

Ødegård og Lund AS
Rødbergvn 59 A
0591 OSLO
Tlf 22721260
olav@olbetong.no

NOTAT

Til: Søndre Rød Huseierforening v. Ulf Brusnes,
styret_huseierforening@sondrerod.org
Fra: Ødegård og Lund AS v. Olav Ødegård
Kopi: ABBL v. Svein-Erik Nielsen, sen@abbl.no

Vår ref.: 2031/OSØ

Dato: 9 juni 2020

Søndre Rød Huseierforening - garasjene Vurdering av anlegg for katodisk beskyttelse av armering i betong i bunn av søyler og vegger.

Bakgrunn

Søndre Rød Huseierforening har 3 stk. garasjer som ligger i Søndre Rød nr. 1, 12 og 22. Garasjene i nr. 1 og 22 består av ett plan under rekkehusene. Den siste garasje er et frittstående bygg med parkering i to etasjer. Denne garasjen har ikke eget vei nr. men omtales som nr. 12 da det ligger ved rekkehuset i nr.12.

I garasjene ble det i 2003 installert katodisk beskyttelse (heretter forkortet KB) av armeringen i betong i bunn av søyler og vegger. I forbindelse med planlagt tilstandsanalyse av den frittstående garasjen denne våren, fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å vurdere tilstanden og virkningen av KB anleggene.

Grunnen til at det er installert KB i bunn av søyler og vegger, er at betongen ved gulv er blitt oppfuktet av vegsalt som er dratt inn med bilene vinterstid. Vann med vegsalt som inneholder klorider, er suget opp kapillært i betongporene og stadig mer kloridholdige salt ble liggende igjen i betongen hver gang vannet fordampet fra betongen. Etter hvert som kloridkonsentrasjonen økte, ble den naturlige beskyttelsen som betongen gir armeringen brutt ned og armeringen begynte å korrodere. Omdannelsen fra stål til korrosjonsprodukt øker 5 -10 ganger i volum. Denne volumutvidelsen knyttet til overgangen fra rent stål til korrosjonsprodukter fører til at betongen skaller av og sprenges løs.

For å hindre pågående korrosjon og unngå ny skadeutvikling, ble det i 2003 installert KB i bunn av søyler og vegger. Til dette ble titanoder montert i betongen. Disse ble plassert i borhull og gyst fast med mørtel. Disse kalles

stavanoder eller Dur anoder som er produktnavnet. Ved å påtrykke en likespenning (det samme som batterispenning) mellom anoden som positiv pol og armering som negativ pol, presses armeringen i betongen til å bli en enhetlig katode og en katode korroderer i prinsipp ikke. Dette er grunnen at metoden kalles for katodisk beskyttelse av armeringen (forkortet til KB). En forutsetning for at KB virker, er at all armering i betongen må kobles fysisk sammen. Dette kalles armeringskontinuitet.

Undersøkelser av KB - anleggene

Følgende ble utført:

- Kontroll av styringsskap. Avlesning av driftsspenning og strøm på display.
- Manuelle målinger i styringsskap:
 - Driftsspenning
 - Kontinuitet mellom armeringskontakter
 - Potensial mellom armering og referanseelektroder («ON-potensial») .
 - Måling av depolarisering (endring av armeringens potensial i tiden etter at anlegget er slått av), jf. standarden for katodisk beskyttelse av stål i betong, *NS-EN 12 696*.
 - Vurdering av referanseelektrodene
- Lokalisering av- og innboring til armering for følgende målinger ute i felt:
 - Spenning mellom anode og armering (for å avdekke evt. store spenningsfall)
 - Armeringskontinuitet (innbyrdes elektrisk kontakt mellom armering)
 - Målinger mellom felt og styringsskap
- Visuell kontroll av alle flater med katodisk beskyttelse
- Bombanking. Hammerbanking på betongoverflaten er en effektiv måte for å lokalisere pågående betongavskallinger som ikke er synlig på overflaten. Når en treffer en avskalling av betong, som ofte er forårsaket av armeringskorrosjon som har sprengt løs betongen, høres en karakteristisk hul-lyd som kalles "bom".

Resultater og vurderinger

Kontroll av styringsskap, driftsparametere:

I front av dørene på styringsskapene, ble det i sin tid montert et grønt lys for å vise at det er nettspenning på likeretteren for KB - anlegget. Det var ikke grønt lys i noen av skapene, det er trolig glødepærer i skapet og det er som forventet at disse ikke virker etter 17år.

Tabellen nedenfor viser avleste driftsparametere og spenning målt i volt (V):

Garasje nr. adr.	Avlest spenning På display [V]	Avlest strøm På display[mA]	Målt spenning med multimeter[V]
SR nr. 12 (ved nr.12)	3,0	300	0,3
SR.nr. 1	6,0	600	6,0
SR nr.22	--	--	0,46

Garasje nr. 12: Da vi startet, var det ikke samsvar mellom avlest spenning på display og målt spenning i skap. Etter at vi justerte pot.meteret i skapet, var det samsvar i målingene. En mulighet er at anlegget kan være pulset. Total strøm i anlegget er uvanlig høy med tanke på at arealet for KB er begrenset. Dette bør undersøkes nærmere og årsaken kan være utfordrende å finne.

Garasje nr.1: Det var samsvar mellom avlest spenning i skap og målt spenning på kablene som går ut til felt. 6 V likespenning var påtrykt mellom anode og armering, dette er for høyt. Driftsspenninger av denne størrelsesorden er over terskelverdien for elektrolysereaksjoner der vann spaltes. Det ble funnet flere eksempel på at det er dannet syre på anoden da innstøpningsmørtel og betongen var oppløst, se foto. I tillegg til syre dannes det på armeringen hydrogengass og hydroksylioner. I tillegg kan det også dannes kloridioner på anoden og vi kunne lukte en svak eim av svømmehall. Under målingene justerte vi spenningen ned til 3 V, og videre ned til 2 V da vi forlot garasjen.

Garasje nr.22: KB-anlegget dødt, det var ingen likespenning ut fra skapet og det var heller ikke synlige målinger på displayet. Sikringen i el. skapet ble byttet, men det var like dødt. 3 døgn senere var det plutselig spenning inn til skapet, men likespenningen fra skapet og ut på felt lot seg likevel ikke justere. Målt spenning (460 mV), som trolig tilsvarer egenpenning anode - armering ,vil ikke gi beskyttelse av armeringen.

Måling av potensial mellom armering og referanseelektroder viser at en av referanseelektrodene har blitt ustabil, potensialet «vandrer» og det er ikke mulig å lese av stabil verdi. Benyttede referanseelektroder i garasjen er av type oksidbelagt titan, disse er ikke ekte halvcelle referanseelektroder og avlesninger påvirkes i stor grad av oksygeninnholdet rundt referanseelektroden. Av denne årsak kan slike referanseelektroder kun brukes til å måle spenningsforskjell ved depolarisering. Etter 17 år er det ikke uventet å finne enkelt elektroder som har blitt ustabile. Det er uvisst hvor lenge resterende referanseelektroder vil holde, men 17 år med stabilitet er mer enn hva som normalt kan forventes for denne type referanseelektroder.

Feltmålinger av spenningsfall i kabler ut fra skap og elektrisk kontakt mellom armeringsjern:

Målingene gjort i felt samsvarer i stor grad med målt spenning ut fra skapet. Dette viser at spenningsfallet ute i feltet er lavt. Dette har sammenheng med at strømmen som går i kabler og armering er lav og dette gir ikke vesentlig spenningsfall (Spenningsfall = motstand for eks. i kablen ganger strøm, $U=RxI$).

For at KB skal virke, må det være elektrisk kontakt mellom armeringsjernene. Når det er kontakt, kalles dette "kontinuitet". I alle garasjer boret vi inn til tilfeldige armeringsjern. Armeringskontinuitet ble målt med et instrument fra CRT som sender en strømpuls mellom tilkoblingen av to armeringsjern. Alle stikkprøver mellom to og to tilfeldige armeringsjern viste at det var kontinuitet ved alle målingene. Kontroll der det ble målt mellom armeringskontakter i skap og armeringsjern ute i felt viste også for alle målinger kontinuitet. Det er elektrisk kontakt mellom målepunktene dersom spenningen faller umiddelbart til null volt etter utført måling eller at motstanden er lavere enn 1Ω . Dersom stikkprøvene er representative er det kontinuitet i armeringen i alle garasjer.

Depolarisering

For å styre og måle effekten av et KB – anlegg, er det innstøpt referanseelektroder i betongen flere steder i konstruksjonen. En referanseelektrode gir som navnet tilsier et fast potensial en måler mot. Den vanligste metoden for å måle virkningen av et KB anlegg, er å måle endringen i millivolt (mV) målt mellom referanseelektroden og armeringen. Det vanligste kriteriet er at potensialet skal endre seg 100mV eller mer i løpet av 24 timer etter at strømmen til KB anlegg er slått av. Endringen i potensial kalles depolarisering og denne metoden er nedfelt i standarden NS-EN 12696 "Katodisk beskyttelse av stål i betong". Fra potensialet skal en fratrekke det umiddelbare IR – fallet en får etter at strømmen er slått av. Anslagsvis er dette over langt under et halvt sekund etter at anlegget er slått av.

Vi målte depolarisering på anleggene i Søndre Rød 12 og 1, i nr. 12 fikk vi ikke utført målinger da det ikke var påtrykt spenning ut fra styringsskapet. Vi leste av IR fritt potensial manuelt for hver referanseelektrode som vi kaller bruddpotensialet.

Tabellene nedenfor viser målt depolarisering i løpet av 72 timer etter at KB anlegget er slått av.

Søndre Rød. nr. 12, målt depolarisering (frittstående garasje), 3 V påtrykt spenning:

Referanseelektrode nr.	Bruddpotensial [mV vs. Ref. elektrode]	Potensial 72 t [mV vs. Ref.elektrode]	Depolarisering [mV]
1	-752	-704	48
2	-1440	-1033	407
Restspenning 72 timer: 1,2 V			

Søndre Rød . nr. 1, målt depolarisering, 3 V påtrykt spenning:

Referanseelektrode nr.	Bruddpotensial [mV vs. Ref..elektrode]	Potensial 72 t [mV vs..ref..elektrode]	Depolarisering [mV]
1	-494	-510	-16
2	Ustabil (-410)	Ustabil (-290)	Ustabil (120)
3	-945	-876	69
Restspenning 72 timer: 1,29 V			

Depolariseringen viste store variasjoner. Sett i forhold til beskyttelseskriteriene 100mV depolarisering, er det 1 av 5 referanseelektroder som oppfyller kravet. Referanseelektrode nr. 2 i Søndre Rød 1 gir også over 100mV, men referanseelektroden viste svært ustabile avlesninger og kan ikke brukes. Referanseelektrode nr. 1 i Søndre Rød 1 gir lav depolarisering som går feil vei (-16mV).

Referanseelektrodene som er brukt i anlegget består av stykker / biter av oksidbelagt titan som er innstøpt i betongen ved armeringen. På denne tiden var det vanlig å bruke slike referanseelektroder da det ikke kostet mye å lage dem på plassen. Den gang så en bruken ved at de var egnet til å måle endring av potensial ved depolarisering, men over tid er mange ustabile og de er ikke reelle referanseelektroder da de ikke gir et fast potensial slik en halvcelle referanseelektrode gir. En reell referanseelektrode ligger innstøpt i en kapsel med et kjent miljø og har kontakt med betongen via en membran. Med slike referanseelektroder kan avlest potensial gi informasjon om armeringens tilstand på målestedet om den korroderer eller ikke.

Selv om det er bare en referanseelektrode som oppnår kriteriet 100mV, gir anleggene i nr. 1 og 12 en viss grad av beskyttelse for armeringen. Det er påtrykt en spenning mellom armering og anoden og dette fører til at kloridene støtes bort fra armeringen. Vi legger også merke til at begge anleggene har en relativt høy restspenning etter 72 timer og dette ser vi ofte på eldre anlegg. I dette ligger det også en virkning.

Visuell kontroll Søndre Rød nr 1:

For å få en oversikt over virkningen av et KB anlegg, gir visuell befaring av anlegget nyttig informasjon. Dette er spesielt viktig for KB anlegg som er så gamle som 17 år.

Det ble ikke funnet bom eller betongavskalling i bunn av søyler. I bunn av vegger ble det derimot på flere steder funnet steinreir (ansamling av steiner med svært lite sementpasta), dette er en utstøpningsfeil. I disse områdene finner vi armering som korroderer. Beskyttelsesstrømmen til armering fraktes som ioner gjennom sementpastaens porevæske (elektrolytten). Dersom det er mangel på sementpasta i et område, f.eks. et steinreir, vil ikke armeringen i slike områder motta nevneverdig beskyttelsesstrøm.

I denne garasjen ble det registrert relativt mange tilfeller av syredannelse i betongen rundt stavanodene i et stort omfang. Dette skyldes som tidligere nevnt at 6V spenning ligger over terskelverdien for elektrolyse av vann der det blandt annet dannes syre på anodene. Et tydelig tegn på dette er utsiving av utfellingsprodukter med en brunaktig farge på overflaten av søyler og vegger fra flere stavanoder. Her kunne en føre inn en skrutrekker langs stavanoden som ligger i borhull i betongen. Det vises til foto nr. 9 -13 i fotovedlegget. Grunnen til dette er at syren som er dannet på anoden ved for høy påtrykt spenning har løst opp innstøpningsmørtelen og betongen rundt anoden. Syre løser som kjent opp betong og dette har forgått over tid.

Da det katodiske anlegg hadde spenning inn og ga spenning ut i feltet, har det katodiske anlegg virket siden oppstarten. Det som er uheldig er at høy spenning har løst opp og ødelagt innstøpningsmørtel og betong rundt mange av anodene. Da anodene er koblet i serie, fører dette til at anlegget blir i ubalanse ved at det ikke blir jevn strømfordelingen i anodene. En stor del av KB anlegget er ødelagt. Basert på erfaring med bruk av stavanoder over lang tid, har stavanodene en svakhet ved at arealet av stavanoder er begrenset og dette gir høy strømtetthet dersom spenningen er for høy.

Stavanodene er seriekoblet med en isolasjonskappe på titantråden som er festet til betongoverflaten. På to søyler fant vi eksempel på at isolasjonskappen er blitt sprø og har gått i oppløsning av syren som er dannet. Videre har dette ført til at titantråden som ligger i betongen er blitt en aktiv anode som også har løst opp betongen rundt ledningen utenom stavanoden (se foto nr. 12). Det ble gjort observasjoner av stavanoder som er helt løse og kunne plukkes ut fordi omkringliggende betong er ødelagt av syredannelse.

Ved å lukte forsiktig på betongen rundt stavanodene merker man seg også en markert lukt av «svømmehall». Dette skyldes at det også ble dannet klorgass rundt anoden.

I bunn av vegger og søyler i denne garasjen er det også mye malingsavflassing og dette viser at det kan komme mye fukt fra grunnen. Fukt fører igjen til at omfanget av elektrolyse av fukt / vann blir høyere enn for betong som er tørr.

Etter undersøkelsen satte vi spenningen ned til 2V da denne ligger under terskelvedien for syredannelse.

Søndre Rød. nr. 22:

Anlegget i nr. 22 virket ikke ved befaringen og har trolig vært inaktivt en lang periode. Konsekvensen er at det har utviklet seg synlige betongskader (riss og avskallinger) som skyldes armeringskorrosjon. Når det gjelder anodene, så vi ikke tegn til at disse hadde gitt syredannelse. Dette tyder på at mørtel og betong som omgir anodene ikke er nedbrutt, men det er behov for et større omfang av reparasjoner av betongskader. I denne garasjen var det minimalt med tegn til fuktoppsug fra grunnen.

Søndre Rød. nr. 12 (frittstående garasje): På en av søylene ble det registrert en liten betongavskalling over en korrodert bøyle. De to andre søylene har ikke tegn til betongskader eller synlige skader på anode / matekabler. Det er hulker mellom søyle og asfalt, og ingen tegn til malingsavflassing. Når det gjelder anodene, var det ikke tegn til syredannelse på overflaten. Det som er uvanlig, er at det går relativt høy strøm i anlegget. Da restspenning etter depolarisering på anlegget er relativt høy, er det ikke en ren kortslutning, men en mulighet er at en av anodene ligger nær armeringen. Dette bør undersøkes nærmere.

Tiltak

Tilstand KB styringsskap:

Nr.1: KB-anlegg virker.

Nr.12: KB-anlegg virker, men er ustabil.

Nr. 22: KB-anlegg virker ikke

Grønn lampe i skapdør som viser om anlegget er i drift, virker ikke på noen av anleggene.

Tiltak KB styringsskap:

Nr.1: Skifte lyspære i skapdør

Nr.12: Undersøkelse av elektronikkdyndig om anlegget kan bli stabilt , skifte lyspære.

Nr.22: Undersøkelser om anlegget kan repareres.

Når det gjelder å sette anleggene i stand, er vi usikre på hvor tilgjengelige reservedeler er til disse anleggene. Det er trolig best å ta en begrenset undersøkelse for å vurdere om det er enkelt å få dem satt i stand. Dersom det blir vanskelig å få dette til, finnes det i dag enkle minianlegg som er relativt rimelige.

Søndre Rød nr. 1, bunn av søyler og vegger: Da betongen/innstøpningsmørtelen rundt mange av stavanodene er brutt ned av syredannelse, bør anlegget bygges om. Syreskadet betong fjernes og såret fylles med mørtel. Stavanoder erstattes med titanbånd som gir bedre strømfordeling. Det gjøres en vurdering om en del av stavanodene kan brukes videre. Kabling suppleres etter behov. Stabile referanseelektroder av type halvcelle monteres. Ved slike tiltak, følger det med kontroll av armeringskontinuitet og sammenkobling av armering ved behov.

Det er mye oppsug av vann i bunn av søyler og vegger og det bør vurderes å legge større hulkiler. I denne sammenheng kan det være gunstig å legge anoden i hulkilen. Overgang hulkil forsegles med membranbånd. Da det er mye fuktoppsug i bunnpartiet, bør ikke betongen males her, da dette vil resultere i avflassing.

Søndre Rød nr. 12, bunn av søyler:

Det er en liten betongskade på søyle nr. 2 fra port som trenger reparasjon. Årsaken til høy strømtetthet i anlegget avdekkes og utbedres. Stabile referanseelektroder av type halvcelle monteres. Etter dette sjekkes virkningen av anlegget og nødvendige justeringer vurderes.

Søndre Rød nr. 22: Denne garasjen skiller seg ut med mange betongskader pga. armeringskorrosjon, særlig bunn av søyler. Dette har sammenheng med at anlegget har vært ute av drift i et ukjent tidsrom. Det er behov for betongreparasjoner i bunn av alle søyler. Veggene som ved undersøkelsen var skjult av biler, sjekkes også. Samtidig suppleres armeringskontinuitet ved behov.

Stabile referanseelektroder av type halvcelle monteres og virkningen av eksisterende anlegg undersøkes med tanke på om det er behov for ombygging. De gamle hulkilene har fungert bedre i denne garasjen og det vurderes om det er behov for justeringer.

Vedlegg nr. 1: Foto