



Minimum 100 års levetid for betonafløbssystemer

Temablad nr. 17
Afløbsgruppen, Dansk Beton
www.danskbetonrør.dk

Betonafløbssystemers levetid

Afløbssystemer er dyre at installere, specielt i byerne. Ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt er det derfor vigtigt, at afløbssystemer er funktionsdygtige længe, mindst 100 år. Beton er et godt materiale til fremstilling af afløbssystemer

Beton har været anvendt som materiale til afløbsrør i 125 år. Det ældste opgravede betonrør i udlandet er fra 1880. Her i landet begyndte man at anvende afløbsrør af beton ca. år 1915. De mange års erfaringer og undersøgelser af ældre og nyere betonrør viser, at beton er et godt materiale til fremstilling af afløbsrør med lang levetid.

En betonafløbslednings levetid er afhængig af mange faktorer: Korrekt fremstilling, lægning, projektering og drift.

Det følgende afgrænses til kun at behandle betonens levetid.

I andre temablade kan der findes oplysninger om levetid for gummipakninger og information om lægning, projektering og drift. Le-



Korrekt projekterede og lagte rør vil have lang levetid - over 100 år.

vetiden på gummipakninger er vurderet til 100 år ud fra accelererede teste efter europæisk norm.

Levetider

Med baggrund i den over 100 årige erfaring med betonrørsproduktion og anvendelse af betonrør samt det nuværende tekniske stade i produktionen kan følgende levetider for korrekt monterede og projekterede regn- og spildevandsledninger forventes:

Regnvandsledninger:
Flere hundrede år

Spildevandsledninger:
Over 100 år.

Der er forudsat normale spildevand, jord- og grundvandsforhold.

Levetiden er mindre for spildevandsrør, da der er taget hensyn til, at det kan være vanskeligt for ledningsejeren at have fuldt styr på, hvad der løber i spildevandsledningerne.

Det er måske lidt teoretisk at angive om levetider på flere hundrede år. Med det vurderes, at selv om 100 år vil en stor del af regnvandet stadig skulle transporteres i gravitationssystemer til recipient. Det vurderes også, at store mængder spildevand skal transporteres til rensningsanlæg i gravitationsledninger. Derfor skal ledningerne kunne fungere i over 100 år.

På de følgende sider gives forskellig information om betonrørs lange levetid.

Side

Fremstilling af rør, tørstøbning...	3
Fremstilling af rør, vådstøbning..	4
Kvalitetskontrol.....	5
Hvad kan rørene klare?.....	6-7
Resultater af PhD-projekt.....	8
Sammenligning af betoner.....	9-10
Levetid, armerede rør.....	11
Referencer mv.....	12

Fremstilling af betonafløbskomponenter

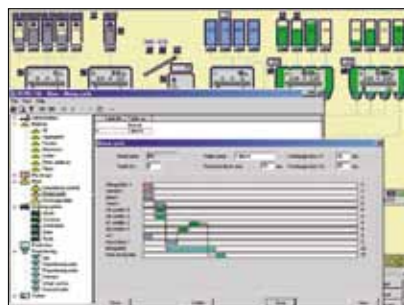
Fremstilling af betonrør sker stort set på samme måde, som det er sket igennem årtier. Sand, sten, cement og vand blandes og vibreres/formes op til forskellige rør, brønde og fittings.

Men støbningen af rørene sker i dag under betydeligt mere styrede forhold. Moderne udstyr med stor grad af overvågning sikrer en ensartet produktion.

Selvom den moderne teknik er til rådighed, er det nødvendigt med mange kvalitetskontroller for at sikre en høj, ensartet kvalitet. Der arbejdes med naturmaterialer, hvor små uundgåelige variationer kan kræve korrektioner i produktionen.



Effektive betonblandere, blandestyrings-systemer og silodoseringsanlæg sikrer stor ensartethed i betonblandinger.



Tørstøbning

Til fremstilling af betonvarer, herunder komponenter til afløbssystemer, har der igennem snart 100 år været anvendt den såkaldte tørstøbningsteknik.

Ordet skal ikke tages bogstaveligt, men ved at komprimere beton med

et lavt vandindhold og sand og stenmaterialer med jævn størrelsesfordeling (kornkurve) fås en beton, som er stabil lige efter udstøbningen. Dette udnyttes til at lave en rationel produktion.

Nedenstående betonrørsmaskine

laver 2 stk Ø 400 x 225 hvert 4. minut - med kun to støbeforme.

Tørstøbningsteknikken giver en meget tæt og stærk beton, da vand/cementforholdet er optimalt. Ca. 0,35. Betonstyrken for rør er over 45 MPa.



Rørmaskine af typen Mastermatic RC 120. Rørmaskiner med stor grad af overvågning sikrer rør af ensartet kvalitet. Maskinen fremstiller 2 stk. Ø 400 x 2250 mm rør pr. 4 min. Flere oplysninger kan ses på www.pedersbaab.dk

Vådstøbning

Vådstøbning anvendes til fremstilling af meget store rør, brønde, udløbsbygværker, brønddæksler mv.

Ordet „vådstøbning“ er et ord ofte brugt, når der sammenlignes med tørstøbning. Det dækker den mest udbredte støbeteknik i hele betonbranchen: Forholdvis flydende beton hældes i en form og vibreres manuelt med stavvibratoren eller formvibratoren. Betonproduktet af-forskalles, når betonen er tilstrækkelig hærdet, efter ca. 12 timer. Ved vådstøbning kan der kun støbes 1 rør om dagen pr. form.

Vådstøbning er en velkendt støbeteknik ved produktion af betonelementer og selvfølgelig ved insitu-støbning.

SCC-beton (selv kompakterende beton) anvendes i stor udstrækning, da man herved undgår at skulle benytte stav- eller formvibratoren.



Udløbsbygværker er også komponenter, som typisk vådstøbes.



Ø 2500 mm × 2500 mm vådstøbte rør



Store brønde med vægt op til 40 tons vådstøbes. De fremstilles efter tegning.

Omfattende kvalitetskontrol sikrer lang levetid

I forbindelse med fremstilling af betonrør udføres der over 50 forskellige kvalitetskontroller af råvarer og selve rørfremstillingen. De forskellige kontroller øger sikkerheden for, at den færdige afløbsledning opnår meget lang levetid. Efterfølgende nævnes nogle af kontrollerne. Kvalitetskontrollen er specificeret i rørfabrikernes kvalitetsstyrings-systemer.

3. parts kontrol

Produktionen er underlagt 3. parts-kontrol: Dansk Beton Certificering eller Betonvarekontrollen.



Cementfremstillingen er ligeledes overvåget af 3. part.

Skrappere produktionsnormer

Betonrør og -brønde har i mange år været produceret i henhold til DS 400 serien + nogle skærpede krav på de enkelte fabrikker.

Siden 2004 produceres afløbskomponenter efter de nye europæiske normer:
DS/EN 1916 Betonrør og fittings
og DS/EN 1917 Betonbrønde
samt et nationalt tillæg: DS 2420.

Flere af kravene i disse normer er skrapere end DS 400-serien både, hvad angår krav til røret, men også krav til kvalitetsstyringssystemet.

CE - mærkning

Siden 2004 har beton-afløbskomponenterne været CE-mærket.



*Råvarekontrol, sand og grus:
Kornkurve, humus, lette korn, densitet mv.*



*Råvarekontrol, cement:
Finhed, styrke, sammensætning, densitet, mv.*

*Modtagekontrol, sand, grus og cement på betonrørsfabrikken:
Følgeseddel og visuel kontrol.*



*Udstøbning:
Visuel kontrol, målkontrol: Spids, nytelængde, krumhed mv.*

En lang række kontroller af beton, blande- og rørfremstillingsudstyr



*På midlertidig lager:
Kontrol af geometri: muffe, spids, ende-
fladeskævhed, krumhed mv.*

Kontrol af styrke, tæthed og finish.

En lang række kontroller af måleudstyr



Kontrol af styrke



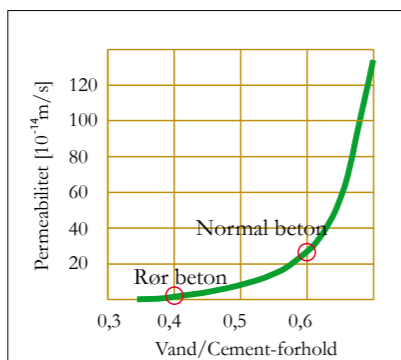
*På hærdeager/lagerplads:
Visuel kontrol ved intern transport og ved læsning.*

Ovenstående kontroller er med til at sikre at betonrørskvaliteten er høj og ensartet.

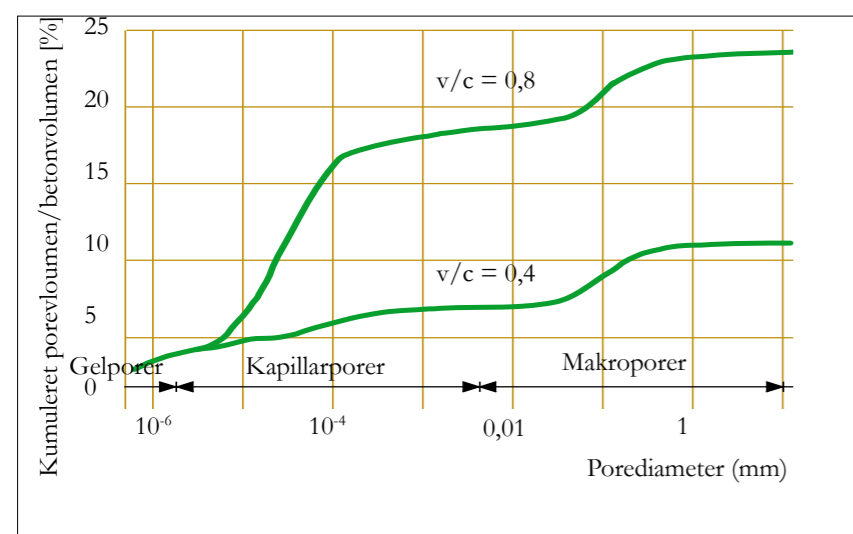
Normalt spildevand nedbryder ikke rørbeton

Rørbeton er meget tæt

Den beton, der anvendes til fremstilling af betonrør, har et lavt vand/cementtal. Det giver en tæt betonpasta/mikrostruktur, som sikrer at betonen er meget holdbar og har en høj styrke, 45 MPa. Det lave vand/cementtal (v/c) og den høje styrke svarer til kravene til en ekstra aggressiv beton i henhold til DS/EN 206-1 og DS 2426. Figuren til højre viser, at beton med vand/cementtal på 0,4 stort set ikke har nogen vandpermeabilitet. Permeabiliteten er næsten nul. Det er vigtigt for en beton i aggressivt miljø. I nedenstående figur forklares, hvorfor betonen er så tæt.



Vandpermeabiliteten i beton er afhængig af vand/cement forhold.



Såvel samlet porevolumen som fordelingen mellem de enkelte poretyper, afhænger især af betonens v/c-forhold. Af figuren fremgår det, at der for det første er et større samlet porevolumen ved højt v/c-forhold. Derudover ses det, at mens volumet af gelporer og makroporer er stort set ens for de to v/c-forhold, er der stor forskel i volumet af kapillarporerne. Netop kapillarporerne er afgørende for betonens permeabilitet. Kilde: Betonbogen, Aalborg Portland[†]



Savesnit i Ø 250 mm betonrør

Vejledende værdier for rørbetons holdbarhed

Vejledende værdier for aggressive væsker og jords påvirkning af betonrør gives i nedenstående tabel. Værdierne, som er fastlagt ud fra forsøg og erfaringer, anvendes i de fleste europæiske lande. Værdier er bl.a. angivet af Cembureau⁵ og i den tyske DIN 4030. De er gældende for en velkomprimeret rørbeton med vand-/cementtal på 0,35-0,40. De viste påvirkningsgrader fås efter 50 års kontinuerlig påvirkning af spildevand og jord med de

viste pH-værdier og koncentrationer. Ved „svagt angreb“ forstås et 1-3 mm nedbrudt lag efter 50 års påvirkning. Ved moderat påvirkning forstås et 3-12 mm nedbrudt lag efter 50 års påvirkning. Såfremt påvirkningerne kun er periodiske vil man kunne tillade lavere pH-værdier og højere koncentrationer af de nævnte stoffer for påvirkningsgraden. Ved pH-værdier og stofkoncentrationer som angivet ved „Stærkt angreb“ og „Meget

stærkt angreb“ bør betonrør normalt beskyttes ved hjælp af coating eller plastliner. Det vil dog afhænge af den ønskede levetid. Ved høj sulfatpåvirkning bør der anvendes sulfatbestandig cement. I rørbeton tilsættes ca. 15 % flyveaske i blandingen. Det øger betonens modstandsdygtighed over for sulfater. Cement med høj sulfatbestandighed benyttes, hvis sulfatindhold er over ca. 1500 mg/l. I saltvand er sulfatindholdet typisk 100-200 mg/l.

Type	Ingen angreb	Svagt angreb	Moderat angreb	Stærkt angreb	Meget stærkt angreb
pH (vand)	> 6,5	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-4,0	< 4,0
Aggressivt kulsyre (CO ₂ i mg/l)	< 15	15-30	30-60	60-100	> 100
Ammonium (NH ₄ ⁺ i mg/l)	< 15	15-30	30-60	60-100	> 100
Magnesium	< 100	100-300	300-1500	1500-3000	> 3000
Sulfat, SO ₄ ²⁻ , i mg/l	< 100	200-600	600-3000	3000-6000	> 6000
Sulfat, mg/kg lufttørret jord	< 2000	2000-6000	6000-12000	> 12000	-

Spildevand = harmløs påvirkning

Spildevand indeholder normalt ikke stoffer, som påvirker rørene. Det stemmer overens med, at ældre spildevandsrør af god betonkvalitet ikke er påvirket efter mange årtier som spildevandsrør. I tabellen til højre ses typisk sammensætning af husspildevand⁶. Kilde: Miljøprojekt nr. 2 1976, Miljøstyrelsen.

Analyse parametre	Normalt husspildevand
Organisk stof BOD	Ca 200 mg O ₂ /l
pH (vand)	7-7,5
Ammoniak kvælstof	Ca. 25 mg N/l
Total kvælstof	Ca 35 mg N/l
Magnesium	10-40 mg/l
Sulfat	Ca 100 mg/l
Natrium	10-200 mg/l
Kalium	5-30 mg/l
Klorid	100-150 mg/l

Specialtilfælde

Ved følgende specialtilfælde skal man dog være opmærksom:

- U hensigtsmæssig svovlbrinte-udvikling ved pumpestationer.
- Specielt aggressivt industrispildevand.
- Specielt aggressive jord- og grundvandsforhold.

Rørene ligger godt beskyttet i jorden

Betonrør har også i forhold til mange andre betonkonstruktioner den store fordel, rent holdbarhedsmæssigt, at de ikke er udsat for de to mest dominerende nedbrydningsmekanismer for betonkonstruktioner: Nr 1: Frost kombineret med saltpåvirkning. Nr 2: Armeringskorrosion.

Betonrør er som regel uarmerede og hermed undgås risikoen for denne nedbrydningsmekanisme, som har forårsaget mange betonskader gennem tiden på byggerier.



Storebæltsbroen som forventes at holde i 100 år, er blandt andet udsat for frost kombineret med saltpåvirkning.

Resultater af 3-årigt ph.d.-erhvervsforskerprojekt om betonrørs restlevetid

Civ. ing. Flemming Lapertis fra Niras A/S har i et 3-årigt ph.d.-projekt „Bedømmelse af betonafløbsledningers restlevetid“ undersøgt en lang række ældre betonrør indsamlet fra forskellige kommuner. Projektet¹ er udført i samarbejde med Aalborg Universitet, ig- og Euro-rørsgruppen.

I Norge har man udført et lignende projekt² med undersøgelse af både ældre og nye rør.

Undersøgelserne giver værdifuld viden om, hvordan betonrørene skal fremstilles for, at der opnås lang levetid.

Konklusionen på undersøgelserne er, at der er stor spredning i de ældre rørs betonkvalitet, men at mange ældre rør stort set er upåvirket af mange årtier som spildevandsledning. Op gennem tiden ses en stigning i kvaliteten. De ringeste af rørene har igennem årene naturligvis været med til at stille spørgsmål ved betons egnethed som materiale til afløbsrør.

Ældre betonrør kan have være udsat for meget aggressive væsker eller gasser pga. f.eks. kraftig svovlbrintedannelse ved septiktanke eller pga. dårlig udluftning

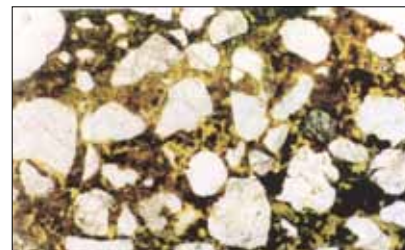
I projektet vurderes forskellige prøvningsmetoder til fastlæggelse af ældre rørs betonkvalitet.

Hele projektet kan ses på:

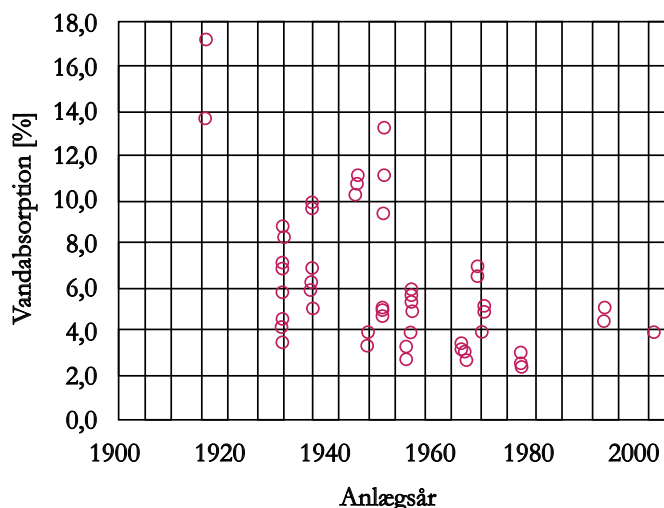
www.danskbetonrør.dk



Foto fra en af de mange betonteknologiske undersøgelser af de forskellige indsamlede ældre betonrør.



Tyndslibsundersøgelser har været anvendt til at lave detaljerede undersøgelser af rørbetonen.



Figuren viser målinger af vandabsorptionen på de forskellige indsamlede rør. Vandabsorptionsmålinger (24 t) kan delvis bruges som vurdering af betonens porøsitet og holdbarhed. Det fremgår, at vandabsorptionen øges med øget røralder, det samme gælder spredningen.

Hvad siger renoveringsfirmaet om betonkvaliteten i de ældre rør?

FKS A/S på Fyn håndrenoverer mange store betonledninger over Ø 800 mm. Rørsamlingerne i ledninger før 1965 er tætnet med pakgarn, ler eller mørtel og kan være utætte. De skal derfor tætnes med egnet materiale. FKS A/S kan også reparere/tætnes opståede revner. Via dette arbejde har FKS opnået en vis erfaring med betonkvaliteten i

de ældre store rør.

FKS's erfaringer er, at betonen som regel virker sund og stærk - og upåvirket af de mere end 50 års drift som afløbsledning.

Disse erfaringer er med til at underbygge, at rør af god betonkvalitet kan fungere som spildevandsrør i rigtig mange år.



Utæt pakgarnssamling i 60 år gamle Ø 1000 mm rør. Kan håndrenoveres. Betonen er upåvirket.

Supplerende undersøgelser af rørbetons bestandighed

For at øge dokumentationen for betonrørs lange levetid er der i 2003 lavet nogle supplerende undersøgelser af ældre og nye rør. Resultater vises på de næste to sider

Rørbeton fra nye rør er sammenlignet med rørbeton fra ca. 50 år gamle spildevandsrør.

Rørbeton fra nye rør er desuden sammenlignet med konstruktionsbeton af typen 35 MPa, aggressiv miljøklasse.

Følgende betonteknologiske teste anvendes til vurdering af borekerner fra rørene.

- Visuel vurdering
- Vandabsorption
- Kapillarsugning
- Cylinderstyrke
- Tyndslibsanalyse.

Målingerne er udført af Research and Development Centre, Aalborg Portland.

Boreprøver af rør fra 1950

Boreprøver er udtaget i en Ø 1000 mm spidsbundsledning, som er tilfældigt udvalgt. Boreprøver er udtaget af Århus Kommune. Prøverne stammer fra spildevandsledning, som har fungeret i 54 år. Rørene virker umiddelbart i orden. Betonen ser sund ud. Betonen er få mm slidt/frilagt enkelte områder, således at stenene i betonen træder frem. Denne frilægning er lidt ujævn, hvilket skyldes forskel i betonens porøsitet. Der er ingen tæring i bundløb. Borekerner er tilsvarende udtaget af et Ø 1000 mm betonrør tilfældigt udvalgt på en rørfabrik. Alder: 6 måneder ved prøveudtagning.

Visuel vurdering af borekerner

Ved en visuel vurdering af de 6 udtagne boreprøver i rørene fra 1954 og de 6 udtagne boreprøver af de nye rør ses, at den nye rørbeton er



Ø 1000 mm spidsbundsør fra 1950, spildevandsledning, Århus kommune

mere homogent støbt. Stenene i betonen er mere jævnt fordelt. I de ældre rør er der mere grov indkapslet luft. Der ses ingen tegn på separation af betonen i nogle af rørene.

Vandabsorption, kapillarsugning

Fra det 3-årige Ph.D-projekt omkring levetid er det konstateret at vandabsorption og kapillarsugning er de bedste målemetoder, når rørbetons bestandighed skal vurderes.

Type	Vandabsorption 24 t (%)	Kapillarsugning 7 døgn (%)
Rørbeton år 1950	7,52	4,51
	8,31	3,80
	13,05	5,86
Gennemsnit	9,63	4,73
Rørbeton år 2003	9,34	5,28
	10,39	5,21
	10,34	5,38
Gennemsnit	10,02	5,29

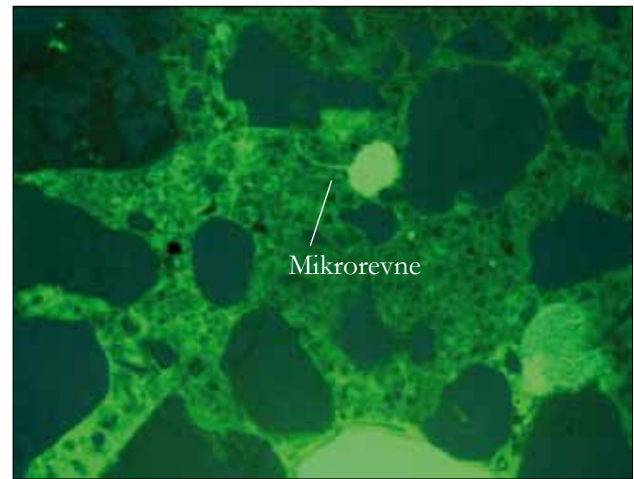
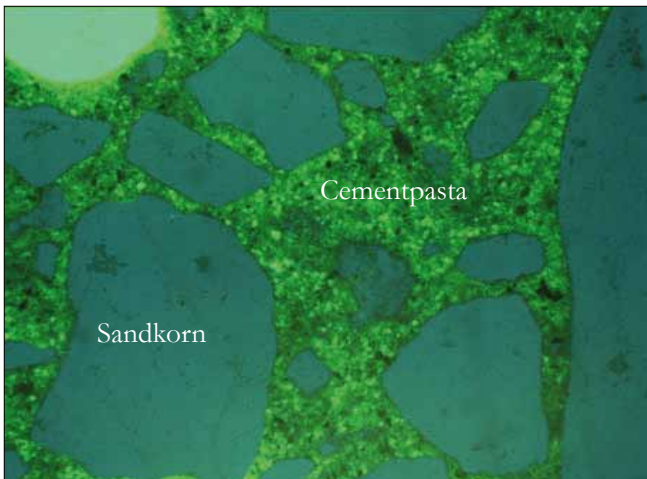
Tabel. Vandabsorptions- og kapillarsugningsværdier for rørene fra 1950 og de nye rør. Der ses, at målinger viser stort set samme gennemsnitlige værdier. Dog ses en klart mindre spredning på resultater for den nye beton, hvilket tyder på en mere ensartet beton. Ved sammenligning af betonkvaliteten i nye og ældre rør skal det bemærkes, at beton i ældre rør vil have en lidt lavere vandabsorption blandt andet pga den fortsatte hydratisering af betonen. Betonen i de 54 år gamle rør har en vandabsorption, svarende til de bedre rør, som er undersøgt i ph.d-projektet. Se figur vedr. vandabsorption, side 8. De viste vandabsorptionstal er volumeprocenter og udført efter målemetode i Norsk standard NS 461A.

Betonstyrken

Betonstyrken blev målt ved trykprøvning af udborede cylindre: til henholdsvis 48 MPa for de nye rør og 32 MPa for rørbetonen fra 1954. Styrkemæssigt er der stor forskel på de gamle og nye rør.

Tyndslibsanalyse

Af de udborede kerner er der lavet tyndslibsanalyse både på langs og på tværs af støberetningen. Der ses ingen forskel, hvilket underbygger at tørstøbeteknikken giver en homogenstøbning.



Tyndslib af henholdsvis nyt rør og rør fra 1950 (billede til højre). Billedbredde/udsnit af beton er 1,5 mm.

Ved tyndslibsundersøgelsen er det konstateret, at rørbetonen i det nye rør er af en bedre kvalitet end betonen i spildevandsrør fra 1950, som er stort set upåvirket af 54 års funktion som spildevandsrør.

Betonstrukturen er homogen og tæt i det nye rør. Der er hverken vedhæftnings- eller pastarevner. Betonstrukturen i det 54 år gamle rør er også homogen. Der ses dog en del mikrorevner. Desuden ses store luftporer med irregulære former.

Konklusion

Undersøgelser viser, at den rørbeton, der anvendes i dag, er af en højere kvalitet end den, der blev anvendt for 50 år siden. Samtidig viser undersøgelsen af rørene fra Århus, at de sagtens kan fungere som spildevandsrør i yderligere 54 år. Dette indikerer, at den betonkvalitet, der fremstilles i dag, giver rør med meget lang levetid.

Disse erfaringer er i tråd med erfaringerne i de to levetidsprojekter, der er gennemført her i landet og i Norge.

Lang levetid, over 100 år, er forventelig med stor sandsynlighed forudsat normale spildevand- og grundvandsforhold.

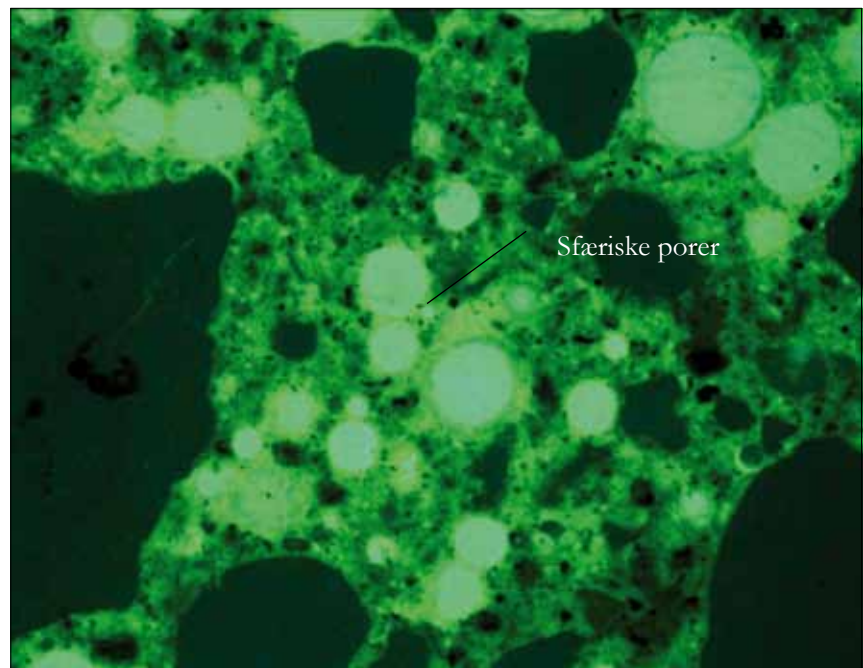
Sammenligning med 35 MPa beton, aggressiv miljøklasse

Der er også lavet tyndslibsundersøgelser, vand- og kapillarsugningsmålinger og styrkemålinger på en 35 MPa beton, aggressiv miljøklasse.

Alle målinger viste, at ny rørbeton er på fuldt højde med 35 MPa beton, aggressiv miljøklasse, som er en velkendt kvalitetskonstruktionsbeton. De udtagne tyndslib viste desuden, at rørbetonen er helt uden pasta- eller vedhæftningsrevner. Det er sjældent at observere ved en vådstøbt beton.

Rørbetonens styrke blev målt til 47 MPa. Denne styrke er ikke sammenlignelig med en luftblandet beton, som 35 MPa, klasse A. Her er styrken ca. 40 MPa målt på Ø 15 x 30 cm cylindre.

Forskellen på en rørbeton og en 35 MPa beton, aggressiv miljøklasse, er, at der ikke iblandes luft, og at stenene ikke er af klasse A kvalitet. Ingen af delene er nødvendig, da rør i praksis ligger i frostfrit miljø.



Tyndslib af 35 MPa beton, aggressiv miljøklasse. Billedbredde 1,5 mm.

Pastastrukturen er homogen uden vedhæftningsrevner, men med ca. 0,4 pasta-revner/mm². Det er sjældent, at en beton er helt fri for pasta eller vedhæftningsrevner.

Der ses mange sfæriske porer, som skyldes luftblandingen. Det giver en ret høj kapillarporøsitet.

100 års levetid, armerede betonrør

Cirka 0,5 % af de rør, der fremstilles i Danmark, er armerede. Der anvendes armerede rør ved specielt store lægningsdybder eller laster. Armerede betonrør beregnes i henhold til DS 437.

Korrosionssikring af armering

Armering i beton korroderer som udgangspunkt ikke, fordi jernoverfladen er passiveret pga. betonens høje pH-værdi. Denne passivering kan dog nedbrydes, hvis der er store revner i betonen, eller hvis betonen ikke er tilstrækkelig tæt.

I spildevandsledninger ligger armeringen godt beskyttet 35 mm inde i betonen.

For at armeringen i armerede betonkonstruktioner skal have nogen virkning, skal betonen være revnet. Der vil således i belastede betonkonstruktioner altid være små revner, der strækker sig fra betonens overflade og et stykke ind i betonen. Størrelsen af disse revner har betydning for risikoen for korrosion af armeringen, normalt regnes med at evnevidde maks. må være 0,3 mm i aggressivt miljø.

En af grundene til at revner ikke

medfører korrosion af armeringen, er, at revner lukkes pga. dannelsen af calciumkarbonat, og det basiske miljø bevares. Denne selv-tætnende evne har været undersøgt i mange projekter³.

Betonens tæthed har også betydning for korrosionssikringen af armeringen. Det skyldes, at beton afhængigt af betontætheden karbonatiserer, hvorved det basiske miljø langsomt nedbrydes. Karbonatiseringen starter ved betonens overflade og bevæger sig indad. Indtrængnings-hastigheden afhænger af betonens tæthed, vand/cement forhold, styrke og fugtforhold.

Beton til armerede tørstøbte betonrør har en trykstyrke på over 45 MPa og et v/c forhold på ca. 0,35. Kombineret med en effektiv komprimering medfører det en meget tæt cementpasta, og dermed en beton der stort set ikke karbonatiserer. Der er i 2 levetidsprojekter^{1,2} målt karbonatiseringsdybder på kun ca. 3-5 mm i 30-60 år gamle betonrør, selv på trods af en meget svingende betonkvalitet i prøverørene i de to projekter.

Der er aldrig konstateret synlige revnevidder i moderne betonrør.

Lang levetid

Armeringen er godt beskyttet i den tætte rørbeton. Derfor er 100 års levetid også forventet for armerede rør. Et eksempel på den tætte rørbetons gode beskyttelse af armeringen er, at man i Tyskland pr. tradition har anvendt mange armerede rør, selv i små rørdimensioner med en godstykkelse på omkring 45 mm. Her har armeringen kun et lille dæklag, ca. 15 mm. Det har, blandt andet pga. den høje tæthed i cementpastaen, ikke givet anledning til korrosionsproblemer pga. armeringen.

Siden 1965 er der produceret ca. 60 mill. stk. armerede rør i Tyskland.

I dag er dæklagskravene i Tyskland 35 mm, minimum 25 mm
30 mm, minimum 20 mm
25 mm, minimum 15 mm

afhængigt af, hvor aggressivt miljøet er. For rør med godstykkelse mindre end 80 mm, må dæklagene reduceres med 5 mm.

Der produceres årligt ca. 1,2 million stk. armerede rør i Tyskland.

Mangeårige erfaringer

Der har været produceret armerede betonrør i Danmark i 80 år. Der er meget få rapporter om armeringskorrosion. De få, der findes, omhandler „fejlør“ med meget små dæklag på armeringen, 0-10 mm og ofte kombineret med aggressivt spildevand.

Produktionskontrol

Ved fremstilling af armerede rør udføres en række kontroller, som skal sikre korrekt armeringsplacering. Det er dimensionskontrol af armeringsnet og måling af dæklagstykkelse vha. covermeter på det nystøbte og det færdighærdede rør. Dertil kommer kontroller af, at armeringen er korrekt omstøbt.



Armeringsnet fremstillet på armeringsmaskine. Armeringen er leveret af certificeret producent og er i henhold til gældende armeringsstandarder.

Beton er et unikt materiale til afløbsrør

Minimum 100 års levetid for nye spildevandsledninger

Flere hundrede års levetid for nye regnvandsledninger

Normalt spildevand er harmløs for rørbeton

Ved specielle spildevands-, jord- og grundvandsforhold skal der muligvis tages forholdsregler



Medlemmer af Afløbsgruppen, Dansk Beton
IBF

RC Betonvarer A/S
Gammelrand Beton A/S
Grindsted Betonvarefabrik A/S
Thisted-Fjerritslev Cementvarefabrik A/S

Afløbsgruppen, Dansk Beton
Tlf: 72 16 00 00

Maj 2008

Temablade og meget anden information kan rekvireres på
www.danskbeton.dk
eller
www.danskbetonrør.dk

Referencer:

1. Erhvervsforsker-ph.d-projekt „Bedømmelse af beton afløbsledningers restlevetid“ EF626. Aug. 1999.
2. Doktor ingeniøravhandling 1992:21 „Tilstand og tilstandsendring for betongavløpsledninger“ Sveinung Sægrov, Institut for vassbygging Trondheim
3. Betons natur, autogen healing, Temablad 14, Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening, 2002.
4. Betonbogen, Aalborg Portland. 2 udgave, 1985.
5. CEMBUREAU Recommendations. Use of concrete in aggressive Enviroments.
6. Miljøstyrelsen. Nedsivning af spildevand i bassinanlæg ved Frederiks - Forundersøgelser. Miljøprojekt nr 2. 1976