



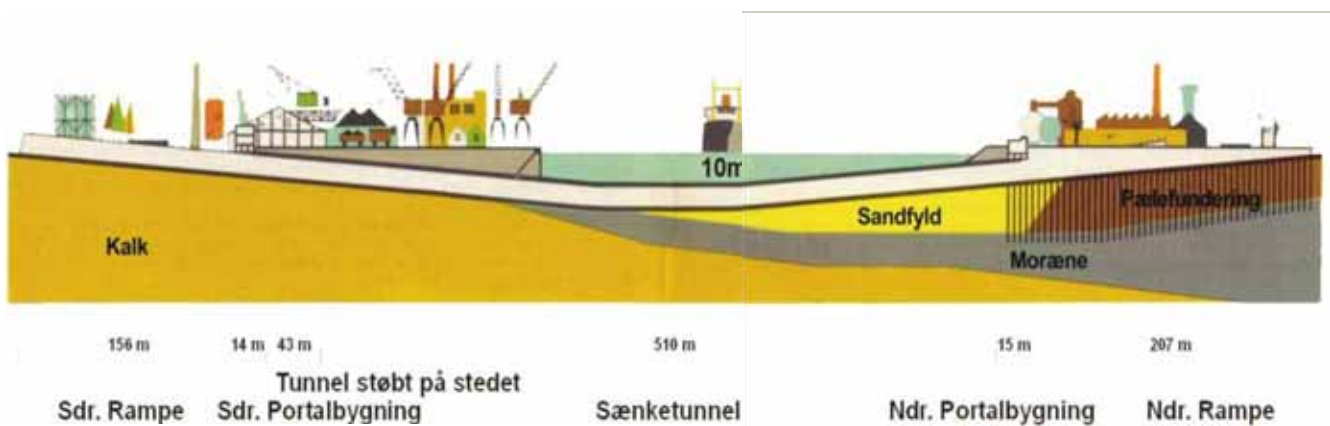
DANSK BETONDAG 2012

BALLASTBETON I LIMFJORDSTUNNELEN

JØRN A. KRISTENSEN
PROJEKTCHEF
JKR@RAMBOLL.DK

RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20



HISTORIK

- Limfjordstunnelen er udført i perioden 1965-1969
- Reparationer i 1990'erne – herunder sammenspænding og udskiftning af belægninger
- 2012 – juli måned: Udskiftning af belægninger

RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

ENTREPRISENS OMFANG

- Fræsning af ca. 27.000 m² asfalt
- Fræsning af ca. 6.400 m² beton ~ 1.200 m³
- Udstøbning af ca. 1.200 m³ stålfiberarmeret beton
- Udlægning af 27.000 m² ny asfalt
- 12.000 meter nye stiber
- Justering af 127 stk. ledelys i kørebanerne



RAMBØLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

KRAV TIL TIDSPLAN

- Anlægsperiode 3 uger (20 dage)
- Mulighed for efterfølgende at udføre afsluttende arbejder som natarbejde, hvor der lukkes for trafikken i det ene tunnelrør (10 nætter)
- Trafikken skal opretholdes i det tunnelrør i hele perioden
- Der må spærres for trafikken i det andet tunnelrør
- Dvs. ca. 1½ uge pr. tunnelrør til at
 - fjerne belægninger
 - fjerne beton
 - støbe ny beton
 - udføre ny belægning



RAMBØLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

KRAV TIL BALLASTBETON

- Styrkeklasse: 35 MPa
- Miljøklasse: A
- Sten: Granit, maks. 32 mm
- Stålfibre
- Accelerator tilladt
- Cement:
Lavalkali/sulfatbestandig dvs. lavalkaliment eller hvid cement
- Betonen skal have opnået en karakteristisk trykstyrke på min. 15 MPa, inden udlægning af belægninger kan påbegyndes – kan ændres, hvis entreprenøren kan dokumentere at en lavere styrke er acceptabel

RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

ENTREPRENØRENS OVERVEJELSER TID, TID, TID

- Temperaturforhold i tunnelen
- En beton med lavakaliment vil først kunne opnå den krævede styrke efter 3 døgn
- Accelerator vil ikke hjælpe tilstrækkeligt
- Anvendelse af hvid cement vil være meget bekosteligt
- Curing til beskyttelse mod udtørring vil kræve en ekstra arbejdsgang til fjernelse af curingen
- Data for tromlers belastning usikre



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

FORSØG OG MÅLINGER

- God tid til planlægning og forsøg
- Temperaturmålinger i tunnel
- Prøveblandinger med beton
- Målinger af styrkeudvikling med forøget cementindhold og dermed forøget slutstyrke
- Forsøgsfelt med forskellige betontyper og overfladebehandlinger
- Indhentning af data for tromler
- Vurdering af bitumenholdige produkter til anvendelse af som curing
- Prøvefræsninger og -ophugninger



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

BETONRECEPT

- Cement Lavalkali 380 kg/m³
- Flyveaske 60 kg/m³
- Vand 155 kg/m³
- Sand 620 kg/m³
- Sten 05 – 08 mm 170 kg/m³
- Sten 08 – 16 mm 950 kg/m³
- Fibre 30 kg/m³
- TSS: Luft , plast



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

ERFARINGER FRA UDFØRELSE

- Kontrakt ½ år før udførelse giver mulighed for:
 - Brundige undersøgelser af eksisterende forhold – prøvefræsninger, ophugninger til kritiske steder mv.
 - Temperaturmålinger i tunnel
 - Forprøvning med forskellige betonsammensætninger
 - Prøvefelter hvor hele forløbet simuleres
 - Mange møder og detaljeret planlægning således at alle – bygherre og tilsyn, entreprenør, underentreprenører og leverandører - får en fælles opfattelse af mål, procedurer og succeskriterier
 - Grundige og tidlige drøftelser med vejmyndigheden om spærringer, trafikoplægninger mv.
- Flexibel tidsplan mht. til ekstra natsspærringer giver entreprenøren mulighed for at optimere indsatsen
- Bonus for tidlig færdiggørelse skal have en størrelse, der virker

RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

ERFARINGER FRA UDFØRELSE

Tidsplan - Udbud

- 10 dage med natsspærring
- 20 dage med komplet spærring af et rør

Tidsplan realiseret

- 12 nætter med natsspærring
- 14 dage med komplet spærring af et rør



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

BELÆGNINGSUDSKIFTNING 2012



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20

BELÆGNINGSUDSKIFTNING 2012



RAMBOLL

LIMFJORDSTUNNELEN - BALLASTBETON UNDER BELÆGNING
DANSK BETONDAG 2012-09-20



Tak for opmærksomheden