

2

I 2018 udførte ~~Svein~~ ophugninger på oversiden af brodækket for at klarlægge fugtisoleringens og brodækkets tilstand. ~~Svein~~ konkluderede på baggrund af ophugningerne, at fugtisoleringens vedhæftning til betonen lokalt var mangelfuld, da oversiden af brodækket fremstod våd. Kloridindholdet i betonen, under fugtisoleringen i de foretagne ophugninger, var meget lavt og svarende antagelig til betonens baggrundsværdi.

Betonen blev dengang vurderet som værende hård og klangfuld. Der blev dog ikke udtaget borekerner af dækket eller udført andre undersøgelser af betonens sammensætning, kvalitet, herunder brodækkets tilstand. Dette på trods af, at betonen blev vurderet som værende potentielt alkalikiselreaktiv og der blev registreret typiske AKR-relaterede revnedannelser på undersiden af kantbjælker.

Formålet med denne undersøgelse er derfor at foretage en petrografisk analyse (makro- og mikroanalyse) på borekernerne med henblik på at klarlægge betonens sammensætning, kvalitet og nuværende tilstand.

Tabel 1-1 viser en oversigt over kerner og de relaterede laboratorieundersøgelser.

Tabel 1-1: Oversigt over kernerne og de udførte undersøgelser.

Lab nr.	Ref. nr.	Undersøgelser
19-11.1	Kerne K1	Makroanalyse af imprægneret planslib, mikroanalyse og kloridanalyse
19-11.2	Kerne K2	Makroanalyse af imprægneret planslib

1.1 Placering af borekerner

Begge udborede kerner er udtaget fra underside brodæk i den vestlige vinge.

Kerne K1 er udtaget over nordlig kørebane ca. 1,6 m fra yderside kantbjælke og er udtaget i et område uden synlige revnedannelser på underside brodæk. Kerne K2 er udtaget over cykelsti ca. 1,65 m fra yderside kantbjælke, fra et område med synlige revnedannelser på underside brodæk.

2. SAMMENFATNING

I det følgende sammenfattes de væsentligste resultater fra undersøgelsen af borekerne. Undersøgelsen omfatter makroanalyse af imprægnerede planslib, mikroanalyse af kerne K1 samt kloridanalyse af knust beton af kerne K1.

Registreringer og vurderinger i denne rapport er kun repræsentative for konstruktionsbetonen i det pågældende konstruktionselement i det omfang kernerne er repræsentative for konstruktionsbetonen i sin helhed. Da sammensætningen, kvaliteten og tilstanden af betonen i de udborede kerner tilsyneladende er ens, er borekerne vurderet under ét i nærværende rapport.

Betonens sammensætning

Konstruktionsbetonen i brodækket er sammensat af et stenmateriale, som primært består af knuste granitter med en maksimal kornstørrelse på ca. 16 mm. Stenindholdet på den udborede kerne er middel og jævnt fordelt i cementpastaen. Indholdet af AKR-reaktive korn i sandfraktionen vurderes at ligge over den kritiske grænse for et skadeligt indhold på 2 vol. %.

Betonens kapillarporøsitet er inhomogen. V/c-forholdet er i middel ca. 0,45 med en variation på mellem 0,35 og 0,55. Betonen er muligvis luftindblandet, men luftindholdet er dog lavt.

Betonens kvalitet

Konstruktionsbetonen må karakteriseres som værende af dårlig initialkvalitet, idet betonen må betragtes som stærkt AKR-farlig under ugunstige forhold - i dette tilfælde hvis betonen udelukkende eksponeres for forhøjet fugtbelastning. Betonen må derudover vurderes som værende frostfarlig, da betonens luftindhold er lavt.

Betonens tilstand

Betonen i begge undersøgte kerner fremstår i meget dårlig stand, idet der er registreret omfattende skadelige revnedannelser forårsaget af alkalikiselreaktioner. Betonen i kerne K1 viser tegn på at være eller have været stærkt fugtbelastet, idet der ses omfattende fugtbetingede udfældninger af ettringit i porer og revner. Der er i det undersøgte tyndslib dog ikke registreret tegn på frostrelaterede skader. Kloridmålingerne viser dog, at kloridindholdet i den undersøgte kerne ligger langt under det kritiske kloridindhold på 0,05-0,10 vægt-% klorid af tør beton. Kloridindholdet er målt til 0,015-0,018 vægt-% klorid af tør beton.

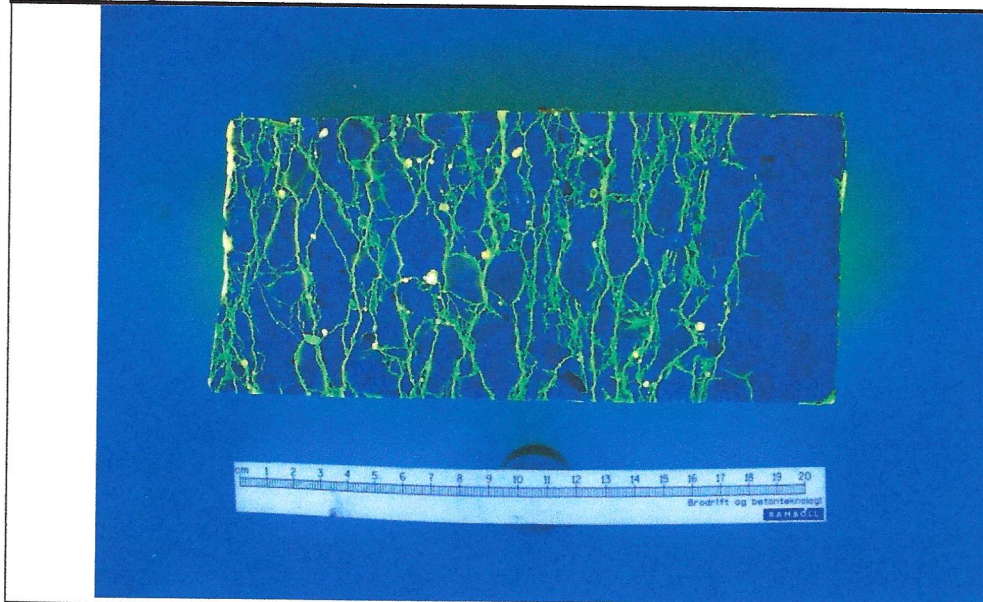
Betonen i brodækket vil kunne udvikle yderligere revnedannelser pga. alkalikiselreaktioner såfremt betonen fortsat fugtbelastes og vil kunne accelereres yderligere i kombination med en alkalibelastning i form af Na^+ fra tørsalt, NaCl. Der ses nogle potentielt AKR-reaktive korn uden væsentlige tegn på omdannelser i det undersøgte tyndslib. Restreaktiviteten vurderes derfor at være middel til høj i kerne K1. Det vurderes, at risikoen for fortsatte skadelige alkalikiselreaktioner i begge kerner er meget høj, hvis betonen udelukkende udsættes for fugtbelastning. Betonen er tilsyneladende i stand til at udvikle omfattende skadelige AKR-revner, alene ud fra det oprindelige alkaliindhold i cementen.

Det forventes, at omfanget af AKR-relaterede skader vil udvikles over tid, dersom der ikke foretages skadebremsende initiativer (=mindske fugt- og evt. saltbelastningen) i form af ny fugtisolering på overside brodæk.

3.1 Resultater af makroanalysen

Tabel 3-1: Makroanalyse af kerne K1 – udtaget i et område uden synlige tegn på revnedannelser.

Sagsnummer:	1100036528	Udførende:	2019-06-24/RCB
Lab. nr.:	AKT19-11.1	Ref. nr.:	Kerne K1
Prøvedimensioner	Længde: ca. 210 mm	Diameter: ca. 92 mm.	
Prøveopbygning	Kernen er brudt/knækket i to dele. Baseret på brudmønsteret i disse niveauer vurderes det, at kernen er knækket under udboring, delvist forårsaget af det store omfang af revnedannelser i kernen.		
Stentilslag	Det grove tilslag består overvejende af knuste granitter. Den maksimale kornstørrelse er $D_{\max} = \text{ca. } 16 \text{ mm}$. Stenindholdet er middel og jævnt fordelt i cementpastaen.		
Sandtilslag	Der ses nogle hvide korn i sandfraktionen, antageligt porøs flint og/eller kalk. Der ses lokale gelubblomstringer langs kernens boresider.		
Cementpasta	Cementpastaen fremtræder grå og virker lokalt let smuldrende. Der ses nogle indkapslede luftporer i pastaen.		
Overflade	Overfladen (boresiden) er jævn.		
Revner	Der ses mange overfladeparallelle revner i hele kernens længde.		
Armering	Der ses ingen armeringsjern i kernen.		
Karbonatisering	Ikke bestemt i forbindelse med denne undersøgelse.		
Bemærkninger: Det fluorescensimprægnede planslib afslører tydeligt tilstedeværelsen af de mange revner.			



Figur 3-1: Fotoregistrering af kerne K1. Undersiden af kernen ses mod højre.

3.2 Resultater af mikroanalyse

Resultatet af mikroanalysen fremgår af Tabel 3-3.

8

Tabel 3-3: Mikroanalyse af kerne K1.

Sagsnummer: 1100036528 Udførende: 2019-07-05/RCB	
Lab. nr.: AKT19-11.1 Ref. nr.: Kerne K1	
Placering af tyndslib	Tyndslibet er placeret i midten af kernen over overfladeparallele revner og repræsenterer kernens indre.
Stentilslag	Knuste granitter (se makroanalyse).
Sandtilslag	Et sandmateriale bestående af kvarts, feldspat, kalk, porøs flint, tæt flint og bjergartsfragmenter. Indholdet af potentielt AKR-reaktive tilslagskorn i sandfraktionen vurderes til at være over den skadelige grænse på 2 vol. % af sandet. Der er antageligt tale om et bakkemateriale.
Cementpasta	Mellem- til grovkornet Portland cement.
v/c-forhold	Inhomogen cementpasta. v/c-forholdet varierer mellem 0,35-0,55 og er i middel ca. 0,45.
Mikrorevner < 0,01 mm)	Ingen.
Fine revner (0,01-0,1 mm)	Der ses mange fine overfladeparallele revner i slibet. Revnerne er forårsaget af alkalikiselreaktioner. Revnerne er delvist fyldt med alkalikisegel.
Grove revner (> 0,1 mm)	Ingen
Alkalikiselreaktioner (0-3)	Karakter: 3. Der ses flere revnedannelser forårsaget af alkalikiselreaktioner, og der ses flere lokale udfældninger af AKR-gel i revnerne. Der er registreret flere helt eller delvist omdannede AKR-korn. Restreaktiviteten i det undersøgte tyndslib vurderes som værende middel til høj.
Ettringit i porer/revner (0-3) (fugtbetingede udfældninger)	Karakter: 3. Der ses mange fugtbetingede udfældninger af ettringit i revner og porer, der vidner om en meget høj fugtbelastning af brodækket.
Luftindhold	Betonen er muligvis luftindblandet, luftindholdet er dog lavt.
Karbonatisering	0 mm (der er ingen naturlig overflade i tyndslibet).
Bemærkninger: Der er tale om en beton, som umiddelbart kan anses som værende stærkt AKR- og frostfarlig. Betonens indhold af reaktive korn i sandfraktionen ligger over den kritiske grænse på 2 vol. %. Der ses nogle potentielt AKR-reaktive tilslagskorn i sandfraktionen uden nævneværdige tegn på omdannelser. Betonens i det undersøgte tyndslib viser flere tegn på at have været stærkt fugtbelastet. Betonens er generelt inhomogen. Betonens tilstand er dårlig. Der er observeret mange revnedannelser forårsaget af alkalikiselreaktioner i det undersøgte tyndslib. Der ses derudover nogle potentielt AKR-reaktive korn uden tegn på omdannelser. Restreaktiviteten vurderes på baggrund af det undersøgte tyndslib at være middel til høj.	