

8 Transport af beton

Af Freddie Larsen



Figur 1. Betonkanonen på vej ind på byggepladsen med et læs frisk beton

Den friske beton skal transporteres fra betonfabrikken til byggepladsen.

Denne transport tager typisk fra under en halv time og op til to timer, men i specielle situationer – fx støbning til havs – kan transporttiden være længere.

Da beton udvikler sig kemisk og fysisk fra blandingstidspunktet - hvor cementens reaktion med vand begynder - er det vigtigt, at transporten foregår planlagt og styret.

Frisk beton kan blive ødelagt af forkert transport.

8.1 Transportformer

Transport af fabriksbeton sker normalt med roterbil – i daglig tale ofte benævnt *betonkanon*. På større byggepladser - typisk store anlægsopgaver - hvor man har valgt at blande betonen på stedet, kan denne transportform

suppleres med eller erstattes af transportbånd eller pumper, som bringer betonen direkte fra blanderen frem til støbestedet.

Fabriksbeton til brug på almindelige byggepladser bliver bragt fra betonfabrik til byggeplads med roterbiler. Disse kan være forsynet med transportbånd eller betonpumper monteret direkte på roterbilen, således at den kan bringe betonen det sidste stykke frem til støbestedet.

Er der tale om store betonmængder, opstilles en eller flere mobile pumper, som forsynes løbende fra et antal roterbiler.

Ved mindre opgaver – og i specielle situationer med fx støbning i stor højde – bliver tårnkran eller mobilkran med en kranspand på $\frac{1}{2}$ - 1 m³ anvendt til at bringe betonen til støbestedet. Frem til omkring 1980 var kranspand den almindeligste transportform på byggepladsen

På betonelementfabrikker vil der som regel være faste installationer i form af portalkraner suppleret med conveyorbane, dvs. beholdere på ophængte skinner, der fører betonen frem til støbestedet.

Et vigtigt forhold i forbindelse med transport af beton, er den overlevering af produktet fra betonproducent til entreprenør, der sker ved aflæsningen på byggepladsen. Her fuldbyrdes salget af betonen og ansvaret for at sikre betonens egenskabsudvikling skifter.

Ved leverance af betonen skal der derfor ske en dokumentation af betonens egenskaber.

8.2 Følgeseddel

Beton som leveres fra en betonfabrik til en kunde, skal ledsages af en følgeseddel, som indeholder oplysninger om den leverede beton.

Følgesedlen gør det muligt for modtageren at genkende sin bestilling – *Har jeg fået den beton, jeg bestilte?* Følgesedlen er også et meget vigtigt kvalitetssikringsdokument, og skal indeholde en række oplysninger, som det ellers ikke ville være muligt for kunden at kende. Såvel EN 206 som DS 2426 stiller krav til, hvad der som minimum skal angives på følgesedlen.

Betonproducenten beder den person, som modtager betonen på byggepladsen, om at signere en kopi af følgesedlen. Modtageren skal tage stilling til, at betonen er den rigtige, at betonen ikke er blevet for gammel samt registrere tidspunkt for start og slut på aflæsningen.

Følgesedlen skal altid indeholde tidspunktet for blanding af betonen. Med tidspunktet for blanding og temperaturen af betonen som udgangspunkt, kan man med få simple beregninger af betonens modenhed sikre sig, at betonen anvendes indenfor det tidsrum, hvor dens egenskaber er intakte.

Er brugeren den samme juridiske person som producenten af betonen (altså at man blander til sig selv – fx på en betonelementfabrik) kan en følgeseddel undlades, men det skal under alle omstændigheder sikres, at der ikke kan ske ombytning af de enkelte læs beton.

Y Dancert	4K Beton A/S Islands Brygge 43 2300 København S www.4K.dk	Tlf. 32 88 44 44 Fax. 32 88 44 00 e-mail. 4K@4K.dk	Bank. Nordea 2224 0377 401840 CVR nr. 22 04 22 11	
Leveret fra: Herning		Tlf: 96262400		
				Dato: 14.10.2005 Kl.:08.11N
Plads:328313 bro				
Kunde: 501606				
ENTREPRENØRFIRMA				
				
Rekvirent: 8953				
Følgeseddel nr.: 47010				
Receipt : 4578012				
Beton ID :AB 5 35 A LFS A A LPSO-0000 32 I S Beton				
til aggressiv miljøklasse				
Denne beton er underlagt Dancerts				
produktcertificering				
Start læsning :08.11 Ordre start kl.				
: 07:03 Bør anv. inden kl.:09:45				
Ankomst plads kl.:				
Afgang plads kl.				
Ventetid				
Styrkeklasse	: C35	Dette Læs m3	7.50	
Tilstr.max V/C	: 0.45	Bestilt m3 Overtid	21.00	
Miljø	: Aggressiv	Leveret m3	15.00	
Sætmål	mm : 120	Returbeton m3		
Cementtype	: A.AP CEM 142, 5 N (HS/EA/<=2)	Vognnr.	849	
		Af læsnings form	:BÅND	
		Norm	"DS 481"	
Pulver type	: AAP Lavalkali, flyveaske og silica	Chlorid klasse	:C1 0,10	
Sten type	: Aggressiv Max. Sten mm : 32	Kontrol klasse	Skærpet	
Sand type	: Aggressiv	Eksponeringskl.:	XC4 XS2 XD1 XF3 XA2	
Tilsætning	kg/m3 :	Tillæg for	Transportbånd pr. m3	
Tilsætning	kg/m ³		Miljøafgift	
j-- _____				
/ Støbested:, Bemærkning: __ Kvittring:				

Figur 2. Eksempel på følgeseddel. Afgørende parametre som receptnummer, styrkeklasse, maksimalt vand/cement forhold og sidste anvendelsestidspunkt kan findes på følgesedlen – sammen med anden information

8.3 Roterbiler

Roterbiler er lastbiler som har fået monteret en tromle, der roteres af en hydraulikmotor - drevet af lastbilens motor.

Tromlen er skråtstillet, så den er i stand til at holde betonen inde i tromlen. Den øverste del af tromlen er udformet som en keglestub og er åben. I tromlen er der opbygget vinger i form af en spiral.

8.3.1 Fyldning og tømning af roterbil

Ved overførsel af beton fra blandeanlægget til roterbilen, lader man tromlen rotere med høj hastighed, således at vingerne vil trække betonen ned mod bunden af tromlen.

Ved tømning lader man tromlen reversere, således at betonen af vingerne løftes/skubbes op mod den åbne ende og ud af tromlen.

Under transporten ud til byggepladsen lader man tromlen rotere langsomt (betonen trækkes hele tiden nedad), dels for at sikre at betonen ikke separerer under transporten, og dels for at sikre at betonen ikke bevæger sig ud af tromlen under transporten.

Ved ankomst til byggepladsen, lader man tromlen rotere middelhurtigt den samme vej for at sikre, at betonen er homogen, når den skal aflæsses.

Af hensyn til betonværkets disponering af roterbiler, er det vigtigt at kende den tid støbesjakket påregner at bruge på aflæsning af betonen. Der er derfor ofte i aftalen mellem entreprenør og betonleverandør fastsat en forventet aflæsningstid. Overholdes denne ikke nogenlunde, kan leverancen til både egen og næste byggeplads blive væsentligt forstyrret.

DS 2426 har fastlagt en grænse for hvor "gammel" betonen må være, når den anvendes (udstøbes i formen). For miljøklasserne M, A og E gælder, at betonen ikke må være mere end 90 minutter gammel (ved 20 °C), når den indbygges i formen. Ved andre temperaturer end 20 °C skal der korrigeres med modenhedsfaktoren.

Denne grænse kan dog fraviges, hvis det ved forprøvning er dokumenteret, at det er forsvarligt at overskride de 90 minutter. Ved at tilsætte betonen særlige tilsætningsstoffer (retardere) kan det gøres forsvarligt at anvende transporttider på flere timer.

Betonen ændrer sig ikke væsentligt under transport i en roterbil. Typisk vil sætmålet falde med tiden, luftindholdet ligeså og en mindre opvarmning eller afkøling af betonen kan forekomme – afhængigt af vejrforholdene. Der er eksempler på, at luftindholdet stiger under transporten, hvilket kan være tegn på, at betonen ikke er færdigblandet fra fabrikken og blandes færdig under transporten.

Når betonen har forladt blanderen, må der ikke ændres på sammensætningen af denne. Det betyder primært, at det ikke i Danmark er tilladt at hælde vand i en betonbil. I mange lande er dette enten ikke forbudt – eller gængs praksis

trods forbud – og her er roterbiler da også direkte udstyret med en vandtank til formålet. Vandtilsætning i bilen er en ikke styret proces, og betonens holdbarhed og styrke nedsættes i takt med mængden af tilsat vand.

Det er dog tilladt at tilsætte superplastificerende- eller plastificerende tilsætningsstoffer i roterbilen på byggepladsen. Tilsætning af sådanne stoffer skal imidlertid være afprøvet (forprøvet) på forhånd og skal foretages af en person uddannet hertil - fx en laborant eller en blandemester.

Efter tilsætningen skal betonen genblandes i roterbilen til betonen er homogen. Det vil som regel sige, at betonen bør genblande i 1 minut for hver m³ beton i tromlen, dog minimum 5 minutter.

8.3.2 Indretning af roterbiler

Der er få store producenter på det europæiske marked for rotertromler. Disse har så samarbejdspartnere i de enkelte lande, som foretager opbygningen af hele roterbilen på den type lastbil, som den enkelte aftager af roterbiler foretrækker.

Som nævnt under *produktion af frisk beton* er der nogle lande, som tillader, at betonen blandes i roterbiler, såkaldt "truck-mixing". Når man gør dette, har man behov for at kunne korrigere bearbejdelsen af betonen i den sidste fase af blandingen. Roterbiler til truck mixing er derfor typisk forsynet med en vandtank påbygget tromlen. Man kan så via et vandur (en mængdemåler) dosere ekstra vand til betonen for at opnå den ønskede konsistens.

Roterbiler kan også udstyres med et "slumpmeter", som er et instrument, der viser det øjeblikkelige moment, der bruges til at dreje tromlen rundt. Som navnet siger, afhænger momentet (kaldet kraften) i nogen grad af betonens konsistens (fra engelsk slump: sætmål).

Da imidlertid det moment, der skal bruges til at rotere tromlen afhænger af en del forskellige parametre såsom læsstørrelse, betontype o.a. kan man ikke direkte udlede konsistensen af instrumentets visning. Men slumpmetret kan dog i nogen grad bruges til at bedømme ensartethed fra læs til læs, når der er tale om samme betontype og ensartet fyldning af tromlen.

Der er erfaringsmæssigt en ikke ringe risiko for, at den endelige kvalitet af betonen bestemmes af støbesjakket sammen med betonchaufføren, idet denne kan lade sig overtale til at tilsætte ekstra vand til betonen via vandtanken, hvis en sådan er påbygget roterbilen.

I Danmark er der derfor tradition for, at man ikke accepterer vandtanke på roterbiler. Men også at betonchaufføren skal rapportere til fabrikken og notere på følgesedlen, hvis der på byggepladsen tilsættes vand til betonen i roterbilen. Man lader dog slumpmetret blive siddende i instrumentbrættet, da man nok kan have nytte af det, til at overvåge ensartetheden af den leverede beton.

Betonchaufføren får normalt hjælp af byggepladsens folk til at komme så tæt på støbestedet som ønskeligt eller muligt, hvorefter han stiger ud af førerhuset og styrer aflæsningen ved hjælp af en fjernstyring, som enten kan være trådløs eller med kabel. Han kan derfor være i tæt kontakt med støbesjakket, og derved sikre at betonen leveres i den hastighed, som man ønsker, ligesom han kan dirigere et aflæsningsbånd eller en pumpe helt præcist hen til støbestedet.

Roterbiler fås med kapacitet fra 4-6 m³ og op til 10 m³. Størrelsen er begrænset af den tilladte totalvægt for køretøjet, og kapaciteten er også afhængig af det ekstra udstyr - som bånd og pumper - der er monteret på chassiet.

En speciel type roterbiler er de såkaldte flak-lad. Et flaklad er en konstruktion med en rotertromle monteret på et chassis som i lighed med containere kan placeres på en lastvogn indrettet til dette.

Da man i denne situation ikke altid kan gøre brug af lastbilens motor til at give olietryk til hydraulikmotoren, der roterer tromlen under af- og pålæsning, kan flakladet være forsynet med en dieselmotor som kraftkilde.

Fordelen ved flakladet er den noget lavere investering og større fleksibilitet, idet lastbilen kan bruges til andre formål, som fx kørsel med containere. Men samtidig får man dog en noget lavere kapacitet end med de største roterbiler.

Med de stadig større betonbiler på markedet, er der siden ca. år 2000 bygget en del roterbiler som sættevogne, med en forvogn som trækker og en sættevogn med tromlen påmonteret og med en tilhørende hydraulikmotor.

Der er også kommet roterbiler på markedet, med en noget mere fleksibel indretning. Bilerne er opbygget som en traditionel trækker og med roteraggregatet på en sættevogn. Der er typisk tale om roterbiler med en tromle som kan rumme 10 m³ beton, og som ydermere kan være forsynet med aftageligt bånd.



Figur 3. Denne 5-akslede sættevogn kan indeholde 11 m³ beton

Hvis man ikke skal anvende båndet i en periode, kan det afmonteres, og man kan vægtmæssigt udnytte den fulde kapacitet, hvorimod man med båndet monteret, må nøjes med at medtage en mindre last beton.

Er bilen forsynet med hydraulikmotor på trækkeren vil man ligeledes kunne afmontere sættevognen med roteraggregatet, og montere et lad så vogntoget kan anvendes til indkøring af fx tilslag. Derved får man en bedre udnyttelse af sin investering.

Roteraggregatet kan også være monteret på en egentlig 2-akslet anhænger, som så trækkes af en helt ordinær lastbil. Den type er ikke så almindelig i Danmark, sikkert også fordi den er vanskelig at bakke med, og derfor vil være problematisk at anvende på mange byggepladser.

8.4 Transportbånd

I Danmark introduceres aflæsningsbånd på roterbilerne sidst i 1980'erne. Stort set samtlige danske roterbiler har i 2012 monteret aflæsningsbånd. Det betyder, at væsentlig færre m³ fabriksbeton pumpes i Danmark i forhold til de øvrige europæiske lande.

De tidligste bånd var rene udfoldebånd, dvs. bånd hvor den samlede længde af båndet var foldet sammen, når roterbilen ikke anvendte båndet. Disse bånd var typisk op til 12 m lange.

De nyere bånd er af typen teleskopbånd, hvor båndet - udover at være foldet sammen - også kan forlænges ved at enkelte sektioner kan blive længere. Teleskopbånd kan fås op til i alt ca. 16 m længde, og med en aflæsningskapacitet på op til 70 m³ pr time.



Figur 4. Båndbil: Transportbåndet er foldet sammen under kørsel

I udlandet findes der i nogle tilfælde faste installationer med transportbånd til betontransport internt på byggepladserne. Det vil ofte være byggeopgaver, hvor det er vanskeligt at komme ind til støbestedet f.eks. ved støbninger af underjordiske anlæg. Den type transportbånd ses sjældent i Danmark, hvor man som regel anvender en mobil betonpumpe til denne slags opgaver.

8.5 Pumper

Ved opgaver, hvor der skal udstøbes flere hundrede m³ beton vil en mobil betonpumpe ofte være den optimale løsning. Mobile betonpumper fås med rækkevidder op til godt 50 m med pumpen fuldt udfoldet.



Figur 5. Pumper (på billedet to pumper) kan effektivt transportere betonen til steder, hvor adgangsforholdene er begrænsede

Pumper er ligeledes anvendelige til støbninger, hvor der er langt fra farbar vej og til støbestedet. Pumper kan forsynes med forlængerrør og række mere end 200 m vandret. Forlængerrør bør være af stål, men korte stykker kan udføres i armeret gummi for at give fleksibilitet.



Figur 6. Hvor pumpen ikke kan komme tæt på støbestedet, kan udlænges forlængerrør

Også til meget højtliggende støbeopgaver kan betonpumper anvendes. Fx blev der til støbning af pylonerne på Storebæltsbroen anvendt betonpumper til at bringe betonen de i alt 254 m op til toppen af pylonerne.

En speciel udformning af grejet til placering af beton er en rundfordeler – ofte kaldet en "edderkop". Betonen pumpes til rundfordeleren, hvorfra en drejelig arm fører betonen ud til formen. En centralt placeret rundfordeler, kan fx anvendes i forbindelse ved store gulvstøbninger eller ved en glidestøbning af en silo.

8.5.1 Opstart af pumpe

Betonpumper kræver en ekstra operation for at starte pumpningen. Hvis betonen blot blev læsset ned i betonpumpens kar og pumpen startet, ville man i de fleste tilfælde opleve, at pumpen blokerede. Der er nemlig brug for en indledende smøring af pumpe og rør med cementpasta. Når pumpningen er i gang, sker smøringen fra cementpastaen i den pumpede beton.

Pumpen startes med en særlig smidig mørtelblanding med højt cementindhold, som kan afsætte et lag af cementpasta indvendig i rørene.

Ved opstart af en støbning sender betonproducenten derfor en særskilt roterbil ud med ca. 1 m³ mørtel til opstart af betonpumpen. Man skal sikre sig, at al mørtelen er ude af pumpen, inden man begynder at placere betonen i formen,

fx ved at pumpe den første m³ beton gennem pumpen tilbage til den roterbil, der ankom med mørtlen – og så sende denne roterbil væk fra pladsen.



Figur 7. Pumpen forsynes fra roterbiler. Det kan være en fordel at have en bil i reserve, mens der læsses af. Herved kan pumpen levere en kontinuert mængde. Pumpen leverer beton til den blå pumpe på figur 5

En ofte anvendt alternativ metode er forsigtigt at fylde en halv m³ mørtel oveni et læs beton i roterbilen. Man må da ikke rotere tromlen på vej ud til byggepladsen. Mørtlen vil på denne måde ende i konstruktionen, men hvis det sikres, at den anvendte mørtelblanding mindst svarer kvalitetsmæssigt til mørteldelen af den beton, som skal pumpes, kan det være en acceptabel fremgangsmåde. Metoden er dog næppe "lovlig" til betoner til bærende konstruktioner, og må aldrig anvendes til konstruktioner med store krav til holdbarhed- fx ikke til broer.

En speciel metode til opstart af pumpe, er anvendelse af et specielt kemikalie som smøremiddel. Produktet blandes med vand på pladsen ved hjælp af et røreværktøj til opblanding af mørtler. Det hældes derefter i karret på pumpen og denne startes forsigtigt op. Det opblandede smøremiddel ligner tapetklister (og er typisk tapetklister i form af metylcellulose), og det er derfor vigtigt, at man kasserer de første par hundrede liter af betonen efter pumpen for at sikre, at smøremidlet ikke ender i formen.

8.6 Luftindhold og pumpet beton

Beton kan pumpes til stor højde, men det kræver store tryk, hvilket påvirker luftindholdet i betonen. Hvis man fx tænker sig, at skulle pumpe betonen fra vandoverfladen op til toppen af pylonerne på Storebælt med en pumpe placeret på en pram på vandet, skulle man for blot at overvinde det hydrostatiske tryk fra betonen i slangen, trykke med ca. 60 bar, da betons rumvægt er ca. 24 kN/m^3 svarende til ca. 1 bar pr 4 meters højde.

Nyere betonpumper kan præstere et tryk på betonen på op til 80-90 bar. Olietrykket i selve pumpen vil tilsvarende være over 300 bar. En del af trykket på betonen anvendes til at overvinde det hydrostatiske tryk fra betonen i masten, mens en anden del skal overvinde friktionen under betonens færd gennem rør, slanger og i særlig grad bøjninger.

Luft optages kun i mindre grad i en væske ved atmosfæretryk, men ved højere tryk kan luft optages i større mængde. Det er denne effekt, der forårsager dykkersyge, hvor kvælstof optages i blodet, for siden at danne bobler i blodbanen, hvis dykkeren kommer for hurtigt op.

I beton under store tryk, kan de fine små indblandede luftbobler optages i vandet i betonen under de høje pumpetryk, for siden - når trykket falder igen - at danne nye bobler. Desværre ikke altid de samme fine bobler som fandtes førhen.

Trykket vil falde igennem rør og slanger for at blive 1 bar ved munden. Luften vil gradvist gendannes, når trykket falder. Det er vigtigt, at anvende et egnet luftindblandingsmiddel for at sikre at luften gendannes med nogenlunde samme porefordeling eller porestørrelse, som da betonen blev blandet. Men det er også vigtigt, at pumpeføreren prøver at holde så lavt og konstant tryk på pumpen, som netop får betonen til at flyde fra pumpen.

Det fortælles, at den kendte betonprofessor Per Freiesleben Hansen engang i en diskussion blev bedt om at redegøre for fænomenet. Hans forklaring var, at et godt luftindblandingsmiddel fik betonen til at ligne en flaske god Champagne som blev åbnet med følelse, mens det dårlige svarede til en flaske mineralvand, som blev åbnet med et brag. Rart at vide at god beton og god Champagne er to sider af samme sag.

Den teoretiske kapacitet af de største betonpumper ligger på ca. 150 m^3 pr. time. Men i praksis vil kapaciteten være mindre, Det koster tid, når en roterbil skal køre til pumpen, efter at en anden roterbil har forladt pumpen som tom.

Skal man op i nærheden af maksimal kapacitet, skal der være plads til, at to roterbiler samtidigt kan læsse af i pumpen.

8.7 Kombineret pumpe og roterbil

En speciel pumpe, som typisk anvendes under vanskelige tilkørselsforhold, er en kombination af en roterbil og betonpumpe. Ved at bygge såvel en tromle som en pumpe på samme bil, kan det opnås, at der på byggepladsen blot skal være plads til ét køretøj ad gangen. I daglig tale kaldes det en PUMI pumpe.

PUMI pumpen er særdeles velegnet på byggepladser i fx bycentre, hvor det ofte kniber med pladsen. En PUMI pumpe har en maksimal kapacitet på ca. 60 m³ pr time og pumpen kan både aflevere sit eget læs og agere pumpe for andre roterbiler.

PUMI pumper har typisk en rækkevidde på 20-25 m.



Figur 8. En pumpe kan også være monteret på en roterbil

8.8 Krantransport

De tårnkraner eller mobilkraner, der i forvejen indgår i byggepladsens interne transportsystem, kan også anvendes til betonstøbninger ved brug af en kranspand (betonspand).



Figur 9. Denne kranspand kan indeholde 22 tons beton og den blev fyldt og tømt 400.000 gange, før Glen Canyon Dam over Coloradofloden i Arizona var fuldført

Kran med kranspand anvendes fx ved glidestøbninger, idet der her er tale om kontinuerlige støbninger med kun få m³ beton pr. time. En pumpe vil være uhensigtsmæssig, da den for det første ikke vil kunne udnytte sin kapacitet optimalt, og for det andet vil få mange stop med besværlig rengøring og opstart til følge.

Brug af kran og kranspand giver ikke ligesom pumper en trykpåvirkning af betonen, og har derfor ikke nogen negativ effekt på luftindholdet i betonen.

Krantransport kan også anvendes til betoner, der på grund af deres sammensætning eller konsistens ikke er egnede til pumpning. Det gælder fx betoner med lave sætmål og store stenindhold. Betoner til transport med kranspand kan fremstilles billigere end beton til pumpning – og kvaliteten er bestemt ikke dårligere end den pumpede beton.

Kapaciteten ved krantransport er dog betydeligt lavere end ved pumpning.

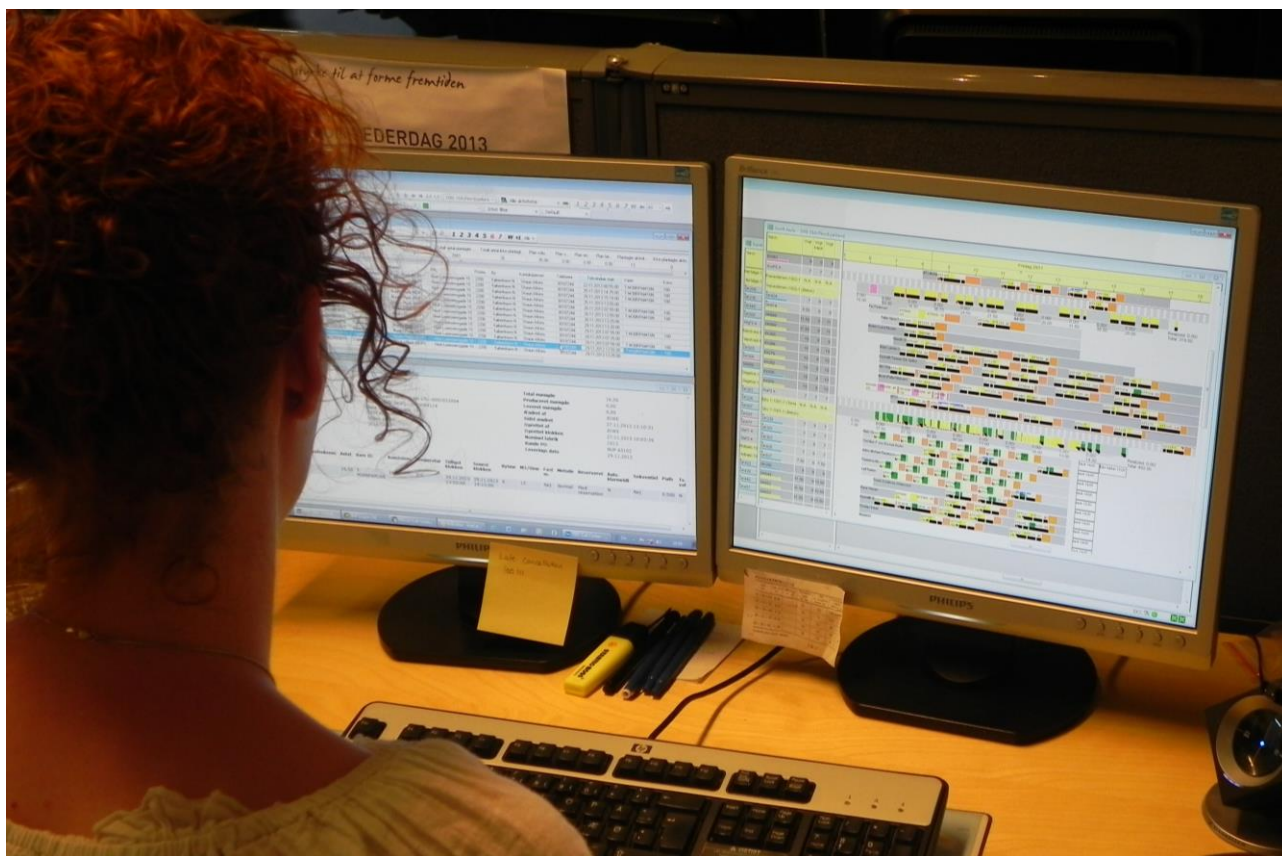
8.9 Trillebør

På små pladser og ved transport af små mængder specialbeton, kan en trillebør være et effektivt transportmiddel. "Trillebøren" findes også i en motoriseret udgave – en motorkærre – som reelt er en minilastbil, der effektivt kan distribuere mindre mængder beton.

8.10 Disponeringssystemer

Et vigtigt element i afviklingen af transport af beton fra fabrik til byggeplads er et velfungerende disponeringssystem. For at kunne udstøbe betonen indenfor den tid, hvor betonen bevarer sine egenskaber intakt, er det vigtigt at byggepladsens planlægning harmoniserer med betonfabrikkens mulighed for at levere.

Der er i de senere år i logistikbranchen udviklet meget avancerede planlægningsværktøjer til styring af alle former for transport. Det har man kunnet udnytte i fabriksbetonbranchen til at opbygge disponeringssystemer, som med hjælp fra GPS systemer kan planlægge og kontrollere betonfabrikkernes flåde af roterbiler.



Figur 10. Med betonfabrikkens disponeringssystem kan forløbet af ordreforløbet styres, og placeringen af den enkelte bil kan følges med GPS

Hvis der sker forskydninger i leveringsmønsteret, fx fordi man løber ind i trafikuheld, myldretid eller at byggepladsen bruger længere tid end aftalt til aflæsningen, kan fabrikkens personale ved hjælp af disponeringssystemet ændre i planerne, og sikre, at kritiske støbninger får første prioritet, og at byggepladserne bliver orienteret, hvis leverancerne i øvrigt bliver forsinket eller kan fremskyndes.

De mest avancerede systemer foretager automatisk en overvågning af leveringsbilledet, og laver re-beregninger for at sikre optimal afvikling af leverancerne. En kompetent person foretager dog stadig den endelige beslutning om leverancernes prioritering og afvikling.

8.11 Sikkerhed

Under transport og håndtering af beton bruges der tungt grej, som ved forkert anvendelse kan medføre svære ulykker og uheld.

Efterfølgende er angivet nogle af de situationer, hvor man skal være særlig påpasselig. Listen er ikke fuldstændig, så man bør overveje, om der er specielle forhold i den enkelte leverance, som kræver særlig opmærksomhed.

8.11.1 Væltning

Når transportbånd og pumpemast foldes vandret eller næsten vandret ud til siden er der en risiko for væltning. Såvel roterbiler med bånd som pumper, er derfor forsynet med støtteben, som skal være korrekt understøttet under brug.

Da byggepladser ofte har niveauforskelle på grund af udgravninger til fundamenter og etablering af skrånninger, må man være særlig påpasselig med etablering af understøtning af støtteben nær sådanne niveauforskelle.

Der henvises til leverandøren af pumpeydelsen for nøjere angivelse af afstande til udgravninger samt belastning fra støtteben på underlaget.



Figur 11. Eksempel på udfoldede støtteben på mastepumpe

8.11.2 Brud på master og bånd

Der er store kræfter på de udfoldede master og bånd. Der vil derfor være en risiko for brud på ophængen for transportbåndet.

Man må derfor aldrig bevæge sig ind under et transportbånd i brug – og heller ikke bruge båndet som "kran" til flytning af fx armering.

8.11.3 Brud på hydraulikslanger

Hydraulikslanger indeholder olie under meget højt tryk. Samtidig opretholder hydraulikken bæreevnen for de aggregater, som de betjener. Der er derfor risiko for kollaps af fx et transportbånd, hvis slangerne springer i et udfoldet bånd.

8.11.4 Brud på pumpeslanger

Betonpumper giver tryk i betonen på op til 80-90 bar, men trykket kan stige, hvis pumperøret tilstoppes. Dette kan medføre, at der går hul på pumperøret – oftest ved de fleksible gummislanger – hvorved beton slynges ud med stor kraft.

Man bør derfor kun opholde sig i nærheden af en pumpe slang i brug, hvis man har et arbejde at udføre, og man skal anvende sikkerhedsbriller og hjelm.

8.11.5 Afstand til højspændingsledninger og el ledninger generelt

Såvel pumpemast som transportbånd består af godt ledende materiale med hensyn til elektricitet. Hvis man arbejder med disse i nærheden af strømførende luftledninger, skal man derfor iagttage særlige sikkerhedsregler.

8.12 Prøveudtagning

Da en roterbil indeholder en afmålt mængde, der leveres på en gang, er indholdet i en betonbil en oplagt enhed at udtage en prøve fra. Normalt udtager man dog ikke prøver fra alle roterbiler. En prøve fra en bil skal derfor repræsentere en betonmængde leveret i flere biler.

Man foretager normalt kun totalkontrol og tager prøver fra alle biler ved opstart af en vanskelig produktion eller ved konstatering af fejl. I almindelig dagligdags betonleverance til husbygning, tages der ikke prøver fra roterbilerne – her forlader man sig på prøvningen på betonfabrikken.

Prøver på byggepladsen kræver normalt, at betonproducenten sender en laboratorievojn til pladsen med tilhørende laborant. Det skyldes, at stort set ingen entreprenører er i stand til at gennemføre betonprøvning.

Det kræver omhu at udtage en prøve, som skal repræsentere hele læsset fra en betonbil (op til 9-10 m³).

Prøven udgør typisk 50-75 liter (en trillebør-fuld), der typisk benyttes til at dokumentere flere egenskaber.

Det er vigtigt, at man iagttager følgende, når der tages betonprøver fra en roterbil:

1. Tromlen skal først rotere med middel hastighed i mindst 2 minutter
2. Slisken rengøres for beton og slam med en gummiskrabber, således at man sikrer, at prøven bliver homogen og uden rester af eventuel delvis tør beton eller indsmøringsmiddel fra slisken.
3. Der roteres langsomt, således at betonen flyder i en lind strøm ned i en trillebør.
4. Trillebøren køres hen til det sted, hvor prøverne udføres – fx til en laboratorievojn fra betonproducenten.
5. Prøven homogeniseres med en skovl i trillebøren, inden prøvningen udføres.

Man ser ofte det krav, at der skal udtømmes ca. ½ m³ fra bilen, inden prøven tages. I praksis er dette ikke en god løsning, da den ½ m³ skal anbringes et

eller andet sted, mens prøven gennemføres – det vil som regel sige i formen, hvorefter kassation af bilens indhold ikke er mulig.

I stedet er det vigtigt, at læsset homogeniseres inden prøveudtagning.

8.13 Litteratur

- [1] EN 206
- [2] DS 2426