
RAPPORT

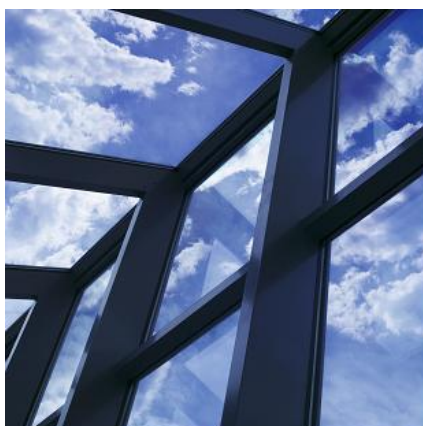
Borglund hengebro, Veme, Ringerike kommune - Spesialinspeksjon av Bro

OPPDRAAGSGIVER
Statens vegvesen

EMNE
Spesialinspeksjon Borglund hengebro

DATO / REVISJON: 18 november 2014 / 0

DOKUMENTKODE: 813215-RIB-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Borglund hengebro, Veme, Ringerike kommune - Spesialinspeksjon av hengebro	DOKUMENTKODE	813215-RIB-RAP-001
EMNE	Spesialinspeksjon Borglund bro	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Statens vegvesen	OPPDRAGSLEDER	Oddgeir Malmo
KONTAKTPERSON	Arne Gunnar Sem	UTARBEIDET AV	Petter Skattum
KOORDINATER	SONE: UTM 32 ØST: 558702 NORD: 6675048	ANSVARLIG ENHET	1035 SI Samferdsel
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Veme		



00	18.11.14	Utgivelse	PES	OLH	OM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
1.1	Generelt	5
1.1	Visuell inspeksjon.....	5
1.2	Overdekningsmålinger	6
1.3	Karbonatiseringsmålinger	6
1.4	Kloridmålinger	6
1.5	Råteprøver	6
1.6	Konklusjon	6
1.7	Tiltak	7
2	Innledning	8
3	Grunnlagsdata for broa	9
3.1	Beskrivelse av broa	9
3.2	Dimensjoner på ulike elementer.....	10
3.3	Tilgjengelig dokumentasjon	10
3.4	Lokaliseringssystem	11
3.5	Prøvetakning	11
4	Observasjon på brostedet	11
4.1	Generelt	11
4.2	Inspeksjonsresultater.....	12
5	Kloridmålinger	22
5.1	Innledning	22
5.1.1	Betong.....	23
5.1.2	Overdekningsmålinger	23
5.1.3	Karbonatisering.....	23
5.1.4	Oppsummering	23
6	Råtemålinger	24
6.1	Innledning	24
6.1.1	Oppsummering	25
7	Tiltak	25
8	Referanser	27

Vedlegg: 1 Utskrifter fra råtedrill
2 Rapport fra kloridanalysene

1 Sammendrag

1.1 Generelt

Det er gjennomført en spesialinspeksjon av Borglund bro. Broa ligger i Ringerike kommune i Buskerud. Broa går over elva Sogna. Borglund bro inngår i kommunal turveinett og brukes kun som gangbro.

På vårt spørsmål til kommunen, har vi fått vite at broa ikke er verneverdig.

Aksenummereringen i denne rapporten følger akseregistreringen som i Brutus. Det var på det tidspunktet spesialinspeksjonen ble gjennomført en tegning datert 1921. Det er etter inspeksjonen laget en tegning som viser oppriss av broen. Borglund bro har 36 akser hvor akse 1 er gravitasjonsforankringen på sørsiden og akse 36 er gravitasjonsforankringen på nordsiden. Det er ingen pilarer. Akse 2 og 35 er landkar på hhv. sør og nordsiden. De resterende 32 aksene er for hengestag.

1.1 Visuell inspeksjon

Det er gjennomført en visuell inspeksjon av alle elementene på broa.

På tårnene er det registrert:

- en løs stolpe (står ikke ned på betongfundamentet) i det nordre tårnet (akse 35).
- stolper uten strekkforankring til fundamentet i det nordre tårnet (akse 35)
- vridde toppbjelker på begge tårnene
- avskalling på en stolpe i nordre tårn
- sprekker i toppen av stolper, rett under opplegget for tverrbjelkene på begge tårn
- stolper i søndre tårn (akse 2) står med buet form

Slitelag:

- brudd og løse planker i slitelaget,

Overbygning:

- brudd i langsgående treverk
- sterkt korroderte forbindelser i nordre del av broa (fra ca akse 22 til 35)
- manglende klosser ved mange forbindelser
- lasker på langsgående treverk med for dårlig lastoverførings kapasitet

Generelt for treverk

- råte, begroing, misfarging

Betongkonstruksjoner

- mye begroing og stedvis tett vegetasjon på alle betongkonstruksjonene
- saltutfelling på søndre landkar akse 2
- erosjon under det nordre landkaret

Rekkverk

- rekkverk (stål med netting) er skadet på to steder
- er stedvis ikke henhold til dagens regelverk (75 – 95 cm høyt)

Bærekabel / hengestag

- Bærekablene har ulik avstand ved gravitasjonsforankringene, tårnene og midt på brospennet
- noen av festene av hegnestag på bærekablene er noe løse
- det mangler "krybber" som tverrbjelkene ligger i i enden av hengestag.
-

1.2 Overdekningsmålinger

I forbindelse med denne inspeksjonen er det utført overdekningsmålinger i alle lokaliteter hvor det ble foretatt uttak av støvprøver til kloridanalyse.

Det er ikke funnet armering med bruk av overdekningsmålinger.

Det ble ikke funnet armering ved bortpigging av et hjørne på nordre landkar (akse 35)

Det er ikke foretatt kontroll av gravitasjonsforankringen nord for broa, da skal etableres ny forankring for bærekablene.

1.3 Karbonatiseringsmålinger

I forbindelse med denne inspeksjonen er det utført karbonatiseringsmålinger i alle lokaliteter hvor det ble foretatt uttak av støvprøver til kloridanalyse / overdekningsmålinger.

Målingene viste ingen karbonatisering i betongen.

1.4 Kloridmålinger

Det er foretatt prøvetaking for måling av kloridinnhold i begge landkarene og gravitasjonsforankringen syd for broa.

Kloridprøvene er tatt i 4 dybder; 2–10 mm, 10–30 mm, 30–50 mm og 50-75 mm.

Det er målt noen klorider i betongen i landkaret i nord (nærmest RV7), men verdien her er så lave at hvis det hadde vært armering i området, ville den ikke korrodert på grunn av klorider. Det er ikke registrert armering i betongkonstruksjonene.

1.5 Råteprøver

Det er foretatt prøvetakning av treverket med råtedrill for registrering av mulig råte på:

- 6 stk tverrbærere
- 2 stk langbærere
- I bunn av alle stolper i begge tårnene (totalt 8 stk)

I 44 % av prøvene var det svekkelser / råte.

Det er registrert svekkelser / råte i stolpene på begge tårnene.

I 50 % av tverrbjelkene som er blitt boret er det registrert råteskader.

1.6 Konklusjon

Broas generelle tilstand er ikke tilfredsstillende.

De observasjoner vi har gjort i kombinasjon med prøvetakingen gir indikasjoner på at broa er i en rask skadeutviklingsfase. Dette gjelder først og fremst nordre tårn (akse 35), men også generelt alt treverk og alle forbindelser i nordre del av broa.

Betongkonstruksjonene synes å være i tilfredsstillende stand.

Konsekvensene av overforstående er raskt økende råte og korrosjon og derpå følgende reduksjon i lastkapasitet i bærekonstruksjonen.

Rekkverkene har skader og er ikke i henhold til dagens regelverk.

1.7 Tiltak

Inspeksjonen viser at det er nødvendig å iverksette strakstiltak (innen ett år) på tårn, overbygning og slitelag. På nordre tårn må alle stolpene forankres til betongfundamentet, samt at en stolpe med store skader må skiftes ut og tverrbjelken rettes opp evt. skiftes ut. På søndre tårn må tverrbjelken på toppen rettes eller ev. skiftes ut. Løse slitelagsplank må festes og slitelagsplank med råte / brudd skiftes ut. Brudd og korrosjonsskadete forbindelse i nordre ende av broa må skiftes ut. To "krybber" for tverrbjelker må monteres.

For å hindre en rask økende skadeutvikling bør det i tillegg til strakstiltakene iverksettes tiltak innen 2- 5 år.

Skadeomfanget vil øke i de kommende år både på overbygning, tårn, landkar og gravitasjonsforankringer. Med bakgrunn i dette vil vi anbefale at det planlegges utbedringstiltak i form av utskiftning av tverrbjelker og forbindelser, rengjøring, forsterkninger og overflatebehandling av treverk, rekkverk, avstivningsbærere, justering/oppretting av rekkverk ihht dagens regelverk, stramme feste for hengestag på bærekabler og rengjøring og fjerning av begroing på betong og treverk. Det må også iverksettes tiltak for å hindre videre erosjon under det nordre landkaret.

2 Innledning

På anmodning fra Statens vegvesen er det gjennomført en spesialinspeksjon av Borglund Bro. Broa krysser Sokna elva og brukes som gangvei. Broa er i privat eie, men det er ikke avklart hvem som står som eier av broa.

Aksenummereringen i denne rapporten følger akseregistreringen som i Brutus. Det var på tidspunktet spesialinspeksjonen ble gjennomført en tegning tilgjengelig. Tegningen er datert 1921. Det er etter inspeksjonen laget en tegning som viser oppriss av broen.



Bilde 2.1
Borglund bro (bildet er hentet fra Gulesider.no).

Formålet med årets spesialinspeksjon var å få oversikt over tilstanden til broa i forbindelse med at bærekablene skal heves på nordsiden av broa, over Rv, da Rv7 skal utvides. Ved denne spesialinspeksjonen gjøres det måling av armeringsoverdekning, karboniseringsdybder, kartlegge kloridnivået/skadeutviklingen på konstruksjonen, kartlegge omfanget av skader og råte i treverk og korrosjon/brudd i kabler og stålkonstruksjonene. Det skal også vurderes behov for tiltak. Dette innebærer, boring av støvprøver for kloridanalyser i betong (2 stk. landkar og 1 stk. gravitasjonsforankring på sydsiden) samt overdekningsmåling med covermeter, karboniseringsmålinger i borehull med Fenolftalein samt bruk av råtedrill for prøvetakning av treverk.

3 Grunnlagsdata for broa

3.1 Beskrivelse av broa

Borglund bro er en hengebro fra 1921 med en samlet lengde på 67 m. Broas geometri i vertikalplanet fremgår av figuren i pkt. 4.2.

Broa ble bygd som et spleiselag mellom grunneiere i området for gangtrafikk. Broa brukes fortsatt til gangtrafikk.

Det er to tårn bygd i tre med treslitelag.

Det er to landkar i betong og to gravitasjonsforankringer i betong for bærekablene.



Bilde 3.1 Broa sett fra syd.



Bilde 3.2 – Broa sett fra nord. RV 7 i forgrunnen.

Broa har ett gangfelt med tredekke, og har en totalbredde på 2,4m, samt en effektiv bredde mellom hengestagene på 2,15 m.

Seilingshøyden er ikke målt, men anslås til ca. 3 m. Den er i stor grad avhengig av vann nivået i elva. Overbygningen er i tre. Det er ingen med avstivningsbærere. Hvert felt utgjør en stiv skive.

Landkarene og de to gravitasjonsforankringene i akse 1, 2 og 35, 36 er utført i betong. Det er ikke kjent hvordan landkarene er fundamentert.

3.2 Dimensjoner på ulike elementer

Grunnet manglende dokumentasjon ble det foretatt oppmåling av noen av elementene:

Bærekabel /hengestag (2 stk. for hver tverrbjelke, totalt 2x32 stk.= 64 stk.)	Ø=16 mm, c/c = ca. 2 m (1,7 – 2,04 m)
Bærekabel (2 stk., en på hver side)	Ø=30 mm
Bredde mellom hengestag	2,35 m (midt på broa) 3,4 m (ved nordre tårn) 2, 2 m (akse 36) 3,05 m (akse 1)
Rekkverkshøyde	H=75 - 95 cm
Tårnhøyde fra ok betongfundament til OK tårn	H=8,1 m
Høyde fra ok betongfundament til UK tverrstokk mellom stolpene i broretningen	H=4 m
Tårnstolper søndre tårn (akse 2)	Ø=25-28 cm i bunn
Tårnstolper nordre tårn (akse 35)	Ø=23-30 cm i bunn
Forankringsstål fra stolpe til betonglandkar (festet med 2 spikre)	B=3,2 cm, H=30,5 cm, T=4 mm
Forankringsstålet er festet med 2 "spikre med følgende avstand fra OK betongfundament	105 og 255 mm

Landkar akse 2 og 35 (ca. mål) H=0,6, B=1,5 og L=4,25 m
Landkar akse 35 (nord) har en liten støttemur i rundtømmer /plank mot veibanen, i 3 høyder.

Tverrbjelke (treverk)	H=130,B=130 mm, L=2,4 m, c/c~2 m
Langsgående trebjelker (overbygningen) (4 stk i bredden med c/ 6,3 cm)	H=100, B=100 mm
Skråstivere under tverrbjelkene	H= 38, B=100 mm

Slitelag av tre (øverste lag, tverrgående, 558 stk.) H x B – 38x98 og noe 48x98 med ca. 15 mm spalteåpning og 2,15 m lange.

Krybbe som opplegg for tverrbjelkene (festet til hengestag) UPE 100x65x5

3.3 Tilgjengelig dokumentasjon

Ved planleggingen av inspeksjonen har vi hatt følgende dokumentasjon tilgjengelig:

- En tegning datert 1921.

Under befaringen av broa ble det fra en av beboerne i området overlevert en rapport fra Safe Control datert 16.06.2014.

3.4 Lokaliseringssystem

Broas lengdeakse i horisontalplanet er i rapporten definert til å gå sør - nord. Stigende aksenummer er i retning nord. Det henvises generelt til figuren i pkt. 4.2.

3.5 Prøvetakning

Det er tatt betongstøvprøver fra begge landkar og den ene (sør) gravitasjonsforankringen. Prøvene er tatt like over bakkenivå. Det er totalt boret 3 kloridprofiler på hver lokasjon.

Det er utført overdekningsmålinger og karbonatiseringsmålinger på samme sted som det er tatt ut kloridprøver.

Det er brukt råtedrill for og sjekk råte i treverk.

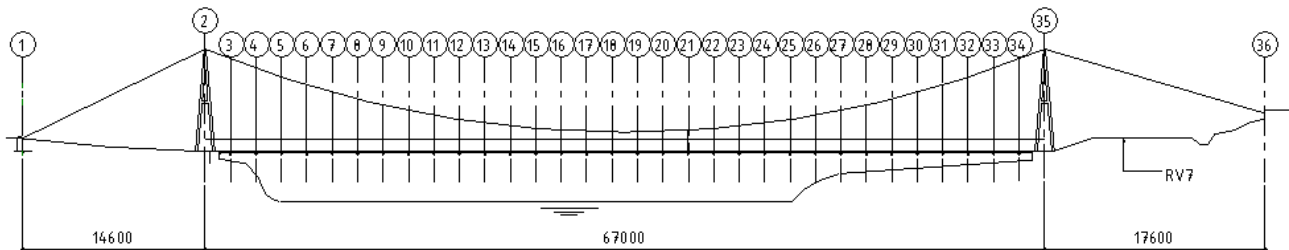
4 Observasjon på brostedet



4.1 Generelt



Inspeksjonen er utført 21. oktober 2014. Det var regnvær.





Inspeksjonsarbeidet er utført av Multiconsult AS ved Ingeniør Ole Listad Hansen, siv. Ingeniør Petter Skattum.



4.2 Inspeksjonsresultater








Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Gravitasjonsforankring i akse 1 (Syd) Mye begroing og tett vegetasjon på og rundt betongkonstruksjonen. Umulig å få registrert uten å måtte ha gravemaskin for å blottlegge konstruksjonen.</p>	V2		40
<p>Landkar i akse 2 (Syd) Mye begroing og tett vegetasjon på og rundt betonglandkaret.</p>	V2		40 81



Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
Landkar i akse 2 (Syd) Noe saltutfelling bl.a. ved riss	V2		40
Landkar i akse 35 (Nord) Mye begroing på betonglandkaret. Noe saltutfelling. Noe erosjon under landkaret. Noe steinreir.	V2 B2		40 54



Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Landkar i akse 35 (Nord) Noe erosjon under landkaret.</p>	B2		40 
<p>Gravitasjonsforankring i akse 36 (Nord) Mye begroing og tett vegetasjon på og rundt betongkonstruksjonen.</p>	V2		40
<p>Tårn akse 2, topp Tverrbjelken på toppen er vridd. Bjelken heller mot syd.</p> <p>Toppen på stolpene spesielt de to søndre stolpene buler mot nord, samt at den sydvestre stolpen har en stor sprekk rett under opplegget for toppbjelken.</p>	B4 T4		61 63 64 82



Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
Tårn akse 2, bunn Misfarging og fuktskader .	V2		40 55 81
Tårn akse 35, nord, nordvestre stolpe Nordvestre stolpe på nordre tårn har en stor skade, sprekk med delvis avskalling. .	B4 V2		34



Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Tårn akse 35, nord, bunn På alle fire stolpene er forankringsjernet mellom stolpe og betongfundament enten helt eller delvis korrodert bort</p> <p>Den sydvestre stolpen har ikke kontakt med betongfundamentet. Det er ca. 2 cm glippe.</p>	<p>B4</p> <p>B4</p>		<p>40</p> <p>52</p> <p>81</p> <p>82</p>
<p>Tårn akse 35, nord – horisontal avstiver Det er råteskade ved forbindelsen på den horisontale avstiveren.</p>	<p>B3</p> <p>V2</p>		<p>40</p> <p>81</p> <p>82</p>

Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Tårn akse 35, nord, toppbjelke Toppbjelken er vridd, spesielt østre del. Bjelken heller mot RV7.</p>	<p>B4 T4</p>		<p>61 63 64 82</p>
<p>Akse 34 – 35 Overbygning Tverrbjelken i overbygningen er meget skjev.</p>	<p>B3 T3</p>		<p>40 61 81 82</p>
<p>Akse 32 Overbygning Korrosjonsskade på forbindelse middel og manglende kubbing i forbindelsen. Typisk skade i nordre del av broa (ca. 20 – 25 meter av nordre ende).</p>	<p>B3 T3</p>		<p>40 61 81 82</p>

Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Overbygning akse 34-35 Store korrosjonsskader på forbindelsene og råteskade som har medført brudd i en langdrager.</p>	B3 V2		81 82 40
<p>Hengestag Stort sett i tilfredsstillende stand. I akse 3 og 4 samt 33 og 34 er hengestagene sammensveiset.</p> <p>Ved to hengestag akse 13 og 31 mangler "krybben" som tverrbjelken skal ligge i.</p>	B2 V2 B3		40 81/82 81/82 40 81/82 40

Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Hengestag akse 3,4,33 og 34 Skjøt i totalt 8 hengestag</p>			
<p>Bærekabel Bærekablene er i tilfredsstillende stand. Det er stor variasjon på bredden mellom bærekablene. 2,35 m (midt på broa) 3,4 m (ved nordre tårn) 2, 2 m (akse 36) 3,05 m (akse 1)</p>	B2		37

Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
Slitelag Flere planker er løse eller tilnærmet løse. Det er flere planker som har rådeteskader og en med brudd som må skiftes ut. .	V2		81
Rekkverk To steder er rekkverket skadet Rekkverket er i enkelte områder for lavt, helt ned i kun 75 cm høyde.	V2 T3		71 37

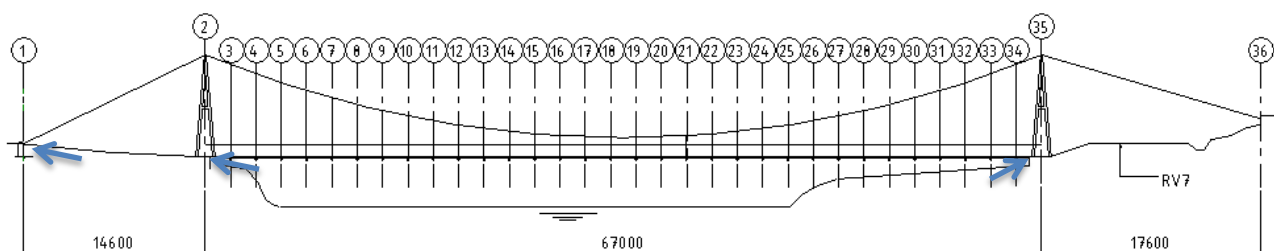
Skadebeskrivelse	Skade kons/ skade grad	Bilde	Årsak
<p>Langsgående bjelker i tre Det er 4 langsgående trebjelker mellom tverrbjelkene og slitelaget. Disse er i tilfredsstillende stand.</p>	<p>V1</p>		
<p>Langsgående bjelker i tre - Lasker De er lasket for hvert andre felt. På enkelte felt mangler det lasker. I noen felt er det kun brukt bord (for liten dimensjon) med råteskader. Det er til dels store korrosjonsskader på forbindelsesmidlene. Dette gjelder ca. 20 – 25 m nærmest RV7.</p>	<p>B4 B4</p>		<p>40 81 82</p>

5 Kloridmålinger

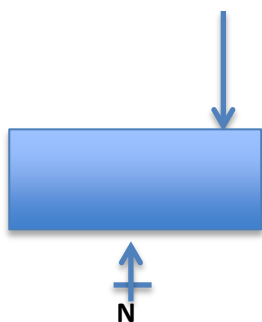
5.1 Innledning

Analysene er utført på borestøv tatt ut med 14 mm bor og det er boret 4 hull pr. prøve. Måleresultatene er angitt i % av sementvekt. Kloridinnholdet er målt ved RCT metoden. Grensen for akseptert kloridinnhold i nye slakkarmerte betongkonstruksjoner er 0,4 % Cl^- av klinkermengden i flg. NS-EN 206-1 [4].

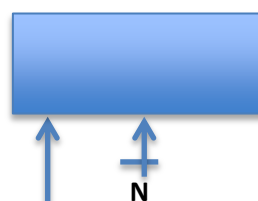
Det er foretatt prøvetaking for måling av kloridinnhold i de to landkarene (akse 2, akse 35) samt i det ene gravitasjonsforankringen (akse1). Totalt 3 profiler.



Figur 5.1 Generell prøveplassering.



Figur 5.2 Prøveplassering på landkar syd akse 2.



Figur 5.3 Prøveplassering på landkar nord akse 35

Kloridprofilene er tatt i 4 dybder; 2–10 mm, 10–30 mm, 30–50 mm og 50-75 mm.

Prøvelokalitet	Dybde mm	Kloridinnhold Cl^- % av betongvekt
Landkar 1	2-10	0,013
	10-30	0,011
	30-50	0,006
	50-75	0,006
Landkar 2	2-10	0,003
	10-30	0,002
	30-50	0,002
	50-75	0,002
Akse 3	2-10	0,005
	10-30	0,004
	30-50	0,003
	50-75	0,003

Tabell 5.1 Kloridmålinger

Landkar 1 = akse 35

Landkar 2 = akse 2

Akse 3 = gravitasjonsforankring akse 1

5.1.1 Betong

Vi har ingen dokumentasjon på hvor mye sement det er brukt pr. m³ betong. Vi har derfor antatt en sementmengde på 400 kg pr m³ som er omtrentlig sementinnhold i en standard C45 betong. Dette gir en omregningsfaktor på 6,15 fra betongvekt til sementvekt.

5.1.2 Overdekningsmålinger

Overdekningsmålingene er utført med covermeter. Covermetere ga ikke utslag, med andre ord det er grunn til å anta at det er uarmerte betongkonstruksjoner.

Det ble i tillegg pigget bort et hjørne av betongfundamentet for landkar nord (akse 35), se bilde 5.1.2 og 5.1.2.2.



Bilde 5.1.2.1

Bortpigging av et betonghjørne nordre landkar.

Bilde 5.1.2.2

Bortpigging av et betonghjørne nordre landkar.

5.1.3 Karbonatisering

Det er målt karbonatiseringsdybder med bruk av fenolftalein oppløsning som ble sprayet på betongen i hullene der det ble tatt ut støvprøver for kloridanalyser. Det ble ikke målt nevneverdig (<2 mm) karbonatisering av betongen.

5.1.4 Oppsummering

Det er i det etterfølgende gjort en vurdering og sammendrag av kloridprøveresultatene og overdekningsmålingene for landkar og gravitasjonsforankring. I tabell 5.3 er det vist sammenhengen mellom kloridinnhold og korrosjonsrisiko. Da det ikke er registret klorider og det ikke er registrert armering er det ikke korrosjonsrisiko i betongkonstruksjonene.

Totalt innhold av klorider i % av sementmassen	Korrosjonsrisiko
< 0,4	Minimal
0,4 – 1,0	Mulig
1,0 – 2,0	Sannsynlig
> 2,0	Sikker

Tabell 5.3 Kloridinnhold og korrosjonsrisiko med Brok av standard sement.

6 Råtemålinger

6.1 Innledning

Det ble på tverrbjelker, langbærere og bunn av tårnstolper tatt råtemålinger ved hjelp av råtedrill, som for anledningen ble leid inn fra Mycoteam. Mycoteam har også analysert resultatene fra prøvene som ble tatt. Se Vedlegg 1. Se bilder 6.1 og 6.2 for utstyr og gjennomføring.



Bilde 6.1 Råtedrill med skriver



Bilde 6.2 Prøvetakning med bruk av råte drill ved akse 34-35

Det ble tatt totalt 16 prøver. Disse ble tatt både på øst- og vestsiden av treverket som ligger utenfor overbygningen, samt i bunn av alle tårnstolpene.

Nummerering av prøvene er angitt med en bokstavkode kombinert med ett nummer. Følgende bokstavkoder er brukt; LS (landkar syd), T (tverrbjelke), L (langbærer) og LN (landkar nord).

Følgende boringer er utført med angivelse av resultat for hver enkelt prøve.

Ved landkar akse 2 (syd):

LS1 – sydvestre tårnstolpe i søndre tårn	Råte – 14,3% av tverrsnittet har råteskade (fra 4,3 – 7,7cm)
LS2 – nordvestre tårnstolpe i søndre tårn	Frisk
LS3 – sydøstre tårnstolpe i søndre tårn	Frisk
LS6 – nordvestre tårnstolpe i søndre tårn	Delvis frisk – svekket midtparti (12,4 – 16,8 cm)

Ved tverrbjelker i akse:

T7 akse 3 vestsiden	Råte – 24,7% av tverrsnittet har råteskade (fra 6,1 -9,7cm)
T8 akse 4 vestsiden	Frisk
T10 akse 5 vestsiden	Frisk
T17 akse 34 vestsiden	Råte – 35,2% av tverrsnittet har råteskade (fra 5,2 -10,2cm)
T18 akse 33 vestsiden	Frisk
T23 akse 31 østsiden	Råte – 18,8% av tverrsnittet har råteskade (fra 7,2 -9,9cm)

Ved langbærere i akse:

L11 ved akse 3 østsiden	Frisk
L16 ved akse 34 vestsiden	Delvis frisk – svekket overflate (2 cm)

Ved landkar akse 35 (nord):

LN12 – nordøstre tårnstolpe i søndre tårn	Delvis frisk – svekket overflate (2,7 cm) og i midtre del
LN13 – sydøstre tårnstolpe i søndre tårn	Frisk
LN14 – nordvestre tårnstolpe i søndre tårn	Frisk
LN15 – sydvestre tårnstolpe i søndre tårn	Delvis frisk – svekket overflate (2,5 cm)

Se bilde 6.3 for typisk utskrift fra råtedrillen.



Bilde 6.3 Utskrift av råtedrill LS3, søndre tårn.

Bilde 6.4 Utskrift av råtedrill T8, Tverrbjelke akse 4.

6.1.1 Oppsummering

I fire av 16 borer er det påvist alvorlig råteskade. Dette tilsvarer 25%.

I tre av 16 borer er det påvist svekkelser i overflaten og i ett tverrsnitt også i midten.

Dette tilsvarer 18,8%

Det er totalt registrert råte / svekkelser i 7 av 16 tverrsnitt. Det tilsvarer 43,8%.

Det er meget alvorlig at det er registrert råteskade i en av stolpene til søndre tårn.

Det er alvorlig at det er registrert svekkelser i treverket på to av fire stolper i nordre tårn.

Det er registrert råte i 3 av 6 tverrbjelker.

7 Tiltak

Resultatene fra denne undersøkelsen viser at det er nødvendig å iverksette omfattende tiltak. Etter befaringen anbefalte vi at det måtte iverksettes straktiltak, grunnet spesielt registrert skader på nordre tårn, samt generelle synlige råteskader på treverk og korrosjon på forbindelser i nordre del av broa.

Flere registrerte tilstander er så graverende og alvorlige at de utgjør en risiko for broas bæreevne og trafikksikkerhet.

De alvorligste registreringene som medfører tiltak er:

Nordre tårn – I tre av fire stolper er det funnet skader. Det anbefales derfor at hele tårnet snarest (umiddelbart) skiftes ut med et nytt. Følgende alvorlige funn er registrert:

- Nordre tårn med manglende forankring til betongfundamentene. Nye forankringer må snarest monteres.
- I nordre tårn har den nordvestre stolpen en stor sprekk / avskalling som gjør at stolpen anbefales skiftet ut.
- Vipping av toppbjelken.

Søndre tårn – I to av fire stolper er det funnet skader. Det anbefales derfor at hele tårnet snarest (umiddelbart) skiftes ut med et nytt. Følgende alvorlige funn er registrert:

- I søndre tårn buler de to søndre stolpene mot nord samt at det er en stor sprekk rett under opplegget for toppbjelken på den sydvestre stolpe.
- Det er registrert råte i sydvestre stolpe.
- Vipping av toppbjelken.

Tverrbjelker – samtlige tverrbjelker anbefales skiftet ut. Dette begrunnes med følgende funn:

- Tverrbjelker med til dels store sprekker i kritiske områder (opplegg for hengestag). Antas at ca. 19 av 32 tverrbjelker må skiftes ut grunnet store sprekker.
- Det er registrert råte i 3 av 6 tverrbjelker.
- To nye "krybber" i enden av hengestagene (opplegg for tverrbjelker) må monteres da disse mangler.
- Misfarging og begroing på tilnærmet alt treverk

Overbygning i nordre del – samtlige forbindelser i overbygningen må skiftes ut i nordre del (20-25m) av broa da et er registrert korrosjon på samtlige forbindelser i dette området. I dette området er det synlige svekkelser (det er brudd i en bjelke) og råteskader som tilsier at store (ca. 50%) av overbygningen må erstattes. Det er også registrert misfarging og begroing på tilnærmet alt treverk

Slitelag – Det er registrert synlig råteskader / svekkelser og løse plank i slitelaget. Av 558 plank antas at ca. 50% må skiftes.

Rekkverk – Det er registrert skader og for lavt rekkverk. Det må monteres nytt rekkverk på begge side.

Bærekabler – det er registrert store forskjeller på bredden mellom bærekablene fra syd til nord. Ved etablering av to nye tårn, samt etablering av nytt gravitasjonsforankring i nord må det gjøres en statisk vurdering av konsekvensene på betydning av ulik bredde mellom bærekablene. Samtlige fester for hengestag må sjekkes / strammes. Dette begrunnes med at ca. 50% av de knutepunktene kunne forskyves ved bruk av lette slag med hammer.

Hengestag – To hengestag i søndre del av broa må skiftes ut da de er bøyd, mest sannsynlig grunnet mekanisk skade.

Landkar og gravitasjonsforankringer – rundt disse fire konstruksjonene må vegetasjon og begroing fjernes., da det er registret begroing og misfarging på alle betongkonstruksjonene samt mye vegetasjon.

Det kan forventes at skadeomfanget vil øke i de kommende år. Utbedringskostnader øker eksponentielt med tiden. Det vil si at skadeomfanget øker radikalt ifht tiden. Vi har anbefalt strakstiltak i fbm begge tårnene. Utover dette er vår anbefaling at det bør gjennomføres en utbedring av broa innen 2 – 4 år.

8 Referanser

- [1] Norsk Standard (NS) 3424, Tilstandsanalyse for byggverk, Innhold og gjennomføring, 1. utgave, desember 1995.
- [2] Rådgivende Ingeniørers Forening ANS (RIF), Tilstandsanalyse av betongkonstruksjoner, feBroar 1995.
- [3] Betongkompetanse, Betongrehabilitering – Metoder og utførelse
Bernt Kristiansen, Jan Lindland, Trond Østmoen. Byggenæringens Forlag, 2.utg 2006.
- [4] NS-EN 206-1 Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar, 3491-7, Norges Byggstandardiseringsråd, 1. utg, September 2003.
- [5] Statens Vegvesen. Håndbok V441.
Inspeksjonshåndbok for Broer, nr 441 Veiledning
Vegdirektoratet 2014, Faglig innhold 2000.

Vedlegg 1 – Utskrift fra råtedrill

