkning skall kunna ske nedåt. Detta fall kan man därför mer korrekt beräkna som golv på mark med underliggande fuktspärr.

Golv på mark med underliggande isolering av cellplast

Vid golv på mark med underliggande isolering av expanderad cellplast (EPS) kan i de flesta fall en viss uttorkning ske nedåt. Beräkningarna baseras på att den expanderade cellplastens ångpermeabilitet är 1×10^{-6} m²/s. Den expanderade cellplasten, 10 cm, läggs in i programmet som ett randmotstånd. RF på "betongsidan" är satt till 85%.

Både vid golv på mark med underliggande isolering av mineralull och av expanderad cellplast (EPS) förutsätts att uttorkningen nedåt börjar från den dag man har styrd torkning.

Vid golv på mark med underliggande isolering av extruderad cellplast (XPS) är uttorkningsmöjligheten nedåt nästan obefintlig. Detta fall kan beräknas som ensidig uttorkning, dvs. som golv på mark med fuktspärr (se nedan).

Golv på mark med fuktspärr (t.ex. plastfolie) mellan betong och mark

Vid golv på mark med fuktspärr (t.ex. plastfolie) mellan betong och mark sker uttorkningen endast uppåt (ensidigt). Vid denna typ av konstruktion, som ofta används vid stora byggnader, måste man i det aktuella fallet ta hänsyn till vilken temperatur betongen kommer att få. Om värmeisolering finns under plastfolien är det troligt att betongen antar ungefär samma temperatur som luften ovanför plattan. Om det däremot inte finns någon värmeisolering mellan marken och golvkonstruktionen är det troligt att betongkonstruktionen får ungefär samma temperatur som marken. Detta senare fall kan ge olika uttorkningstider beroende på när på året konstruktionen utförs.

Mellanbjälklag, konventionellt bjälklag

Vid konventionellt bjälklag kan överytan utsättas för nederbörd. Både över- och undersida på bjälklaget antas utsättas för samma temperatur och RF. Uttorkningen sker därför tvåsidigt, med det ekvivalenta djupet $0.2 \times H$.

Mellanbjälklag, samverkansbjälklag med kvarsittande betongform

Vid samverkansbjälklag med kvarsittande betongform gäller samma förhållande som för mellanbjälklag, fränsett att det ekvivalenta djupet räknas på konstruktionens totala tjocklek inklusive den kvarsittande betongformen. Betongtjockleken som skall anges i TorkaS är den pågjutna betongens tjocklek. Den kvarsittande betongformens tjocklek har i programmet angetts till ca 50 mm.

Mellanbjälklag, samverkansbjälklag med kvarsittande plåtform

Vid samverkansbjälklag med kvarsittande plåtform sker uttorkningen enbart åt ett håll. Vid plåtformar med korrugering kan betongtjockleken vid normalbetong normalt anges som hela tjockleken till formens översida +halva korrugeringens tjocklek. Enbart avståndet från betongs överyta till plåtens övre delar kan ge alltför korta uttorkningstider, detta gäller framförallt då konventionell betong används. Vid betong med lågt vct/vbt sker uttorkningen framförallt som inre självuttorkning varför någon eller några cm skillnad i betongtjocklek inte har så stor inverkan på uttorkningstiden som i fallet med konventionell betong. Det ekvivalenta djupet i TorkaS är satt till $0.4 \times H$. För mycket breda voter (4 - 5 gånger större än plattjockleken) så sätts betongtjockleken i TorkaS lika med tjockleken på voten. För smalare voter (med en bredd i närheten av plattjockleken) kan betongtjockleken i TorkaS sättas till 1.25 - 1.5 gånger plattjockleken för att bedöma uttorkningstiden hos betongen i voten. Detta diskuteras i /6/.

Ort

Väderdata för tio olika orter i Sverige utnyttjas i TorkaS.

Orterna är:

- Bromma
- Frösön
- Jönköping
- Karlstad
- Kiruna
- Luleå
- Ronneby
- Sturup
- Göteborg (Säve)
- Söderhamn

Väderdata

Väderdata för tio olika orter i Sverige utnyttjas i TorkaS. Väderdata är uppmätta av SMHI som timvärden. Dessa data har bearbetats av E. Harderup och finns redovisade i /5/. Data är månadsmedelvärden för RF och temperatur. Dessa är framtagna ur tidsperioden 1961 tom 1990. Mellan månadsmedelvärdena har en rätlinjig interpolering utförts för att få klimatdata för enskild dag. De använda månadsmedelvärdena är redovisade i Tabell 1 och Tabell 2, nedan.

Schablonmässiga men på statistik baserade data för nederbörden (regn, snö eller hagel) har använts för att uppskatta den tid betongen under ett "normalår" skulle vara våt på ytan (våttiden). Ur olika orters nederbörd i mm har därvid ett antal dygnsregn per månad uppskattats. Dessa beräknas automatiskt av programmet. Användaren av programmet kan dock själv ta bort eller lägga till antalet dygnsregn, genom att markera med ett R (stort R) i kolumnen för regn vid ett visst datum. Likaså kan regndag tas bort genom att ersätta R med - (bindestreck).

OBS! Betongytan kan vara blöt betydligt längre än som motsvarar antalet dygnsregn. Om man under byggtiden, innan byggnaden är tät, dagligen registrerar om betongens yta är blöt eller torr kan detta användas vid förnyad prognos med TorkaS 2.0.

Om man under byggtiden registrerar dygnsmedelvärden för temperatur och RF så är det normalt bättre att använda dessa än de förprogrammerade värdena.

ORT	J	F	M	A	M	J
	J	A	S	O	N	D
Bromma	-3.4	-3.6	-0.4	4.3	10.6	15.5
	17.1	16.12	11.6	7.2	2.2	-1.6
Frösön	-8.6	-7.3	-3.6	1.0	7.2	11.9
	13.4	12.3	7.9	3.7	-2.2	-6.1
Jönköping	-3.4	-3.8	-1.0	3.5	9.6	13.9
	15.1	14.2	10.2	6.3	1.5	-1.8
Karlstad	-4.5	-4.2	-0.6	4.3	10.8	15.6
	16.9	15.7	11.5	7.1	1.6	-2.3
Kiruna	-13.5	-12.4	-8.6	-3.2	3.4	9.7
	12.2	9.9	4.7	-1.3	-8.0	-11.9
Luleå	-11.5	-10.7	-6.1	0.0	6.3	12.9
	15.5	13.5	8.3	2.9	-4.1	-9.0
Ronneby	-1.6	-1.7	0.8	4.8	10.4	14.8
	16.2	15.5	11.7	7.8	3.4	0.0
Sturup	-0.5	-0.8	1.6	5.3	10.9	14.5
	16.2	16.0	12.3	8.5	4.2	1.2
Göteborg	-1.6	-1.7	1.1	5.2	10.9	14.9
	16.2	15.7	12.2	8.5	3.7	0.3
Söderhamn	-5.8	-5.3	-1.9	2.4	8.0	13.6
	15.5	14.2	10.0	5.5	-0.2	-4.2

Tabell 1. Medelvärden av temperaturen för årets olika månader för tio orter i Sverige. (Harderup, 1995)

ORT	J	F	M	A	M	J
	J	A	S	O	N	D
Bromma	87	85	78	72	67	66
	70	74	78	83	86	88
Frösön	82	80	75	71	65	66
	71	74	78	81	83	83
Jönköping	88	85	80	74	69	69
	73	76	81	85	88	89
Karlstad	85	82	77	70	66	66
	70	73	77	82	84	85
Kiruna	81	79	76	72	67	64
	70	75	78	81	82	81
Luleå	83	82	80	75	68	65
	70	76	81	83	85	84
Ronneby	88	85	82	77	73	73
	76	79	83	87	88	88
Sturup	90	88	85	77	72	76
	77	78	83	88	90	91
Göteborg	87	85	81	76	72	73
	76	78	81	85	86	87
Söderhamn	83	81	78	75	71	70
	74	79	82	83	85	83

Tabell 2. Medelvärden av relativa fuktigheten (%) för årets olika månader för tio orter i Sverige. (Harderup, 1995)

Gjutning

Med gjutning avses den dag som gjutningen utförs. Vid vintergjutning förutsätts att betongen levereras uppvärmd, så att den under första dygnet inte går under ca +20°C, dvs. så att hydratationen kan ske på normalt sätt under det första dygnet.

Tätt hus

Med detta avses den dag då betongkonstruktionen är så inklädd att den inte blir utsatt för ytterligare nederbörd. Temperatur och RF är dock desamma som för omgivande luft.

Styrd torkning

Med detta avses den dag då betongkonstruktionens omgivande klimat kan "styras". D v s byggnaden är tät och man kan styra det klimat i vilket byggnadsdelen skall torka.

Slut

Med detta avses den dag då uttorkningen avslutas och golvläggning eller spackling kan ske. TorkaS beräknar uttorkningen på det ekvivalenta djupet till och med denna dag.

År och månad

Olika år och månader kan fås genom att trycka på respektive pil invid dessa rutor.

Datum

Peka på ett visst datum i månaden och markera detta med vänstra "musknappen". Därefter kan det aktuella datumet överföras till antingen Gjutning, Tätt hus, Styrd tork. eller Slut genom markering av någon av dessa och tryckning på vänstra musknappen.

Vct

Med vct avses vattencementtalet. Detta definieras (vikt av respektive material per m³ betong) Denna parameter används istället för hållfasthetsklass eftersom betongs uttorkningstid främst sammanhänger med dess byggfukthalt och täthet. Dessa egenskaper avgörs av vct och inte av hållfasthetsklassen. En och samma hållfasthetsklass kan motsvara många olika vct och därmed många olika torktider.

Silikastoft

I denna ruta kan anges om betongen har tillsats av 5 % silikastoft.

En begränsning är att vct skall ligga inom området 0.35 - 0.50. (OBS, i vct inkluderas inte silika). Silikastoft är extremt finkornigt restmaterial som avskiljs från rökgaserna hos vissa industrier.

Vattenhalt

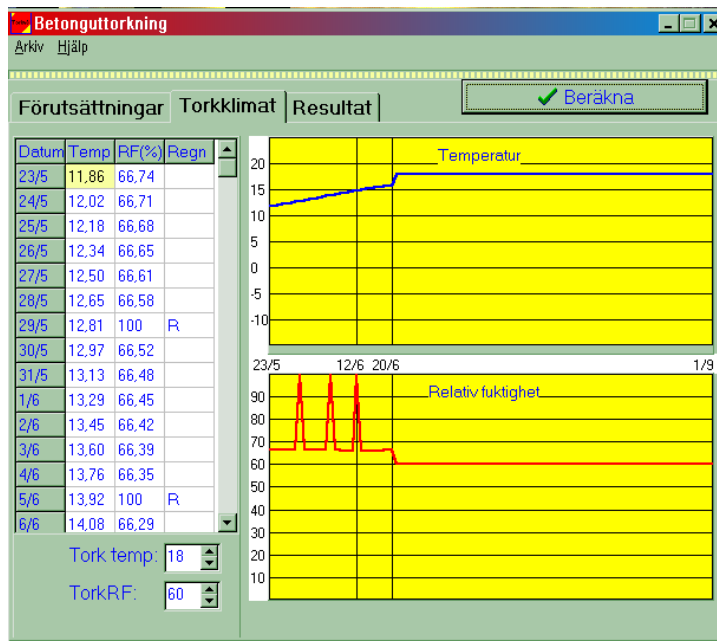
Vattenhalt anges i liter per m³ betong. Ju högre vct betongen har desto högre är normalt vattenhalten. I vanliga tillämpningar kan man ofta räkna med att vattenhalten är i

storleksordningen 180 - 200 liter. Då vattenhalten är mer konstant än cementhalten används i TorkaS 2.0 vattenhalten. Här skiljer sig TorkaS 2.0 från TorkaS 1.0. Ett överslagsvärde på cementhalten fås genom att dividera vattenhalten med vct. Exempel: vct = 0.60 och w = 180 kg/m³ vilket ger att $C = 180/0.60 = 300 \text{ kg/m}^3$.

Beräkna

Om ingenting skall ändras under fliken ”klimat” är alla indata nu givna, och beräkningen kan startas genom att ställa pilen på Beräkna och trycka på vänstra musknappen. Beräkningen kan inte utföras förrän samtliga indata är angivna.

FLIK ”KLIMAT”



Under denna flik redovisas de automatiskt beräknade förhållandena innan konstruktionen har styrd torkning. Dessa automatiskt framräknade värden kan ändras för hand genom att för den aktuella dagen ställa markören i rutan för temperatur eller RF eller regn. Det gamla värdet tas bort och ett nytt skrivs in.

Användaren kan själv ta bort eller lägga till antalet dygnsregn, genom att markera med ett R (stort R) i kolumnen för regn vid ett visst datum. Likaså kan regndag tas bort genom att ersätta R med - (bindestreck). Då regn (R) tas bort genom att ersätta R med - (bindestreck), så ändras RF automatiskt från 100% till RF-värde enligt klimatdata för aktuell ort.

Likaså kan membranhärdning (dvs. inget fuktflöde till eller från konstruktionen) markeras med ett M (stort M). M tas bort på samma sätt som R.

OBS! Betongytan kan vara blöt betydligt längre än som motsvarar antalet dygnsregn. Om man under byggtiden, innan byggnaden är tät, dagligen registrerar om betongens yta är blöt eller torr kan detta användas vid förnyad prognos med TorkaS 2.0.

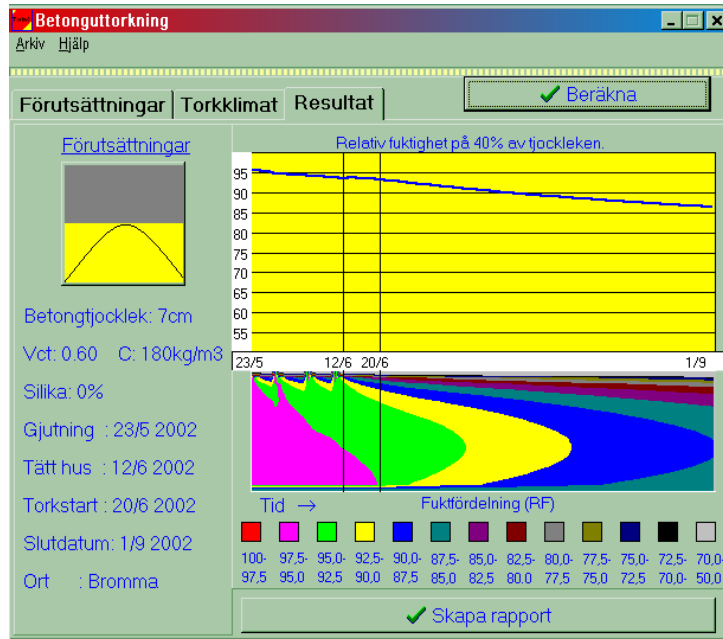
Om man under byggtiden registrerar dygnsmedelvärden för temperatur och RF så är det normalt bättre att använda dessa än de förprogrammerade värdena.

Temperatur och RF under den styrda torkningen kan ändras med hjälp av Tork temp och Tork RF under tabellen. Olika intervall med konstant temperatur och RF kan anges oberoende av varandra. Markera temperatur- eller RF rutan vid det datum då ändringen skall ske. Ange det önskade värdet med hjälp av reglagen Torktemp alt. Tork RF under tabellen.

Beräkna

Då alla indata är givna startas beräkningen genom att ställa pilen på Beräkna och trycka på vänstra musknappen. Beräkningen kan inte utföras förrän samtliga indata är angivna.

FLIK "RESULTAT"



Uttorkning

Vid uttorkning av en betongplatta eller en vägg av konventionell betong sker uttorkningen först vid ytan, medan man har kvar ett högt fuktillstånd i mitten på konstruktionen. När en mer eller mindre tät golvbeläggning läggs på ytan sker en omfördelning och utjämning av fukten. Fuktnivån på ett visst "ekvivalent djup" från ytan motsvarar mycket nära den fuktnivå (RF) som kommer att uppnås i ytan en tid efter det att en helt tät golvbeläggning applicerats. Detta p g a uppfuktning av ytan med fukt inifrån konstruktionen.

Vid dubbelsidig uttorkning är det ekvivalenta djupet $\gg 0.2 \times H$, där H är plattans (väggens) tjocklek. TorkaS räknar med detta värde.

Vid enkelsidig uttorkning är det ekvivalenta djupet $\gg 0.4 \times H$, Där H är plattans tjocklek. TorkaS räknar med detta värde.

Resultatet av beräkningarna redovisas dels som RF på det ekvivalenta djupet som funktion av tiden och dels som RF-fördelningen i betongen som funktion av tiden. Det övre diagrammet visar RF på det ekvivalenta djupet. För att erhålla siffervärden ur diagrammet, håll vänster musknapp nedtryckt. Vid musmarkören visas aktuell RF samt datum.

Det undre diagrammet visar RF-fördelningen i betongen som funktion av tiden. Detta senare diagram kan vara svårförstått första gången man ser det. På X-axeln har man tiden och på Y-axeln har man konstruktionshöjden. RF ges i intervall om 2.5 %. Diagrammet kan läsas så att man går in på en viss tid (på X-axeln) och sedan avläser längs Y-axeln. På denna fås, skalmässigt, hur RF varierar inom konstruktionen.

I beräkningarna har hänsyn tagits till att alkali i betongen har en RF-sänkande effekt. Denna effekt är större ju högre cementhalten är och ju lägre vct är. Dessutom har hänsyn tagits till att 5 % silika medför minskad alkalihalt.

Resultatet kan sparas genom att efter beräkningen är klar trycka på knappen "Skapa rapport" längst ned på resultatsidan. Rapporten består av 2 sidor, den första sammanfattar indata, klimat samt resultat. Sidan 2 innehåller en tabell med datum samt RF på mätdjup. Rapporten kan skrivas ut alternativt sparas på fil. För att se på tidigare sparade rapporter, klicka på "Arkiv" i huvudmenyn högst upp och välj alternativet "Rapporthanterare".

Indata kan sparas på fil. Klicka på Arkiv i huvudmenyn högst upp och välj alternativet "Spara indata på fil". Endast kompletta uppsättningar indata kan sparas.

Indata kan laddas från fil. Klicka på Arkiv i huvudmenyn högst upp och välj alternativet "Ladda indata från fil".

Om indata och/eller utdata först sparas på fil innan utskrift sker, så kommer filnamnen att anges på utskriften av rapporten.

Begränsningar

Betongtjockleken ligger mellan 7 och 35 cm.

Vct ligger mellan 0.35 och 0.80. Då vct ligger mellan 0.35 och 0.50 kan även beräkningar genomföras för betong med 5% silikastoft.

Maximal torktemperatur är 30°C.

Tork RF (ytterklimatet) ligger mellan 35 och 99% RF.

Referenser

- /1/ Hedenblad, G. [wwwwwwwwwwww](http://www.wwwwwwwwwwwww)
- /2/ Hedenblad, G. Jämförelse mellan uppmätta uttorkningstider och uttorkningstider beräknade med TorkaS. Rapport TVBM-7133. Avd. Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, Lund. 1998.
- /3/ Hedenblad, G. Uttorkning av byggfukt i betong - torktider och fuktmätning. (Bilaga 1). Rapport T12:1995 från Byggforskningsrådet, Stockholm. Distribution: Svensk Byggtjänst, Stockholm. 1995.
- /4/ SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond. Betongtorkning - lathund. SBUF informerar nr. 95:14. Box 7835, 103 98 Stockholm. 1995.
- /5/ Svenska Betongföreningen. Betong för sunda golv - fuktdimensionering, materialval, produktion. Betongrapport nr 6. Distribution: Cement och Betong Institutet (CBI) 100 44 Stockholm. 1997.
- /6/ Harderup, E. Klimatdata för fuktberäkningar. Väderdata från 10 meteorologiska mätstationer i Sverige. Rapport 3025, Institutionen för Byggnadsteknik, Avd. för Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola, Lund. 1995.
- /7/ Nilsson, L-O. RF-mätning i undergolv enligt HusAMA 98. AMA-nytt Mark·Hus 1/98, Svensk Byggtjänst, Stockholm. 1998.