



BETONRØRET - DET MINDST MILJØBELASTENDE AFLØBSRØR

Temablad 4. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

Betonrør - et miljøvenligt produkt

Betonrør består af velkendte naturmaterialer. Sand, sten, kridt og vand. Betonrør har store miljømæssige fordele i alle faser i dets levetid i forhold til alternative rørtyper. Udtjente betonrør kan let og miljøvenligt nedknuses og genanvendes. Betonrørs naturlige bestanddele gør det let at gennemskue produktets samlede miljøpåvirkninger, hvilket giver en absolut tryghed for de næste generationer

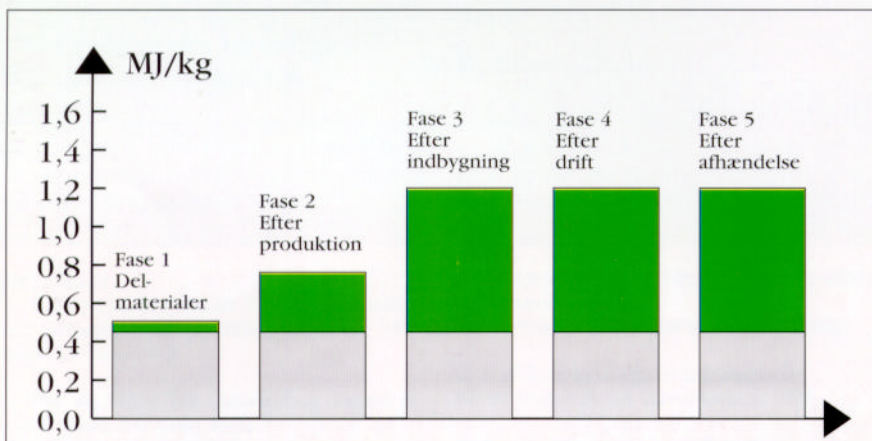
En livscyklusanalyse, også kaldet en »vugge til grav analyse«, identificerer alle betydende ressourceforbrug, sundheds- og miljøbelastninger i alle faser af et produkts livscyklus. Dansk Teknologisk Institut (DTI) har i fællesskab med Carl Bro Gruppen udarbejdet en miljøanalyse af betonbranchen, herunder en livscyklusanalyse af et Ø 250 mm betonrør. Resultater af analysen ligger til grund for udarbejdelsen af dele af dette temablad.

Analysens konklusion er, at betonrøret har en relativt lille miljøpåvirkning, og at der ikke er væsentlige emissioner til hverken luft eller vand, samt at affaldsmængderne ikke er store. Granskning af nøgletal for produktionen har ikke givet anledning til påpejning af områder, hvor der bør gøres en indsats for renere teknologi. Det påpeges dog, at der bør fokuseres på cementfremstillingen, da denne er forholdsvis energikrævende.

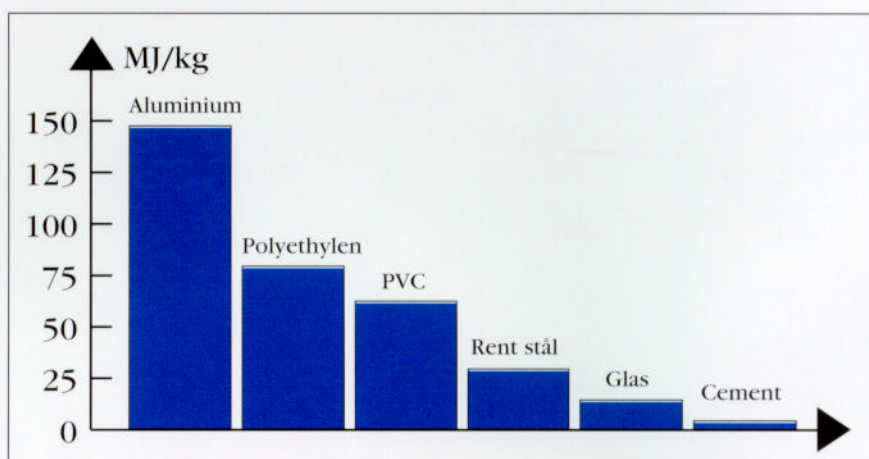
Livscyklusanalyse

Livscyklusanalysen er inddelt i fem faser. Energiforbrug og andre miljøpåvirkninger ved:

- ◆ Indvinding og forarbejdning af råvarer
- ◆ Fremstilling af betonrør
- ◆ Distribution og lægning af betonrør
- ◆ Betonrørets anvendelse
- ◆ Afhændelse af røret



Energiforbrug under de fem faser af Ø 250 mm betonrørets livscyklus. Det fremgår, at energiforbruget ved cementproduktionen (grå søjle) udgør en stor del af det totale energiforbrug, nemlig 35%.



Energiforbruget i megajoule (MJ) til fremstilling af 1 kg forskellige materialer ^{1,2,3}

Fase 1 - råvarer

Betonrøret består af ca. 80% sand og sten, 13% cement, 2% flyveaske og 5% vand. Energiforbruget og de øvrige miljøpåvirkninger ved indvinding og forarbejdning af sand og sten opgøres let. Forbruget er lavt pr. kg sand eller sten.

Der bruges dieselolie til skibsmotorer, lastbiler og gravemaskiner, og der anvendes strøm til at drive diverse transportbånd og sand/stensortere og -vaskere. Energiforbruget er opgjort til 0,00159 megajoule (MJ)/kg.

Cement fremstilles af kridt, sand og gips. Det er forholdsvis energikrævende at fremstille cement, idet der arbejdes med høje temperaturer.

Sammenlignet med andre materialer er energiforbruget pr. kg dog ikke stort, se ovenstående figur. Da der kun benyttes ca. 13% cement i en betonblanding, fremstår beton som et særdeles energivenligt konstruktionsmateriale inden for byggeri og anlæg.

Fase 2 - rørproduktion

En betonrørsfabrik er en forholdsvis energi-let virksomhed med små miljøpåvirkninger. Cement, flyveaske, vand, sand og sten blandes og transporteres til rørstøbmaskinen, som vibrerer betonen sammen.

Energiforbruget opgøres let ved at måle strømforbruget på rørmaskiner, diverse transportbånd og blandemaskiner. Der anvendes små mængder dieselolie til intern transport af rørerne og lidt olie eller naturgas til opvarmning af fabrikslokaler.

Der anvendes normalt vegetabiliske olier til smøring af dele af formudstyr og ved rengøring af maskiner.

Ved fremstillingen opstår der kun få »affaldsstoffer« i form af overskydende beton. Denne beton oplagres normalt på fabrikken, indtil den nedknuses og anvendes til f.eks. vejbygning eller til nye betonprodukter.

Flyveaske, som er det støv, der opsamles i kulkraftværkernes elektronfiltre, er et næsten uundværligt råmateriale til fremstilling af en god rørbeton. Flyveaske er med til at sikre, at betonen har stor tæthed i moderne rør. Høj tæthed i betonen er vigtigt for at sikre en levetid på mindst 100 år for nye betonrør. Flyveasken har bindemiddellignende egenskaber, nøjagtig som den vulkanske aske, der blev benyttet ved cementfremstillingen for 2000 år siden.

Flyveasken er stærkt bundet i betonen. Den udgør ingen miljømæssig risiko ved senere genanvendelse af de udtjente betonrør, og dets anvendelse i betonfremstillingen er med til at løse store deponeringsproblemer.

Fase 3 - distribution og lægning

Energiforbruget til transport af betonrør ud til rørgraven er 0,0012 MJ pr. kg pr. km. DTI/Carl Bro har opgjort energiforbruget i fase 3 til 0,45 MJ/kg rør og forudsat, at der er 50 km til betonrørskunden. Energiforbruget ved lægningen afhænger dog meget af projektudformningen.

Fase 4 - driftsfasen

DTI/Carl Bro har fastlagt energiforbruget i driftsfasen til nul, idet betonrøret ikke behøver nogen vedligeholdelse i form af maling eller lignende.

Fase 5 - afhændelsesfasen

DTI/Carl Bro har sat energiforbruget ved afhændelse af betonrøret til nul, idet man forventer, at hovedparten af de udtjente betonrør bliver liggende i jorden.

En eventuel nedknusning af rør kræver 0,028 MJ/kg i form af et forbrug af dieselolie og strøm. Knusningen giver ingen øvrige negative miljøpåvirkninger.

En positiv miljøpåvirkning er, at den knuste betonoverflade kan optage 10-20% af den kuldioxid, der bliver udviklet ved cementfremstillingen.

Betydende energiforbrug ved lægning

I det følgende beregnes energiforbruget ved en rørlægning.

Projektbeskrivelse, eksempel:

Byggemodning, 40 parceller.
Seperatkloak, lægningsdybde ca. 2,0 m

Betonafløbskomponenter:

- 500 m Ø 250 mm og Ø 200 mm ledning
- 20 stk. Ø 1250 mm brøndskakter
- 120 stk. Ø 150 mm stikledninger á 5 m
- 80 stk. Ø 400 mm skelbrønde
- 40 stk. Ø 400 mm rendestensbrønde
- Beton i alt 220.000 kg

Nyt grusfyld:

- 0 - 32 mm til udjævnings- og støttelag:
- 0,11 m³ pr. m Ø 250 mm rør
- 0,08 m³ pr. m Ø 200 mm rør
- 0,07 m³ pr. m Ø 150 mm rør
- 0,50 m³ pr. Ø 1250 mm brønd
- 0,25 m³ pr. skel- eller vejbrønd
- I alt 175 m³ = ca. 265.000 kg

Det opgravede materiale forudsættes at være en så god kvalitet, at den foreskrevne komprimering omkring og over rørene kan etableres. Afstand til grusgrav er sat til 20 km.

Dieselforbrug:

Et rørsjak, 2 rendegravere med førere og 2 rørlæggere, anvender ca. 25 dage og

Energiforbrug i alt ved lægning:

Energiforbrug maskiner: 1500 kg diessel =	59.700 MJ (69%)
Indvinding af grus: 0,0159 MJ/kg x 265.000 kg =	4.213 MJ (5%)
Transport af grus: 0,0012 MJ/kg km x 265.000 kg x 20 km =	6.360 MJ (7%)
Transport af overskudsjord (fortrængt og udskiftet jord):	
0012 MJ/kg km x 660.000 kg x 20 km =	15.840 MJ (19%)
I alt ved lægningen ca.	86.000 MJ
Pr. kg rør ca. 0,39 MJ	

bruger ca. 60 kg dieselolie pr. dag til rendegravere+vibratører'.

Det fremgår af eksemplet, at energiforbruget til indvindinger og tilkøring af nyt grus og bortkørsel af overskudsjord udgør ca. 1/3 af energiforbruget ved lægningen, medens at rendegraver og vibratører anvender 2/3 af energien.

Såfremt der også skal anvendes nyt omkringfyldnings- og tilfyldningsmateriale vil energiforbruget ved udskiftningen af materialer være meget dominerende ved lægningen.

Energiforbruget lavest ved lægning af betonrør

Da man ofte kan genbruge det opgravede jord til omkringfyldningsmateriale ved betonrør, kan der opnås betydelige energibesparelser ved belægning af betonrør sammenlignet med lægning af plastrør. En tilsvarende separatkloak i plast vil normalt kræve indvinding, tilkørsel af 3-4

gange så meget grusfyld og bortkørsel af over dobbelt så meget overskudsjord og foranledige et extra energiforbrug på over 40.000 MJ.

Ved betonrørlægning i sandede områder er det desuden ofte muligt at genanvende den opgravede jord som udjævningslag og støttelag.

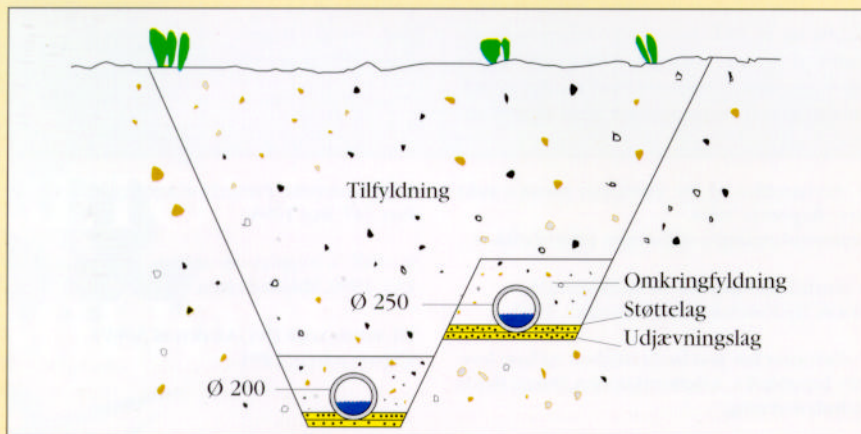
Ved lægning af små plastdimensioner spares der lidt på rendegravernes dieselforbrug, da rørlæggerne kan afløse noget af rendegraverens arbejde. Men kun få procent, idet flytning af jord og grus er det dominerende energiforbrug for rendegraveren. I eksemplet flytter rendegraveren ca. 16 tons jord pr. m separatkloak.

Energiforbrug i distributionen

Plastrørerne er lettere at transportere, og derfor er energiforbruget ved distributionen af plastrør lavere end for betonrør pr. km. Men det opvejes til dels af, at plastrørerne skal transporteres over større afstande, 10 - 250 km fremfor 10 - 60 km for betonrør. Energiforbruget ved distributionen af rør er dog lavt i forhold til energiforbruget ved lægningen. I det ovennævnte eksempel er energiforbruget ved levering af betonafløbskomponenterne:

0,0012 MJ/kg x km x 50 km x 220.000 kg = 13.200 MJ. Her er der regnet med 50 km fra rørfabrik til rørkunde.

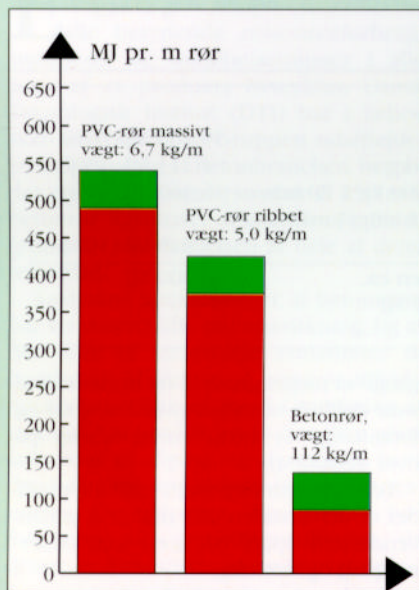
Skitse af separatkloak. Udjævnings- og støttelag består af nyt 0-32 mm grusfyld. Den opgravede jord er genbrugt i omkringfyldnings- og tilfyldningszonen.



Betonrøret er der mest energieffektive afløbsrør

Et billede af det enkelte produkts miljøvenlighed opnås først, når der foretages en sammenligning med andre produkter med samme funktion.

Plastrørsbranchen har igennem de sidste 5 - 6 år hævdet i en del sammenhænge, at PVC-rør er mere miljø- og energivenlige end alternative rørtyper. Nedenstående figur, energiforbruget ved fremstilling af forskellige aktuelle rørtyper, alle med diameteren 250 mm, viser det modsatte.



Energiforbrug pr. m PVC - og betonrør fra vugge til grav. Rod søjle er energiforbrug ved fremstilling. Grøn søjle er energiforbrug ved distribution og lægning.

Det ses, at betonrøret klart er det produkt, som kræver mindst energi fra vugge til grav.

Det ses også, at for PVC-rørerne er energiforbruget ved fremstillingen meget dominerende.

Data og afgrænsninger for sammenligning

I plastindustriens miljøoplysninger⁵ opgives følgende tre forskellige energiforbrug til fremstilling af PVC - granulat afhængig af fremstillingsmetoden:

- For suspensionsprocessen 64,9 MJ/kg
- For emulsionsprocessen 74,9 MJ/kg
- For bulk-PVC 70,1 MJ/kg.

Alle tal er gennemsnitsværdier udregnet fra oplysninger fra de forskellige plastfabrikker i Europa. Plastindustrien har oplyst, at hovedparten af PVC'en til plastrør stammer fra suspensionsprocessen. Derfor anvendes de 64,9 MJ/kg til beregning af energiforbruget pr. m PVC-rør. Energiforbrug til ekstrudering af rørene er sat til 9 MJ/kg⁶.

Energiforbruget pr. kg betonrør (levningsklart fra fabrik) er 0,77 MJ/kg⁷.

Alle oplyste værdier er incl. energitab på elektricitetsværkerne.

Levetiden er forudsat ens for de viste rørtyper^{6,7}.

Der er set bort fra energiforbruget til transport af granulat fra PVC-fabrikkerne til rørfabrikkerne (ca. 700 km).

Energiforbruget ved distributionen og lægningen er forudsat ens for plast- og betonrør.

Ved sammenligningen er der ikke taget hensyn til eventuel genbrug af PVC eller beton. Hvis et materiale eller produkt kan anvendes flere gange kan der være et mindre energiforbrug fra vugge til grav.

Genbrug af hele rørurealistisk

Ved sammenligningen er der set bort fra genbrug af hele rør. Det kan godt med forsigthed lade sig gøre at grave rørene op og rense dem. Men produkter med f.eks. 40 år på bagen er nok temmelig utidssvarende på opgravningstidspunktet.

Rørene kan desuden være udsat for overbelastning eller korrosive væsker eller dampe. En eventuel 3 - 4 mm korrosion på et betonrør har dog ingen betydning for rørets fortsatte funktion som afløbsrør. PVC-rørernes stivhed vil imidlertid kun være ca. 1/3 af den oprindelige stivhed, og de kan være kraftigt deformerede, hvilket gør det svært at lægge disse påny.

Genbrug kompliceret

Genbrug af PVC kan være meget kompliceret p.g.a. de mange forskellige typer plast og den forventede udfasning af stabilisatorer af tungmetaller. Den amerikan-

ske miljøstyrelse har f.eks. strøget plastrørerne af listen over de produkter, hvor det er tilladt at anvende recirkuleret plast⁸. I bygge- og anlægsbranchen er der akkumuleret ca. 1,3 millioner tons PVC, heraf afløbsrør og fittings ca. 0,5 millioner tons⁹.

Hvert år nedgraves ca. 20.000 tons PVC-afløbsrør og fittings⁹. Ifølge cirkulærer nr. 93, 1995 fra Miljøstyrelsen må PVC-afløbsrør, -vinduer og -gulvbelægning ikke anvendes i forbrændingsanlægene p.g.a. særlige miljømæssige problemer ved forbrændingen. Det bliver en stor opgave fremover at sortere og behandle de kommende store mængder plastaffald. Kun en del af plastaffaldet er PVC, og ca. 10% af PVC-rørerne er importerede rør¹⁰.

Betonrør er lette at genanvende

Udtjente betonrør kan let nedknuses til nye anvendelige råmaterialer til betonfremstilling eller til f.eks. vejbygning. På nuværende tidspunkt anvendes alt knust beton til vejbygning p.g.a. den høje styrke og vandgennemtrængelighedsevne. Ved dette genbrug opnås dog ingen energigevinst, idet energiforbruget til knusning stort set svarer til energiforbruget til indvinding af nye grusmaterialer.

Rørene bliver i jorden?

Det er måske lidt omsonst at tale om genbrug, idet det er et spørgsmål om de udtjente rør nogensinde kommer op af jorden igen. En stor part af ledningerne vil sandsynligvis blive liggende i jorden efter endt brug.

I dag fyldes udtjente og udgæede afløbsledninger ofte op med skumbeton eller sand for at undgå, at rotter spreder sig i de gamle rør. En del ledninger vil blive renoveret ved hjælp af opgravningsfrie renoveringsmetoder og bliver dermed i jorden.

Hvis man ved en kloakfornyelse sløjfer en del stik til husene, graver man normalt ikke de udgæede stikledninger op.

DTI/Carl Bro har forudsat, at rørene bliver liggende i jorden og regner dermed ikke med noget energiforbrug ved afhændelsen af betonrøret.

Referencer

1. »Brancheanalyse Beton - renere teknologi ved betonfremstilling«, Miljøprojekt nr. 340, Miljøstyrelsen, 1995.
2. »PVC og Miljø«. Informationsbog udgivet af Norsk Hydro A/S, Oslo, 1992.
3. Miljøprojekt 131. »Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternativer«.
4. Oplysninger fra 2 entreprenørfirmaer.

5. »Eco-profiles og the European plastics industry« Report 6, 1994.

Sammenslutningen af Europas plastfabrikker.

6. »Forfall og fornyelse av ledningsnett«, Norsk Hydroteknisk Laboratorium, 1995.

7. »Betonrør har god bestandighed og lang levetid«. Temablads 3, Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening.

8. Environmental Protection Agency, USA 40 CFR Part 247, maj 1995.

9. »PVC i byggeri og anlæg« Miljøprojekt nr. 133, 1990, Miljøstyrelsen.

10. Status vedr. PVC-Aftalen af 3/4-91. Miljøstyrelsen, 1994.