

Livslängd för betongrör

Uppdrag

CBI Betonginstitutet har fått i uppdrag av SCANTECH AB, som företräder ett antal betongrörstillverkare, att göra en litteraturundersökning om livslängden för betongrör. Undersökningen utförs i två steg. I det första steget gjordes sökningar i databaser bl.a. i Scopus, en stor vetenskaplig databas. Från sökningarna framgår författare, titel, abstrakt och källa. De intressantaste referenserna kommenteras kort. Om steg ett är tillräckligt intressant utförs även steg 2, där ytterligare referenser tas fram.

Bakgrund

De första moderna betongrören är över 150 år gamla av vilka en del fortfarande torde vara i drift. Hur snabbt den kemiska nedbrytningen går beror på vattenkvaliteten i rören. T. ex. sura vatten med $\text{pH} < 4$ löser upp cementpastan, vilket gör att betongen fräts bort. För armerade rör är kloridhalten viktig. Höga kloridhalter gör att klorider tränger in i betongen och då de når armeringen, fås vid tillräckligt hög koncentration, korrosion av armeringen. Även sulfater och sulfatreducerande bakterier har en nedbrytande effekt. Dessa faktorer gör att livstiden kraftigt kan förkortas. För kommunalt avloppsvatten med låga halter av skadliga kemikalier kan man förvänta sig livslängder mellan 60 och 120 år. För dagvatten är hårdheten, dvs. kalciumhalten i vattnet bestämmande för livslängden.

Erfarenhet av betongrörs livslängd

De första avloppssystemen i betong i modern tid byggdes i mitten på 1800-talet, i Hamburg 1840 och New York 1842 /1/. Utbyggnaden tog fart i början på 1900-talet och American Concrete Pipe Association grundades 1907.

Enligt Rohre Kanalbau /2/ har man över 100 års praktisk erfarenhet av betong- och stålbetongrör.

Även i Malmö finns över 100 år gamla avloppsledningar av betong i drift /3/. Där har man med hjälp av TV-inspektion dokumenterat och betygsatt betongrörsledningarna. En långsam och ganska konstant försämring fås med åren. Under mätperioden erhöles ingen eskalerande försämring av rören. Om utvecklingen är konstant tar det i genomsnitt 200 år innan rören får ”dålig kondition” enligt den betygsättning man gjort i rapporten.

Enligt American Concrete Pipe Association CPI-01-2001 /4/ har studier och historiska data visat att betongrör har en drifttid (product life) på 100 år eller mer.

Enligt Concrete Pipeline Systems Association finns det flera fall där betongrör överstigit 100 års ålder /5/. Det nämns bl. a. att rör från 1842 i New York tagits upp och befunnits i utmärkt skick.

Uppskattade livslängder av olika branchorganisationer

Enligt Betonghandboken kan livslängden för en betongkonstruktion definieras som den tidsperiod under vilken alla funktionskrav på konstruktionen är uppfyllda /6/. Den engelska termen är "service life" /7/. Livstiden kan förlängas genom reparationsåtgärder eller genom att byta ut defekta konstruktionsdelar. Enligt Norges Betongindustriförbund uppges att ca 70 % av brottorsakerna på betongrör beror på brister vid utläggning, grundläggning och oförutsedda yttre laster enligt en undersökning gjord på 1970-talet /8/. Skador pga. korrosion uppgår till 6,5 %.

Enligt ett infobladd om beständighet för betongrör från American Concrete Pipe Association /9/ kan man göra livslängdsbedömningar av betongrör för olika miljöer (angreppsgrader). En avgörande faktor är vattnets pH. För ett vatten med pH 7 överstiger livslängden för betongrören 300 år och för pH 4 eller större överstiger den 100 år.

Enligt Norges Betongindustriförbund hänvisar man till en undersökning från Ohio Department of Transportation där man uppger att livslängden för betongrör är 1000 år för ett avloppsvatten med pH 7 och 100 års livslängd då vattnets pH är 4 /8/. Detta gäller för den kemiska beständigheten.

Enligt concrete pipeline systems association /5/ kan man tillverka betongrör med livslängder över 100 år. Man hänvisar bl.a. till BRE's Special Digest 1 (SD-1) och till specifikationer i USA.

Man hänvisar även till forskning vid universiteten i Surrey och Manchester där man uppskattar livslängden till 400-500 år /5/. Vidare att industrin bedömer att betongrör skall hålla i medeltal 355 år och två bolag räknar med 1000 års livslängd på sina rör.

Inverkan av design på livslängden

Om man följer de australiska standarderna AS/NZS 4058 "Precast concrete pipes (pressure and non-pressure)" and AS/NZS 3725 "Design for installation of concrete pipes" får man en livslängd längre än 100 år, CIA 2011-02-13 /10/.

Enligt den tyska tekniska handboken för betong- och stålbetongrör uppnår man livslängder betydligt över 100 år /11/.

Beräkningar, livscykelanalyser, kostnader

Det finns också livscykelanalyser med kostnadsberäkningar bl. a. en ASTM standard /7/. Kalkylen innehåller även underhålls- och reparationskostnader. I kalkylen väljer man livstid (service life) och den tid rörsystemet skall vara i drift (project design life). Metoden kan användas för att beräkna de totala kostnaderna.

Jingpei /12/ har gjort en livscykelkostnadsanalys där han jämfört kostnaderna för armerade och oarmerade rör med keramiska rör (vitrified clay pipe). Materialkostnaderna (inköp) för de armerade rören är något dyrare än för de oarmerade rören och de keramiska rören är klart dyrast. I det långa loppet är underhållskostnaderna för de armerade rören ca 3,4 % lägre än för de oarmerade rören, medan de keramiska är ca 44,3 % dyrare. I det aktuella fallet med armerade rör händer ingenting under de 25 första åren. Därefter får man en gradvis försämring upp till 60 år då ca 9 % av rören är dåliga. I artikeln gör man beräkningar för en livscykel på 120 år. Man räknar också med underhåll och utbyte av dåliga rör. Då kan man förlänga livscykeln. Efter den första livscykeln på 120 år uppnår man ett fortvarighetstillstånd (steady state) där andelen dåliga rör utgör 7 %.

Livslängden för betongrör beror i avgörande grad på hur aggressivt vattnet är. Som exempel tas en beräkning av livstiden för armerade rör i marin miljö /13/. Klorider i vattnet har en förmåga att tränga in i betongen och när småningom armeringen, som vid en viss kloridhalt börjar korrodera. Man räknar också med olika kloridbindningsförmåga för cementet. Kloridernas inträngningsförmåga är störst i skvalpzonen och betydligt lägre under vattenytan. För den största kloridbindningsförmågan får man en livslängd på 227 år under vattenytan men bara 66 år i skvalpzonen. Med ingen kloridbindningsförmåga är livslängden under vattenytan 18 år och i skvalpzonen 11 år. Med livstid (service life) menas här tiden tills armeringen börjar korrodera.

Kommentarer och fortsatt arbete

Enligt australiska standarder och rekommendationer enligt den tyska handboken för betongrör kan man tillverka betongrör med livslängder över 100 år. Det finns även betongrör över 100 år gamla i drift. Vid beräkning av livslängder är resultatet starkt beroende av vilket vatten man har i rören och är olika från fall till fall. Ett sätt att förbättra beständigheten mot kemikalier är att använda andra cement än rent portlandcement (blandcement, innehåller vanligtvis flygaska, slagg eller silikapulver) och att göra förändringar i betongreceptet, t. ex. genom att använda fillermaterial och därigenom göra betongen tätare /14/.

I steg 2 kan man t. ex. gå in på specifikationer om tillverkningsprocessen för att öka livslängden, närmare se på livscykelanalyser/livslängdsbedömningar där olika faktorer som påverkar livslängden beaktas och artiklar där olika sätt att förbättra beständigheten tas upp.

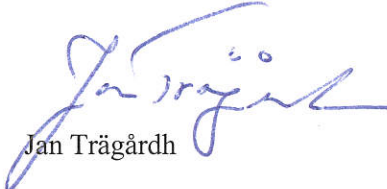
Referenser

1. Concrete Pipe Industry, Proud heritage, Strong Future, Concrete Pipe News, vol. 49, No. 1, 1997.
2. Nutzungsdauer von Abwasserkanal-Systemen, Rohre Kanalbau, Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V.(FBS), 2004.
3. Rörmaterial i svenska VA-ledningar– egenskaper och livslängd, rapport nr. 2011-14.
4. American Concrete Pipe Association, CPI-01-2001.
5. CPSA, concrete pipeline systems association, factsheet January 2009.
6. Betonghandbok, Material, utgåva 2, 1994.
7. Standard Practice for Least Cost (Life Cycle) Analysis of Concrete Culvert, Storm Sewer, and sanitary Sewer systems, ASTM: C 1131-95.
8. Rør- og kumsystemer, Norges Betongindustriforbund, Avløpsseksjonen, Oslo 1989.
9. American Concrete Pipe Association. Culvert Durability Study, Review and Implementation, 1982.
10. CIA Resource Center RSS, 2011-02-13.
11. Technisches Handbuch, FBS-Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V., Bonn, 2010.

12. Yongliang Jin, Integration of stochastic approaches in the life cycle cost analysis of sewer pipe applications, Int. J. Production Economics, vol.179, pp. 35-43, 2016.
13. Jingpei Li and Wei Shao, The effect of chloride binding on the predicted service life of RC pipe piles exposed to marine environments, Ocean Engineering, vol. 88, pp.55-62, 2014.
14. Bernd Hillemeier, Spezialbeton für Rohre, Betonwerk + Fertigteil-Technik, Heft 1, 2001, S. 64-66.

Med vänlig hälsning
CBI Betonginstitutet AB
Hållbara byggnadsverk


Leif Fjällberg


Jan Trägårdh