



Protector AS - Ringveien 6 - NO-3406 Tranby - Norway

**Kunde:**

Norges Bondelag

**Utarbeidet av:**

Protector AS

v/Øyvind Fremmergård

Ringveien 6  
No-3409 Tranby  
Norway

info@protector.no  
www.protector.no

+47 - 32 22 08 10

VAT no: NO 979 640 366

Dato: 09.07.2021

## Korrosjon i husdyrbygg

Del II: Veileder

### Sammendrag

Galvanisk korrosjon på husdyrinnredning kan initieres på grunn av tilsiktet eller utilsiktet sammenkobling av innredning og armering i betong, eller som følge av feil ved etablering av utjevningsforbindelser. I slike situasjoner kan det i kombinasjon med husdyrgjødsel, som er en godt ledende elektrolytt, oppstå et svært korrosivt miljø.

Det er krav om utjevningsforbindelser på husdyrinnredning og armering, og i mange tilfeller er dette helt nødvendig for å hindre at dyrene blir utsatt for strømgjennomgang. Utjevningsforbindelser må derfor aldri demonteres uten at det er gjort faglige vurderinger av behovet for potensialutjevning.

Gjeldende krav til når det er behov for utjevningsforbindelser, og hvordan disse skal monteres, samsvarer ikke alltid med praktisk utførelse, og selv om alt er montert i henhold til standarden kan det oppstå aggressiv korrosjon, dersom forholdene ligger til rette for det.

Ved korrekt utførelse av utjevningsforbindelser og montering av innredning, kombinert med grundig kontroll og vedlikehold, kan potensielle skader oppdages tidlig, og tiltak kan iverksettes for å unngå eller begrense skadeomfanget. Dette uten at det går på bekostning av dyrevelferd.

Korrosjon på armering i betong er en stor utfordring i infrastruktur generelt. Aggressive stoffer fra husdyrgjødsel og stor fuktpåkjenning, kombinert med varierende kvalitet på materialer og utførelse, gjør husdyrbygg til et spesielt korrosjonsutsatt miljø.

I veilederen foreslås løsninger som kan redusere faren for korrosjon i husdyrbygg.



## Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b>	<b>1</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>2</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>3</b>
<b>2. Innledning</b>	<b>4</b>
<b>3. Målsettinger og avgrensninger</b>	<b>4</b>
<b>4. FDV-dokumentasjon</b>	<b>5</b>
<b>5. Kompetanse og tverrfaglig samhandling</b>	<b>6</b>
<b>6. Eppersyn og egenkontroll</b>	<b>8</b>
<b>7. Utvidet kontroll</b>	<b>11</b>
Husdyrinnredning	11
Betong	11
<b>8. Instrumentering og overvåking</b>	<b>13</b>
<b>9. Skadeforebyggende vedlikehold og rengjøring</b>	<b>14</b>
Vask av innredning	14
Kontrollere fuktighet	15
Reparasjon av sinkbelegg på innredning	15
<b>10. Ventilasjon</b>	<b>15</b>
<b>11. Elektro i husdyrbygg</b>	<b>16</b>
Gjeldende regelverk	16
Utjevning av armeringsjern eller metalliske nett i betongstøp	17
Utjevning av jordelektroden	18
Utjevning av innredning	20
Måling av utjevninger og jordelektroder	23
<b>12. Oppsummering: Galvanisk korrosjon på husdyrinnredning</b>	<b>24</b>
Alternativ 1: Bryte metallisk kontakt	25
Alternativ 2: Bruke metaller med lignende elektrodepotensial	27
Alternativ 3: Bryte elektrolytisk kontakt	28
Offeranoder	31
<b>13. Oppsummering: Armeringskorrosjon i husdyrbygg</b>	<b>32</b>
Betongarbeider i nybygg	33
Rehabilitering	34

## 1. Bakgrunn

Landbruksnæringen har utfordringer med korrosjon i husdyrbygg. Uheldige material/miljø-kombinasjoner i husdyrbygg kan legge til rette for relativt høy korrosjonshastighet og hurtig skadeutvikling. Armeringskorrosjon er et velkjent problem og har vært direkte årsak til flere hendelser der konstruksjoner har gått i brudd og dyreliv har gått tapt. Alvorligheten av potensielle konsekvenser gjør dette til den mest alvorlige utfordringen knyttet til korrosjon i husdyrbygg.

Korrosjon på husdyrinnredning av galvanisert stål har i nyere tid fått mye oppmerksomhet. Dette er i hovedsak et problem for driftssikkerhet og innredningens levetid, hvor dyr kan settes i fare dersom skadene blir store. I tillegg er det et økonomisk og estetisk problem. Hovedårsaken til denne typen korrosjon er sammenkobling av ulike metaller.

Mange dyr er ømfintlige for strømgjennomgang, selv ved lav strømstyrke. Mye tyder på at korrosjon kan ha blitt et økende problem, grunnet krav til utjevningsforbindelser i husdyrbygg, som har kommet av dyrevelferdshensyn.

På grunn av høy fuktighet og husdyrgjødsel har mange husdyrbygg et miljø som er særdeles aggressivt for materialer. Gjødsele er en god leder for korrosjonsstrømmer og inneholder salter og syrer som effektivt bidrar til nedbrytning av metaller. Mangelfull luftutskifting i husdyrrom vil kunne føre til høye konsentrasjoner av giftige og korrosive gjødselgasser som kan bryte ned metall.

Det er trolig mange tilfeller av alvorlig skadeutvikling som ennå ikke er oppdaget i norske husdyrbygg. For dyr og menneskers sikkerhet og for utvidelse av konstruksjoners levetid er det viktig at forebyggende tiltak iverksettes.

Tilstandsvurderinger bør utføres med jevne intervaller av personer med dokumentert kunnskap om nedbrytningsmekanismer. På denne måten kan riktige rehabiliteringstiltak iverksettes før skadeomfanget blir for stort.

## 2. Innledning

Det anbefales at brukeren gjør seg kjent med innholdet i *Korrosjon i husdyrbygg, Del I: Rapport (2021)* før anvendelse av innholdet i denne veilederen. I rapporten forklares også faguttrykkene som brukes i veilederen (galvanisk korrosjon, elektrolytt, anode, katode, klorider etc.).

I veilederen blir det brukt symboler som indikerer viktige punkter som leseren burde legge merke til. De ulike symbolene skal tolkes som følger:



### **VIKTIG INFORMASJON**

*Dette symbolet indikerer at tilhørende informasjon anses som svært viktig, gjerne en beskrivelse av hva som ikke må gjøres, eller en potensiell fare.*



### **INFORMATIV TEKST: ADVARSEL**

*Symbolet indikerer at tilhørende tekst er informativ eller ment som advarende.*



### **INFORMATIV TEKST: TIPS**

*Dette symbolet indikerer at tilhørende informasjon kan anses som et nyttig tips eller anbefaling.*

## 3. Målsettinger og avgrensninger

Innholdet i veilederen bygger i hovedsak på funn i tidligere utarbeidede rapport "Korrosjon i Husdyrbygg". Rapporten belyser hovedårsakene til korrosjon på armering og innredning i husdyrbygg.

Hovedformålet med veilederen er å beskrive hvordan risiko for korrosjonsskader kan reduseres ved å benytte korrosjonsresistente løsninger, samt sørge for jevnlig og riktig vedlikehold av husdyrbygg. Ved å redusere denne typen risiko kan man oppnå økt dyrevelferd og bedre sikkerhet for både mennesker og dyr. I tillegg vil det kunne bidra til å forlenge tiden mellom nødvendige oppgraderinger og større vedlikeholdsarbeider.

Veilederen skal kunne benyttes av byggherre, prosjekterende, utførende og kontrollerende i alle faser av byggeprosessen, og kan være et nyttig verktøy på tvers av fagfelt. Den skal kunne benyttes som et supplement til NEK TS 400 Landbruk, både ved oppføring av nybygg og ved rehabilitering av eksisterende bygningsmasse.

Veilederen omfatter kun forslag til løsninger, vedlikeholdsinstrukser, råd osv. som direkte eller indirekte er knyttet til korrosjonsproblematikk. Ulike rehabiliteringsprinsipper for betong blir ikke forklart i detalj, da dette er godt beskrevet andre steder, som i NS-EN 1504 *Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar*

## 4. FDV-dokumentasjon

I plan- og bygningsloven heter det at "eieren av bygget skal kunne lage et fornuftig og forsvarlig grunnlag for løpende opprettholdelse av byggets egenskaper gjennom levetiden." Både ved oppføring av nybygg og ved rehabilitering er det nødvendig å utarbeide en oversikt over hva som har blitt gjort, hvilke materialer som er brukt, hva som er nødvendig av vedlikehold osv. Dette behovet dekkes av dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV). Denne typen dokumentasjon kan fungere som en bruksanvisning for bygget, samtidig som den kan bidra til å dokumentere kvaliteten på de utførte arbeidene.

FDV-dokumentasjonen må i tillegg omfatte detaljerte beskrivelser av utførte løsninger og materialer. Som regel kan produkt-/systemleverandør bistå med denne typen informasjon. Dokumentasjon kan være i form av beskrivelser, prinsippskisser, foto e.l. Dokumentasjonen bør også beskrive forventet levetid for materialer og systemer. FDV-dokumentasjon er også nødvendig i tilfeller hvor byggherre utfører hele eller deler av arbeidet selv, med tanke på fremtidige eiere/arvtakere.

FDV-dokumentasjon som omhandler arbeider som kan påvirke forholdene for korrosjon i husdyrbygg bør inneholde følgende opplysninger:

### 1. Produktbeskrivelse

- a. *Beskrivelse som gjør det mulig å finne erstatningsprodukter ved behov*
- b. *Evt. enkel oversikt over historikk/tidligere brukte produkter*
- c. *Produktdatablad og HMS-dokumenter*
- d. *Øvrige opplysninger*

### 2. Anvisninger for drift og vedlikehold

- a. *Rengjøring og rengjøringsmetoder*
- b. *Ettersyn/egenkontroll*
- c. *Utvidet kontroll*
- d. *Vedlikeholdsinstruks og -intervall*
- e. *En beskrivelse av hva som bør unngås i driftsfasen*

### 3. Driftstekniske opplysninger

- a. *Prinsippskisser/fotodokumentasjon*
- b. *Antatt teknisk levetid uten utskiftinger for ulike deler/systemer*
- c. *Garanti og vilkår for produkter og tjenester*
- d. *Loggføring av initiale måleverdier (hvis aktuelt)*
- e. *Øvrige opplysninger*

### 4. Leverandøroversikt

- a. *Oversikt over involverte parter og deres rolle*
- b. *Kontaktinformasjon*

## 5. Kompetanse og tverrfaglig samhandling

Det finnes mange eksempler på at mangelfull kunnskap om prosjektering og utførelse har ført til feil som reduserer levetiden til konstruksjoner betraktelig. Når byggherre skal engasjere prosjekterende, utførende og kontrollerende part er det viktig at disse besitter kompetanse og erfaring om bygging eller rehabilitering av husdyrbygg og hvilke spesielle utfordringer som finnes knyttet til korrosjon.

Det er ikke uvanlig at håndverkere tilbyr gratisinspeksjoner i forkant av en potensiell jobb, og byggherre bør være kritisk til dette, dersom det ikke kan fremlegges dokumentasjon som viser at håndverkeren faktisk har kompetanse og erfaring på feltet. Ikke bare fordi en mislykket rehabilitering i verste fall kan forverre forholdene, men også fordi arbeid i f.eks gjødselkjellere kan være svært farlig på grunn av giftige gjødselgasser o.l.

For generelle betongarbeider anbefales det å bruke en entreprenør som har jobbet med husdyrbygg tidligere og kan vise til referanseprosjekter der forebygging av korrosjon, eller betongrehabilitering som følge av korrosjon har vært en viktig del av arbeidet.

Betongrehabilitering er et eget fag som omfatter mange reparasjonsmetoder. Ved rehabilitering som følge av korrosjonsskader bør det anses som en fordel at minst en representant fra entreprenøren (som er tilstede under pågående arbeider) har kompetansebevis innen betongrehabilitering. Dette fås ved gjennomført og bestått R-kurs hos Betongopplæringsrådet (BOR). R-kurset er bygget på kompetansekravene i NS-EN 1504-9, og sikrer at den utførende har erfaring innen betongrehabilitering (teori og praksis).



For utvidet kontroll av eksisterende betongkonstruksjoner bør det stilles strengere krav til kompetanse. Kontrolløren bør ha inngående kjennskap til betongens ulike nedbrytningsmekanismer.

Korrosjon på husdyrinnredning er et særtilfelle som ikke direkte er knyttet til betongrehabilitering. Det bør anses som en fordel dersom montører av husdyrinnredningen kan fremlegge dokumentasjon på erfaring fra tidligere skadeforebyggende arbeid. Leverandører av husdyrinnredning må kunne fremlegge monteringsanvisning som dekker alle mulige tilfeller av feilmontering som fører til akselerert korrosjon på innredningen.

Det kan ikke være bondens ansvar å kvalitetssikre alle arbeider som gjøres i husdyrbygget. Bonden bør kunne ha tillit til at fagpersoner som engasjeres har tilstrekkelig kompetanse og gode nok rutiner til å utføre arbeidene i henhold til prosjektert beskrivelse.

Det finnes mange eksempler på hvordan en arbeidsoperasjon kan ha utilsiktede, negative konsekvenser for kvaliteten på andre arbeider. Et eksempel kan være at vanntett membran på et betongdekke punkteres for montering av husdyrinnredning. For å unngå at slike ting skjer er det nødvendig at alle involverte parter er bevisste på hvordan deres arbeider kan ha negative konsekvenser for den helhetlige kvaliteten.

Før oppstart av byggearbeider bør det avholdes oppstartsmøte og det anbefales at det gjennom byggeperioden avholdes jevnlig byggemøter med involverte parter hvor det kan gjøres risikovurdering på tvers av fagfelt. Det er en fordel dersom en byggeleder har kjennskap til alle involverte fagfelt og hvordan deres arbeidsoperasjoner kan påvirke hverandre. Bedre tverrfaglig samhandling vil også kunne føre til mer effektiv prosjektering, et bedre prosjekteringsgrunnlag, en bedre byggeprosess og bedre kvalitet på det endelige resultatet som helhet.

Ofte kan feil oppstå som følge av mangelfull tverrfaglig prosjektering. Det er i hovedsak av hensyn til dyrevelferd at det er beskrevet at husdyrinnredning skal utjevnes i den grad det gjøres i dag, men dessverre har det medført konsekvenser man kanskje ikke ante omfanget av.

Kompetanseheving i alle ledd, gjennom erfaringsoverføring på tvers av fagfelt, er vesentlig for å bedre kunne håndtere korrosjonsproblematikk i fremtiden. Erfaringsoverføring bør skje i et felles nettverk hvor det settes i system. I tillegg er det behov for revidert standardisering av utførelse og tekniske krav til montering av husdyrinnredning. Dette er forsøkt adressert i veilederen.

## 6. Ettersyn og egenkontroll

Hensikten med bondens egenkontroll er å registrere pågående skadeutvikling. Dette skal alltid dokumenteres med daterte notater og foto, som organiseres i FDV-dokumentasjonen.

Entreprenører og leverandører vil ha et garantiansvar både for nybygg og ved rehabilitering, og det bør alltid utføres ettårsbefaring med de involverte partene i byggeprosjektet. Bondens egne registreringer gjennom det første året bør være en del av ettårsbefaringens agenda. Det viktig at bonden melder fra om garantisaker så fort som mulig.



*Ordinær lengstefrist for reklamasjon i byggesaker er 5 år. Etter 5 år vil man ofte ikke kunne kreve erstatning for skader som har oppstått. Vær oppmerksom på at dersom det ikke meldes fra om skader innen rimelig tid etter den er oppdaget, kan garantikravet foreldes, selv om skaden meldes inn innenfor garantitiden.*

Effektiv forebygging av større skader krever at skadeutvikling identifiseres på et tidlig stadie. Dersom skader oppdages innenfor garantitiden, kan bonden spares for kostnadene knyttet til utbedring ved at man kommer til enighet med leverandør/entreprenør. Det er viktig at bonden selv inspiserer korrosjonsutsatte punkter ofte nok. Hva som er nødvendig intervall for egenkontroll bør vurderes ut ifra en rekke faktorer som kan ha betydning for hvor korrosjonsutsatt driftsbygningen er:

### Alder

For nyoppsatte husdyrbygg forventes det gjerne at korrosjon ikke vil være et problem på lang tid og dette kan være en årsak til at egenkontroll fort kan bli neglisjert. Det er imidlertid for helt nye bygg at kontrollintervallet burde være så hyppig som mulig, og først etter lengre tid uten tegn til skader kan kontrollintervallet reduseres. For eldre bygg med pågående skadeutvikling vil det være gunstig å danne et bilde av nedbrytningshastigheten for å bedre kunne planlegge fremtidige oppgraderinger.

### Konstruksjonstype og driftsformer

Det som gjør husdyrbygg til et spesielt korrosjonsutsatt miljø er en kombinasjon av husdyrgjødsel, som inneholder aggressive stoffer og er en god elektrolytt, i tillegg til stadig oppfukning. Dersom det i tillegg gjøres feil i prosjektering og/eller under utførelse, kan dette resultere i relativt rask nedbrytning. Enkelte fôrtyper er tilsatt syre som kan bidra til nedbrytning av betong.

Korrosjon kan være en utfordring i alle husdyrbygg, men med visse driftsformer kan utfordringen være større. Bløtgjødsel anses som mer korrosiv enn i tilfeller hvor den flytende delen av gjødselen skilles ut i kum. I husdyrbygg med talle kan en ha utfordringer med at husdyrgjødsel (elektrolytt) når høyt opp på stolpeinnredning, vegger og søyler. I tillegg blir tallen normalt liggende over lengre tid enn bløtgjødsel. På den annen side er talle tørrere og har høyere elektrisk motstand enn bløtgjødsel, noe som er gunstig for å redusere korrosjonshastighet.



## Konstruksjonsdetaljer

Visse konstruksjonsdetaljer har vist seg å være mer korrosjonsutsatte enn andre. Det har tidligere vært en historikk med spalteplank som har kollapset. Slike elementer har flere angrepspunkter enn f.eks. et vanlig betongdekke og vil kunne brytes ned raskere.

Bunn av innstøpt eller fastboltet innredning kan være særlig utsatt for galvanisk korrosjon. Dersom det finnes områder som er mer fuktutsatt, f.eks. rundt drikkekar eller langs gjødselsrenne, kan innredningen i disse områdene være mer utsatt for korrosjon enn i tørrere områder. Kontrollintervallet for spesielt utsatte detaljer bør være hyppigere enn for øvrige kontrollpunkter.

## Erfaring

Dersom bonden har hatt et grundig kontrollregime over lengre tid, og det ikke registreres skadeutvikling i enkelte kontrollpunkter, kan hyppigheten av kontroller reduseres på disse stedene. Dersom det plutselig skulle oppdages skadeutvikling, bør kontrollene intensiveres

## Bruksendring

I tilfeller hvor forutsetningene for korrosjon endres, for eksempel ved at et nytt område i driftsbygningen tas i bruk for midlertidig lagring av husdyrgjødsel, eller at et nytt drikkekar monteres, bør hyppigheten av kontroller økes inntil man kan avkrefte at dette har hatt negativ effekt på korrosjonsutsatte detaljer.

## Oppsummering

Nedre del av innstøpte stolper av galvanisert stål bør inspiseres minst annenhver måned for nyere konstruksjoner eller ved bruksendring, slik at en skal ha mulighet til å oppdage korrosjon på et tidlig stadium. Inspeksjonen bør inkludere visuell kontroll etter en enkel vask av innredningen, som kan gjøre det lettere å skille mellom hva som er skitt og hva som er korrosjonsprodukter. Observasjoner dokumenteres og loggføres.

**i** *Brune/svarte rustprodukter kommer fra korroderende stål. Dersom dette oppdages på bunn av innredningen er sinksjiktet allerede nedbrutt. Vær oppmerksom på at sinkbelegget på innredningen kan være i korroderende tilstand før slike rustprodukter kommer til syne. Misfarging på bunn av innredningen kan indikere at sinken er i ferd med å brytes ned. (Se bilder under)*



Ulike stadier av korrosjonsangrep i bunn av innstøpte stolper av galvanisert stål



*Ved visuell inspeksjon kan det være nyttig å bruke fingeren til å føle etter ujevnheter på innredningen i korrosjonsutsatte områder, da dette kan være et tegn på begynnende nedbrytning. Sammenlign overflatestrukturen med andre deler av innredningen.*

Dersom det er koblet utjevningsforbindelse til innredningen bør også koblingene kontrolleres. Tilkoblinger for utjevningsforbindelser bør være påført isolerende materiale (bitumenmaling, epoksy e.l.), slik at det ikke oppstår elektrolytisk kontakt mellom metallene.. Kontroller at isolasjonsmaterialet er intakt og uten sprekker.

Ved egenkontroll av betongkonstruksjoner er det begrenset hva en person uten spesiell kompetanse kan gjøre, men betongoverflaten kan inspiseres grundig for rustutslag og riss/sprekker. Dette er i noen tilfeller den første indikasjonen på at underliggende armering korroderer. Riss i betongen kan skyldes andre årsaker enn armeringskorrosjon, som svinn, manglende herdetiltak, overbelastning osv., men årsaken til rissene bør uansett avklares.

En kjent metode ved tilstandsanalyse av betong er bombanking. Metoden går ut på at man slår på betongoverflaten med en hammer og lytter etter bomlyd (en karakteristisk hull lyd) som skiller seg fra lyden man hører når man banker på frisk betong. Denne lyden kan høres i tilfeller hvor betongen er i ferd med å delamineres som følge av rustsprengning.

Hvis det observeres områder hvor betong har skallet av og korrodert armering ligger i dagen, kan man være trygg på at armeringskorrosjon er årsaken.



*Det bør legges opp til at det utføres egenkontroll av gjødselkjeller i perioder når kjelleren er tømt. Alle overflater bør spyles/vaskes før kontroll.*



*Ved egenkontroll av betongkonstruksjoner bør det spesielt fokuseres på korrosjonsutsatte konstruksjonsdeler, og særlig deler som har hatt en historikk i å gå i brudd (eks. dekker, søyler, dragere, spalteplank, vegger i gjødselkjeller etc.).*



*Alvorlig korrosjon kan pågå uten at skader blir synlige i betongoverflaten. Dette er spesielt vanlig ved kloridinitiert korrosjon, som også har en tendens til å gi høy korrosjonshastighet. En utvidet kontroll kan være nyttig for å avdekke skader som følge av denne typen korrosjon.*



*Ved kontroll av lukkede husdyrrom, særlig gjødselkjellere, er det svært viktig at det luftes ut i god tid før kontrollen, eller at det benyttes friskluftutstyr, grunnet giftige gjødselgasser.*

Dersom det oppdages skadeutvikling i betong bør kontrollintervallet intensiveres. Eventuelt kan en utvidet kontroll gi et bedre bilde av skadeomfangets alvorlighetsgrad.

## 7. Utvidet kontroll

I mange tilfeller kan det være nødvendig å engasjere ekstern assistanse for vurdering av pågående skadeutvikling og nødvendige tiltak. Personer med spesialkompetanse kan i mange tilfeller avdekke mindre innlysende årsaker til feil og identifisere problemer før skadene blir betydelige. Kvaliteten på tilstandskontrollen, med beskrivelse av tiltak, er ofte utslagsgivende for kvaliteten på en rehabilitering. Eksterne kontrollører bør ha gode rutiner for kontroller, slik at undersøkelsen kan utføres effektivt og grundig. Det er en fordel at kontrolløren kan fremlegge en plan for kontrollen i forkant av besøket, slik at nødvendige forberedelser kan gjøres. En utvidet kontroll bør alltid inkludere en utfyllende rapport som dokumenterer hva som ble kontrollert, hvilke funn som ble gjort, samt eventuelle forslag til tiltak og råd om når tiltak bør iverksettes.

### Husdyrinnredning

Ved en utvidet kontroll av skader på innredning kan kontrolløren for eksempel være en konsulent, en el-kontrollør eller leverandøren av innredningen. Det anbefales at bonden er spesielt oppmerksom på skadeutvikling de første årene etter montering av innredning, og at utvidet kontroll utføres så fort som mulig dersom det oppdages tegn til skader. Dersom det ikke oppdages skadeutvikling bør likevel en utvidet kontroll utføres 2-3 år etter montering, da det kan være pågående skadeutvikling som ikke er avdekket ved egenkontroll.

### Betong

Betongskader anses som en større utfordring enn korrosjon på innredning, grunnet potensielt alvorlige konsekvenser. Det er derfor viktig at betongens tilstand analyseres jevnlig. For utvidet kontroll av betong finnes det konsulenter som kan kartlegge skadeomfang og anbefale tiltak.



*Ved utvidet kontroll av betongkonstruksjoner bør det spesielt fokuseres på korrosjonsutsatte konstruksjonsdeler, og særlig bærende deler som har hatt en historikk i å gå i brudd (dekker, søyler, dragere, spalteplank, vegger i gjødselkjeller etc.).*

Relevante undersøkelsesmetoder for betong kan være:

- Generell visuell kontroll (fuktutsatte områder, riss, avflassing, utfelling av salt, kalk, rust etc.)
- Fuktprøver
- Kloridprøver, for å analysere betongens kloridinnhold
- Måling av karbonatiseringsdybde
- Måling av betongoverdekning
- EKP-måling (potensialmålinger), som kan gi en indikasjon om sannsynligheten for at armeringen korroderer
- Bom og riss-registrering
- Opphugging til jern for visuell kontroll
- Eventuelt registrering av tverrsnittsreduksjon på armering



*Utvidet kontroll må inkludere kontroll av gjødselkjeller. Derfor bør kontrollen utføres i perioder når kjelleren er tømt og vasket.*



*Ved kontroll av lukkede rom, særlig gjødselkjellere, er det svært viktig at det luftes ut i god tid før kontrollen, eller at det benyttes friskluftutstyr, grunnet giftige gjødselgasser.*

Dersom det ikke oppdages skadeutvikling i betongen ved jevnlig egenkontroll er det ikke nødvendig med utvidet kontroll før husdyrbygget har blitt så gammelt at normal skadeutvikling kan forventes å ha skjedd. Det anbefales at en utvidet kontroll av betongkonstruksjoner utføres 8-10 år etter oppføring. Det minnes om at ordinær lengstefrist for reklamasjon i byggesak er 5 år.

Merk at selv om armeringskorrosjon i utgangspunktet er en saktevirkende prosess, kan det, hvis forholdene ligger til rette for det, oppstå svært aggressiv korrosjon i lokale områder. Bærende konstruksjonselementer bør derfor undersøkes grundig, da man ved stikkprøver fort kan overse områder der konstruksjonen er i ferd med å svekkes.

## 8. Instrumentering og overvåking

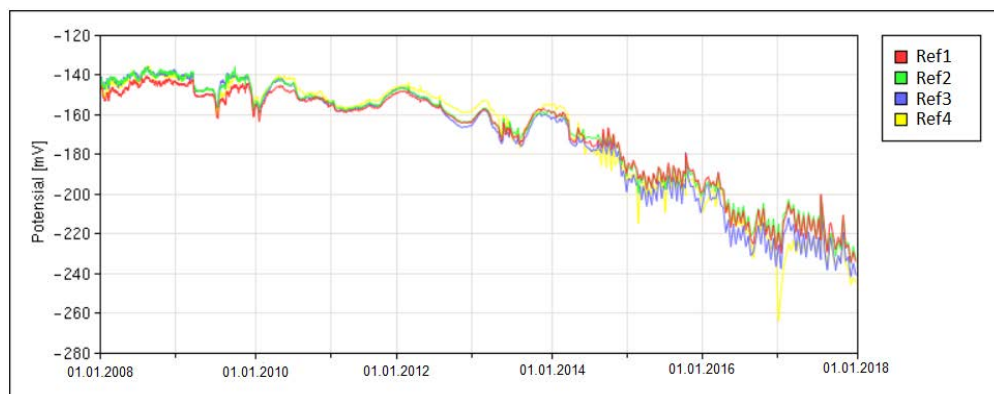
Det er mulig å kontinuerlig overvåke parametre som har betydning for korrosjon i betong. Det er vanlig for denne typen instrumentering at sensorer er tilkoblet en sentralenhet som loggfører data. Fra sentralenheten kan data enten hentes ut manuelt, eller avleses via internett.

Korrosjonspotensialer kan overvåkes ved at det støpes inn referanseelektroder i betongen. Disse måler mot potensialet mot armeringen, og gjør det mulig å avdekke begynnende korrosjon og registrere hastigheten på utviklingen.



a) Referanseelektrode

b) Referanseelektrode innstøpt i betong



Logging av korrosjonspotensialer over tid

I tillegg til overvåking av korrosjonspotensial er det mulig å logge en rekke andre parametre som har betydning for korrosjon, som fuktighet, temperatur, endring i betongmotstand, konsentrasjon av gasser osv. Instrumentering kan være kostbart og det krever at noen analyserer dataene over tid. Det frarådes derfor å investere i kostbart overvåkingsutstyr uten at en konsulent kan gjøre rede for behovet og anbefaler dette.


## 9. Skadeforebyggende vedlikehold og rengjøring


All bygningsmasse krever vedlikehold for at levetiden skal kunne maksimeres. Valg av byggematerialer vil i stor grad påvirke hva som er nødvendig av vedlikehold. Dagens husdyrbygg består ofte av en kombinasjon av ulike materialer som krever ulikt vedlikehold, både når det gjelder metode og hyppighet. Bonden må derfor gjøre seg kjent med hva som er nødvendig vedlikeholdsintervall for alle materialer som er brukt, noe som bør fremkomme av FDV-dokumentasjonen. Valg og utførelse av detaljløsninger vil også kunne ha stor betydning for kvaliteten på arbeidene, og dermed også forventet levetid.


Selv om en viss grad av nedbrytning vil være uunngåelig, er det noen enkle grep bonden kan ta for å forskyve behovet for større rehabilitering:

### Vask av innredning

Det stilles generelle krav til renhold av husdyrrom. Primært for å sikre at dyrene holder seg tørre og rene og har det bra, men det er også krav til hygiene og renhold for å forebygge brann, smitte, skadedyr osv. Renhold kan også ha betydning for korrosjon. Husdyrgjødsel (særlig bløtgjødsel) har god elektrisk ledningsevne, noe som kan legge forholdene til rette for høy korrosjonshastighet. Ved å holde innredningen ren, vil man i betydelig grad kunne redusere hastigheten for nedbrytning.

 *Vask av innredning bør fortrinnsvis skje med rent vann. Bruk kun nøytrale vaskemidler dersom det er nødvendig. Aggressive vaskemidler og såpe med slipemidler kan skade sinkbelegget på innredningen. Klimaet i husdyrrommet bør tillate at vann tørker opp etter vask.*

 *Å vaske eller pusse bort korrosjonsprodukter på innredning uten å beskytte mot videre korrosjon frarådes. Dette blir bare å skjule en feil og kan i verste fall akselerere korrosjonsprosessen en periode (da rustprodukter har høyere motstand enn rent metall).*

 *Ved å unngå at korrosjonsutsatte materialer er tildekket med husdyrgjødsel over lengre tid, reduserer man mengden aggressive stoffer som kan trekke inn i betongen og påvirke et korrosjonsforløp.*

## Kontrollere fuktighet

Husdyrrømmet bør holdes så tørt som mulig. Uten fuktighet kan ikke korrosjon forekomme, men i et husdyrbygg er det ikke mulig å forhindre at materialer utsettes for fuktpåkjenning. Man har likevel noen tiltak for å begrense fuktigheten:

- Strømaterialer med høyere oppsugingsevne kan gi et tørrere og mindre korrosivt miljø.
- Det kan være gunstig å holde strømaterialer, fôrrester og husdyrgjødsel unna innredning av galvanisert stål.
- Unngå store temperaturvariasjoner, da dette kan føre til kondens.
- Dersom det spyles med vann ifm vask e.l. anbefales det at overflødig vann fjernes med svaber, slik at minst mulig suges opp i materialer.
- Ved vask av innredning kan børste/klut og en bøtte med vann være et godt alternativ til spyling. Merk at kraftig skrubbing kan slite på sinkbelegget.

## Reparasjon av sinkbelegg på innredning

For innredning av galvanisert stål er det sinkbelegget på overflaten som beskytter stålet mot korrosjon. Bonden bør være oppmerksom på at skader i sinkbelegget kan føre til at korrosjon raskere initieres på det underliggende stålet. Skader kan oppstå brått, eller over lengre tid, for eksempel ved mekanisk slitasje av husdyr. Mindre skader i sinkbelegget kan utbedres (og beskyttelsen gjenopprettes) ved bruk av flytende sink/sinkspray:

- Se til at overflaten er tørr og fri for fett, gammel overflatebehandling etc.
- Eventuelle korrosjonsprodukter kan pusses bort med sandpapir.
- Påfør sinkspray i flere tynne lag (følg produsentens anvisninger for påføring)
- Etter tørking bør det påføres primer og toppstrøk for beskyttelse av sinken

Metoden vil trolig ha liten effekt på større korrosjonsskader i bunn av innredning. Dersom skadene i utgangspunktet oppsto som følge av galvanisk korrosjon, kan nye skader utvikles av samme årsak. Vær oppmerksom på at korrosjonen vil fortsette der hvor man ikke kommer til med sinkspray (undersiden av bunnplater på fastboltete stolper og under gulvnivå for innstøpte stolper).

## 10. Ventilasjon

I *Korrosjon i husdyrbygg, Del I: Rapport (2021)* beskrives det hvordan korrosive gjødselgasser kan forårsake korrosjon på metaller i husdyrbygg. Fra husdyrgjødsel dannes ulike gassforbindelser, deriblant ammoniakk. Når denne gassen kommer i kontakt med vann blir det en aggressiv løsning som kan bryte ned enkelte metaller og av metallene som er vanlige i husdyrrømmet er sink spesielt utsatt mot ammoniakk. Det er flere korrosive gasser som dannes fra husdyrgjødsel og det er derfor nødvendig med tilstrekkelig luftutskifting for å forhindre høye konsentrasjoner av slike gasser. Leverandører av ventilasjonssystemer kan bistå med kompetanse om ventilasjonsbehov og justering av luftmengder.



*Korrosive gasser kan angripe slimhinner og hud hos mennesker og dyr. Ved høye konsentrasjoner kan gassene være dødelige.*

## 11. Elektro i husdyrbygg

Dette kapittelet er primært rettet mot elektrikere/elektromontører, og gir tips og råd til utjevninger og jordingsanlegg i driftsbygninger for å redusere faren for galvanisk korrosjon og strømgjennomgang ved berøring og armeringskorrosjon.

### Gjeldende regelverk

Ved å tolke krav fra *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg* (FEL) og NEK 400, og presentere disse på en praktisk måte, kan bransjen lage trygge, elektriske jordingsanlegg i driftsbygninger. Det presiseres at aktører som er registrert i Elvirksomhetsregisteret enkelte ganger må forholde seg til mer enn FEL og NEK 400 når de planlegger og utfører arbeid på jordingsanlegg i bygninger tilknyttet landbruket. Det kan fremkomme eierkrav, produsentkrav eller montasjeanvisninger som er strengere enn det som er beskrevet i FEL og NEK 400. I tillegg til dette kan det være andre lover og forskrifter det må tas hensyn til, som f.eks. Plan og bygningsloven, eller andre tekniske forskrifter.

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL § 19) krever at når elektriske bygningsinstallasjoner skal planlegges og utføres, skal jordingsanlegget tilpasses fordelingsystemet og det skal installeres slik at farer unngås. Disse kravene gjelder følgelig også for husdyrbygg. I tillegg krever FEL § 16 at alle elektriske anlegg skal risikovurderes og være tilpasset forutsatt bruk.

FEL § 10 viser til normen NEK 400 (del 2-8) som mulig metode for å ivareta sikkerhetskravene i kapittel V i FEL. Dette betyr i praksis at minimumsnivå er å følge FEL og NEK 400.

FEL og NEK 400 beskriver med andre ord minimumskravene som stilles til et jordingsanlegg.

NEK 400 er bygget opp slik at alle de generelle krav som finnes i del 1-6 alltid skal følges og legges til grunn. Unntaket er de tilfeller der hvor norm 705 i normteksten er merket med "erstatt med følgende krav". Da utgår kravene det vises til i NEK 400 del 1-6.

Det finnes flere tilgjengelige håndbøker for de som er tilsluttet en registrert el-virksomhet. Jordingshåndboka, Montørhåndboka og Normguiden er veiledere som er utarbeidet slik at bransjen kan få hjelp til å tolke og forstå innholdet i NEK 400.

For å forbedre el-sikkerhet og dyrevelferd ytterligere, er det utarbeidet en egen teknisk spesifisering for elektro i landbruket, NEK TS 400 Landbruk. Denne kan, etter avtale mellom byggherre og prosjekterende, benyttes som et tillegg til NEK 400 og stiller skjerpede krav til lavspenningsinstallasjoner i blant annet husdyrbygg. Spesifikasjonen inneholder også informasjon om korrosjon, og utjevningsforbindelser i husdyrbygg. For å lage riktige, trygge og langtidsbestandige elektriske anlegg i husdyrbygg, er det sterkt anbefalt å benytte NEK TS 400 Landbruk på alle nye installasjoner. Dette gjelder også dersom det gjøres større ombygginger eller utskiftning av eldre anlegg.



## Utjevning av armeringsjern eller metalliske nett i betongstøp

I NEK 400 2018 (del 7 - norm 705 - avsnitt 705.411.3.1.2.101) kreves det at armeringsjern eller metalliske nett i driftsbygninger og veksthus skal ha en tilleggsutjevning. Dette har stått slik i 705 siden NEK 400 2006 kom ut. Før NEK 400 2006 kom ut, sto det ikke noe om armeringsutjevning i 705 normen, men det generelle kravet var at armering skulle utjevnes dersom det var praktisk mulig.

-  *Tilleggsutjevning til armering bør legges direkte fra tavlens jordskinne til armeringen i betongstøpen.*
-  *Det anbefales å benytte kabel type PN gul/grønn isolert leder (PN eller annen tilsvarende isolert ledertype med godkjent tverrsnitt iht. normkravet i NEK 400)*
-  *Tilleggsutjevningen bør kobles til armeringen i et område som forventes å være i en tørr del av bygningen. Hvis det er fare for fukt fra omgivelsene må det anordnes en tilleggsbeskyttelse over koblingspunktet (f.eks. krympestrøme med lim etc.).*
-  *Armeringstilkoblingen bør utføres med Cadweld-sveis. Benyttes en annen koblingsmetode enn Cadweld-sveis, må produsent verifisere at metoden er godkjent for nedstøping og utilgjengelighet, og det må i tillegg være godkjent for sammenkobling av kobber og armeringsjern i samme klemme.*
-  *Det er viktig å avklare med eier og leverandør/montør av armeringsjern at de binder sammen armeringsjern (etablerer kontinuitet), slik at tilleggsutjevning virker for hele installasjonen.*
-  *Det anbefales å holde armering i betongstøp helt adskilt fra innredning og jordelektrode. Det er med andre ord ikke anbefalt å viderekoble utjevning fra armering til andre konstruksjonsdeler.*
-  *Det er ikke anbefalt å bruke blank (uisolert) kobberline eller kobberwire for armeringstilkobling. Ved sammenkobling av metaller som står langt fra hverandre i spenningsrekken, kan det oppstå anode/katode-effekt dersom metallene kommer i kontakt med en elektrolytt, og det mest uedle metallet vil kunne fortæres/forvitne*
-  *Det er ikke anbefalt å legge blank (uisolert) kobberline eller kobberwire i stive rør frem til armeringsjern, da det kan komme fukt/vann inn i røret, og det kan oppstå en katode/anode-effekt som nevnt over.*
-  *Viderekoblinger fra utjevnet armering til innredning og/eller jordelektrode er ikke anbefalt. Selv om dette er innenfor anbefalinger i FEL / NEK 400, kan det medføre økt fare for katode/anode-effekt mellom materialene dersom de kommer i kontakt med en elektrolytt*

## Oppsummering: Utjevning til armeringsjern eller metalliske nett i betongstøp

Det anbefales å holde utjevningen til armeringsjern og evt. metallisk nett i betongstøpen helt adskilt fra innredning og jordelektrode. Det er ikke anbefalt å viderekoble utjevningsskabler fra armeringsjern eller metalliske nett i betongstøpen til andre deler av driftsbygningen.

### Utjevning av jordelektroden

I NEK 400 2018 gjelder de generelle kravene i del 1-6 for å etablere jordelektrode. Man skal etablere jordelektrode som er effektiv for hele installasjon for både IT og TT nett (norm 54 - avsnitt 542.2.2 side 260) og i alle IT-nett skal berøringsspenning begrenses til maks 50 V AC / 120 V DC med metoder som er beskrevet i norm 41 i del 4 i NEK 400.

For TN nett er det et mer indirekte krav til å etablere jordelektrode pr installasjon (avsnitt 411.4) for å begrense farene ved brudd i PEN-leder. Det bør merkes at det er viktig med en egen jordelektrode på TN, da overspenningsvern skal kunne få ut overspenninger effektivt når de tenner. I TN nett er det også et absolutt krav i NEK 400 2018 (avsnitt 303.2.1.2 og avsnitt 551.2.301 side 275) at det skal etableres jordelektrode dersom man har TN-system med flere strømkilder (f.eks. solcelleanlegg /dieselgenerator /UPS-batteri-backup osv.)



*Jordingsleder anbefales lagt direkte fra tavlens jordskinne og rett ut til jordelektroden, dvs uten at den er i kontakt med armering eller innredning. Definisjon på en jordingsleder er at dette er den utjevningslederen som forbinder jordskinne og jordelektroden.*



*For jordingsledere anbefales det å benytte kabel type gul/grønn (PN eller annen tilsvarende isolert ledertype med godkjent tverrsnitt iht. normkravet i NEK 400). Dersom det likevel benyttes kobberline eller kobberwire istedenfor isolert jordingsleder mellom jordskinne og jordelektrode, er det viktig å sørge for at disse uisolerte kobberledere ikke er i kontakt med armeringsjern eller innredning.*



*Jordingsledere som skal kobles til jordelektroden bør anordnes og tilkobles i et område som forventes å være uten urin/gjødsel, ellers må det risikovurderes nøye og eventuelt påføres tilleggsbeskyttelse, f.eks. Krympestrømpe med lim, bitumenspray eller epoksy*



*Koblingene mellom jordingsledere og jordelektrode (eller mellom jordelektrode og jordelektrode) bør kun utføres med Cadweld-sveis eller C-press. Hvis man benytter en annen koblingsklemme enn Cadweld-sveis eller C-press, må det verifiseres fra produsent/leverandør at produktet er godkjent for nedgraving i bakken, og for at koblingene følgelig blir utilgjengelige.*



*Det er viktig å avklare med eier hva som skal være utenfor en driftsbygning. I tilfeller der dyr blir stående ute bør jordelektroden legges spesielt dypt, slik at det er minst mulig fare for kontakt med urin og gjødsel fra dyrene.*



*For koblinger til jordelektroden vises det til Montørhåndboka og evt. NEK TS 400 Landbruk dersom det er avtalt at denne skal benyttes*



*Unngå bruk av kobberline eller kobberwire for armeringstilkobling. Bruk kun PN isolert gul/grønn eller tilsvarende.*



*Unngå bruk av kobberline eller kobberwire i stive rør ned til armering.*



*Det er ikke anbefalt å gå videre fra utjevning i armeringen til for eksempel innredning og/eller jordelektroden*



*Hvis utjevningen i armeringen viderekobles til innredning eller jordelektrode, er ikke dette brudd på kravene i NEK 400, men på grunn av faren for elektrolytisk kontakt mellom innredningen og jordelektroden, må dette risikovurderes om man likevel skulle velge en slik løsning.*

## Oppsummering: Utjevning til jordelektroden

Det anbefales å holde jordelektroden helt adskilt fra innredning og armeringsjern. Det er ikke anbefalt å gå videre fra jordelektroden til andre konstruksjonsdeler som skal utjevnes inne i bygningen. Den isolerte jordingslederen legges direkte opp i tavlen eller evt. inn til tilknytningsskap for el og ekom. Om man likevel skulle velge å legge en blank kobberline eller kobberwire rett opp i en tavle uten jordingsleder som er isolert gul/grønn utførelse, bør blank line eller wire legges på en slik måte og i en slik trase, at den ikke kommer i kontakt med hverken armering eller innredning noe sted.

## Utjevning av innredning

I NEK 400 2018 (del 7 - norm 705- avsnitt 705.411.3.1.2.101 side 346) heter det at det skal etableres en tilleggsutjevningforbindelse på all innredning der husdyr SAMTIDIG kan komme i kontakt med en utsatt ledende del og annen ledende del. Dette for å sørge for at ledende deler innenfor mennesker og dyrs rekkevidde har samme elektriske potensial.

En "utsatt ledende del" i denne sammenheng er elektrisk utstyr, for eksempel en melkerobot, kubørste eller lysarmatur. Hvis det elektriske utstyret er av klasse II (dobbelisolert) vil kravet om tilleggsutjevning falle bort. "Annen ledende del" kan være innredning, eller en hvilken som helst annen metallisk konstruksjonsdel (f.eks en kabelbro som har et potensial mot jord i 230 V, eller 400 V nett som er 10 000 Ohm eller mindre). Hvis motstanden er høyere enn 10 kOhm er det per definisjon ikke en "annen ledende del".

### Beskyttelsesklasser for elektrisk utstyr:

#### Klasse 0 (Kl. 0):

- Utstyr av klasse 0 er ikke lenger tillatt for salg, men er fortsatt i bruk på eldre utstyr. I husdyrrommet er det heller ikke tillatt med ujordede stikkontakter.
- Støpselet er "rundt", uten jordtilkobleing og passer bare i ujordede stikkontakter.
- Utstyret har bare ett lag isolasjon mellom spenningsførende deler og berørbare metalleder, uten at berørbare deler er koblet til jord.
- Hvis det oppstår feil med isolasjonslaget, er man avhengig av at omgivelsene i rommet ivaretar sikkerheten.

#### Klasse 1 (Kl. I):

- Støpselet er "rundt", med jordtilkobling, og passer i både jordede og ujordede stikkontakter.
- Utstyret har bare ett lag isolasjon mellom spenningsførende deler og berørbare metalleder som er koblet til jord.
- Hvis det oppstår en feil med isolasjonslaget, er det jordingen som skal ivareta sikkerheten.
- Jordledningen (gul/grønn) skal være tilkoblet klemme merket med rundt symbol.

#### Klasse 2 (Kl. II) dobbeltisolert

- Støpselet har flatplugg og passer i alle stikkontakter.
- Utstyret har to lag isolasjon mellom spenningsførende deler og berørbare metalleder som er koblet til jord.
- Hvis det skulle oppstå feil på det ene isolasjonslaget, er det et lag til med isolasjon som ivaretar sikkerheten.
- Utstyret skal aldri tilkobles jord.
- Omtales gjerne som «dobbelisolerte» og skal være merket med to firkanter, som vist i sidemarg.



-  *Tilleggsutjevning til innredning der et husdyr samtidig kan komme i kontakt med elektrisk utstyr (klasse I) og annen ledende del (innredning under 10 kOhm) anbefales lagt direkte fra tavlens jordskinne til innredningen (dvs uten at den er innom annen utjevning i bygget).*
-  *Det anbefales å benytte kabel type PN gul/grønn isolert leder (PN eller annen tilsvarende isolert ledertype med godkjent tverrsnitt iht. normkravet i NEK 400)*
-  *Tilleggsutjevningen bør anordnes og kobles til innredning så høyt oppe som mulig, for å minske faren for kontakt med en elektrolytt (urin/gjødsel/vannspyling).*
-  *De som planlegger og utfører tilkoblinger på innredning må avklare med produsenten/leverandør av innredningen om det er noe i produsentenes veiledninger som kreves eller anbefales.*
-  *For alle tilkoblinger til innredning er det viktig å unngå kontakt med en elektrolytt. Koblingene må beskyttes, for eksempel med såkalt asfaltspray (bitumen). Dette et stoff som beskytter lenge, og stoffet er kjent for sin ammoniakkbestandighet. Man kan også vurdere krymp og lim, eller andre løsninger som gjør at koblingene ikke får fukt, vann, urin, gjødsel eller gasser på seg.*
-  *Koblinger til innredning kan i nyere anlegg utelates dersom det benyttes system som har isolerte føtter mot armeringsjern og betong.*
-  *Hvis det benyttes elektrisk utstyr og tilførsler som er av klasse 2 (412 tiltak i NEK 400), kan utjevning av innredning utelates selv om dyr samtidig kommer borti innredning som er annen ledende del og elektrisk utstyr.*
-  *På eldre anlegg kan utjevning til innredning være av svært dårlig forfatning. I stedet for å bytte ut jordingsanlegget med nye utjevninger, bør man først vurdere om dyr kommer i kontakt med utsatte ledende deler (elektrisk utstyr) samtidig med innredning. Hvis dette ikke skjer, vil man kunne fjerne utjevningene helt uten å erstatte med nye.*
-  *Man bør be eier av eldre innredninger der jording og utjevningsanlegg til innredning er i dårlig forfatning, og der hvor dyrene kommer både i kontakt med utsatt ledende del og annen ledende del, om å sjekke med sin produsent om det finnes noen isolerte innredningsføtter som kan monteres på de eksisterende stolpene. Innredningen vil da ikke lengre være en "annen ledende del" og utjevningene som er i dårlig forfatning kan fjernes*



*Det er ikke anbefalt å legge blank kobberline eller kobberwire direkte frem til innredningsutjevning fra en jordskinne i en tavle*



*Det er ikke anbefalt å legge blank kobberline eller kobberwire fra armeringsjern eller fra jordelektroden opp til innredningsutjevning via betongstøpen*



*Det er ikke anbefalt å tilkoble utjevninger langt nede på innredning pga et spesielt utsatt miljø for urin, gjødsel og vann/fukt.*



*Det er ikke anbefalt å sløyfe tilleggsbeskyttelse av utjevningskoblingene. Koblinger i korrosive miljøer som ikke er behandlet med f. eks. bitumenspray går ofte i oppløsning etter kort tid. Dersom åpne koblinger kommer i kontakt med elektrolytt, kan uedle metaller angripes av korrosjon.*

## Oppsummering: Utjevning til innredning

Det anbefales å holde utjevningen til innredningen helt adskilt fra armering og jordelektroden. Man bør med andre ord bør gå rett fra jordskinnen til innredning, og unngå tilkoblinger til armeringsjern eller metalliske nett i betongstøpen, eller til jordelektroden i driftsbygningen. Alle koblinger på innredning (eller andre steder hvor jordingsanlegg har koblinger) bør beskyttes med f.eks. bitumenspray eller epoksy, og man bør alltid forsøke å montere utjevninger så høyt som mulig. Husk at mange driftsbygninger har utjevnet innredninger hvor dette faktisk ikke er et krav. Det er forventet at flere produsenter kommer til å lage innredning hvor stolpene blir isolert fra betongstøp og armering i betongdekket, og da faller kravet til utjevning av innredning bort. Det samme gjelder om man har elektrisk utstyr i isolasjonsklasse 2.

## Måling av utjevninger og jordelektroder

I NEK 400 2018 (del 6) er det krav til å måle nye installasjoner før de spenningsettes. (Jfr. FEL § 12 krav.)

Det som skal måles er blant annet:

- Kontinuitet
- Isolasjonsmotstand
- Test av jordfeilbryter.
- Jordelektroden
- Måling av annen ledende del
- Måling av beskyttelse av leder frem til utsatt ledende del

Målingene over kan i all hovedsak utføres med et standard installasjonstester. Husk at for en RCD test (test av jordfeilbryter) kan man trykke på testknappen. Det anbefales imidlertid at alle målinger utføres med et instrument som støtter den RCD-karakteristikken du skal teste (AC/A/B/EVSE).

For å bekrefte om det er behov for utjevning av jordforbindelse, må man benytte et instrument som kan måle 10kOhm eller mer. Et standard sluttkontrollinstrument er ikke tilstrekkelig for denne oppgaven, da kontinuitetsmålingen ofte stopper på 2000 Ohm og isolasjonsmålingen starter på 0,01 MOhm (10000 Ohm). Ved bruk av et sluttkontrollinstrument der målingene er betydelig høyere enn 0,01 MOhm, vil et standard sluttkontrollinstrument være tilfredsstillende. Hvis målingene ligger i grenseland, vil det være nødvendig å benytte et instrument som har riktig oppløsning for det aktuelle måleområdet. Her kan f.eks. et isolasjonsmultimeter eller en isolasjonsmåler med god nok oppløsning kunne benyttes.

## 12. Oppsummering: Galvanisk korrosjon på husdyrinnredning

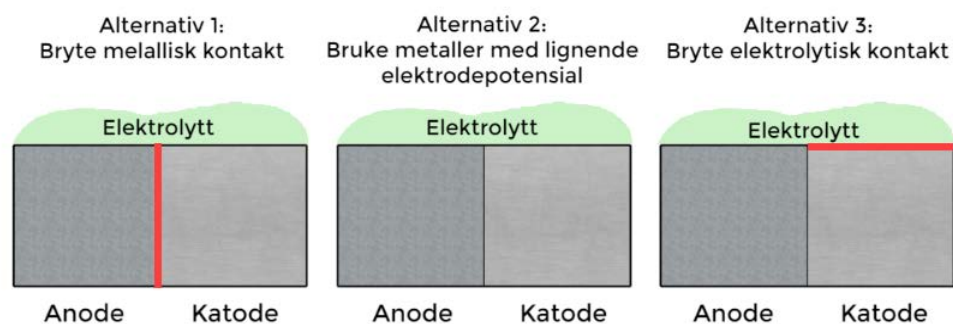
For at galvanisk korrosjon skal kunne forekomme kreves fire vesentlige komponenter:

- Anode, hvor nedbrytning av metall forekommer
  - Sinkbelegg på husdyrinnredning av galvanisert stål
- Katode, som beskyttes mot nedbrytning
  - Armering i betong
  - Kobber
- Metallisk kontakt mellom anode og katode. Kan for eksempel oppstå ved:
  - Fysisk kontakt mellom innredning og armering
  - Sammenkobling av innredning og armering ved utjevningsforbindelser
- Elektrolytisk kontakt mellom anode og katode. Kan for eksempel oppstå når:
  - Innredning og armering er i felles kontakt med elektrolytt (husdyrgjødsel, betong, forurenset vann etc.)

I tillegg kreves det at det er et vesentlig elektrodepotensial mellom anode og katode. Vanlig karbonstål som er innstøpt i betong (passivert) og kobber er blant de vanligste bruksmetallene og begge har relativt høyt elektrodepotensial sammenlignet med sink.

Tilsiktet og utilsiktet sammenkobling av ulike metaller kan føre til at det ene metallet korroderer mange ganger fortare enn det ville gjort uten sammenkoblingen. Sammenkobling av stål og kobber i rørsystemer er en vanlig feil som gjør at stålet ruster raskt.

Dersom en eller flere av de ovennevnte komponentene fjernes, sikrer man at galvanisk korrosjon ikke kan forekomme. I praksis er det tre måter å forhindre galvanisk korrosjon på:



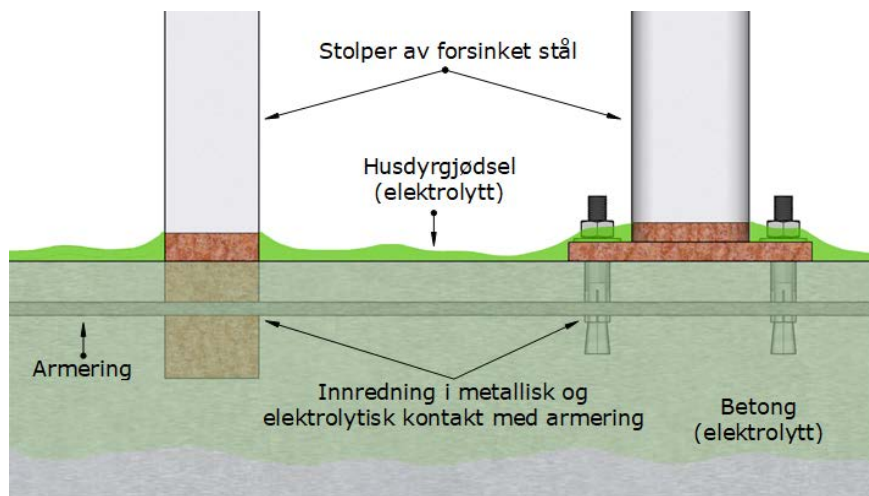


## Alternativ 1: Bryte metallisk kontakt

Husdyrinnredning av galvanisert stål angripes av galvanisk korrosjon når innredningen er metallisk forbundet med andre, mer edle metaller og metallene befinner seg i samme elektrolytt. Korrosjonen vil alltid oppstå der hvor metallene er elektrolytisk forbundet. Den metalliske sammenkoblingen skjer vanligvis på en eller flere av følgende måter:

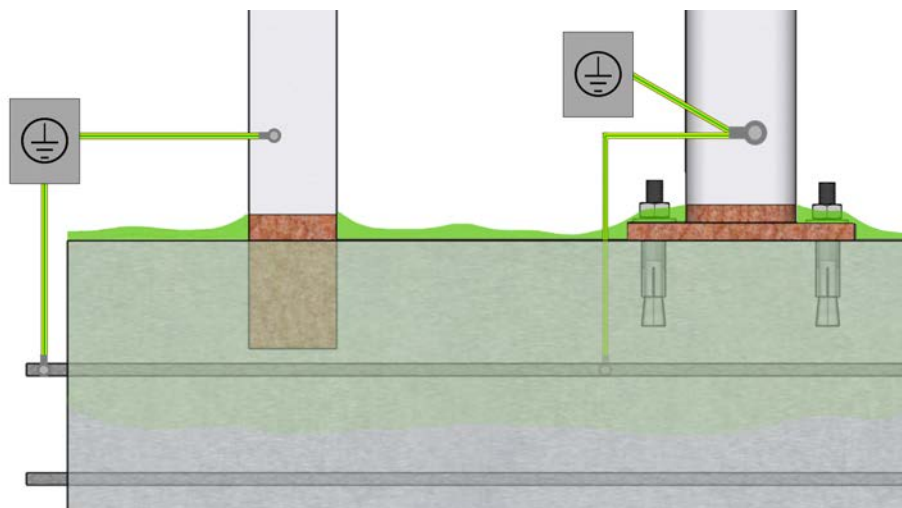
### Utsiktet sammenkobling

- Stolper av galvanisert stål støpes inn i betongen og kommer i kontakt med armeringsjern
- Stolper av galvanisert stål boltes fast i betongoverflaten og boltene sikrer metallisk kontakt mellom stolper og armeringsjern



### Tilsiktet sammenkobling

- Utjevningsforbindelser til innredning kobles direkte til armering, eller omvendt. Kabel/line/wire av kobber sikrer metallisk kontakt mellom innredning og armeringsjern
- Utjevningsforbindelser til armering og innredning kobles til jordingsskinne med separat kabel/line/wire. Sammenkoblingen mellom innredning og armeringsjern skjer på jordingsskinnen



## Tiltak

Så lenge forholdene er slik at armering og husdyrinnredningen må utjevnes finnes det egentlig ingen måte å bryte metallisk kontakt på. Dersom det derimot viser seg at forholdene er slik at det ikke er krav til utjevning av innredning bør utjevningsforbindelsene fjernes helt og holdent. For eksisterende husdyrbygg kan man stoppe den galvaniske korrosjonsprosessen, dersom man kobler vekk overflødige utjevningsforbindelser, gitt at det ikke er kontakt mellom armering og innredning på en annen måte.

**i** *For galvanisk korrosjon mellom armering og innredning vil det ha mindre effekt å fjerne en utjevningsforbindelse til innredning dersom innredningen er utjevnet på flere punkter. (Det vil fremdeles være metallisk kontakt mellom armering og innredning)*

I husdyrbygg der det feilaktig er lagt blank kobberkabel som utjevningsforbindelse, vil galvanisk korrosjon kunne skje mellom kobberet og andre metaller. Dersom utjevningsforbindelsene er montert i bunn av innredning (hvor det finnes elektrolytt) kan korrosjonen på sinken skje lokalt og relativt hurtig. Det bør gjøres grundige vurderinger av det faktiske utjevningsbehovet. Dersom det ikke er behov, bør utjevningsforbindelsene fjernes umiddelbart.

**!** *Uisolert kobberline skal kun brukes som ringjord. Blank kobber bør aldri inngå i jordingssystemet i husdyrrom, hverken i betong eller som en del av potensialutjevning av ledende deler.*

**✓** *El-utstyr i klasse 2 (dobbeltisolert) regnes ikke som utsatt ledende del. Denne typen utstyr kan brukes hvor som helst i husdyrrommet og skal ikke tilleggsutjevnes.*

**!** *Frakobling av utjevningsforbindelser skal kun gjøres av fagperson etter vurdering av behov*

Ved montering av husdyrinnredning kan montøren bruke et vanlig multimeter for å kontrollere om det har oppstått utilsiktet sammenkobling av innredning og armering.



Multimeteret stilles inn på motstandsmåling ( $\Omega$ ). Verdier over 1 M $\Omega$  (Megaohm) indikerer at man har unngått utilsiktet sammenkobling. Ved sluttkontroll vil elektriker utføre tilsvarende målinger med isolasjonstester for å avgjøre om utjevning av innredningen er nødvendig. Isolasjonstestere gir mer nøyaktige resultater, men er relativt kostbare, så multimeter anses som et greit alternativ ved montering.

Ved innstøping av stolper anbefales det at det kjernebores hull i ferdig støpt dekke og at stolpene støpes fast i hullene. Det bør brukes en mørtel som ikke leder strøm. Dette kan være mørtel med en høy andel silika, eller annen polymermodifisert mørtel. Materialleverandører kan bistå ved valg av innstøpingsmasse. På denne måten forhindrer man både metallisk og elektrolytisk kontakt.



*Ved kjerneboring hender det at armering kappes. Armeringen er vesentlig for konstruksjonens bæreevne og bør ikke kappes, med mindre vurderinger gjøres i samråd med en statiker.*



*Overdekningsmåler bør benyttes for å lokalisere armeringens plassering før kjerneboring.*

Alternativt kan det også lages utsparinger i dekket når det støpes, hvor innredningen senere kan støpes fast med mørtel som ikke leder strøm.

## Alternativ 2: Bruke metaller med lignende elektrodepotensial

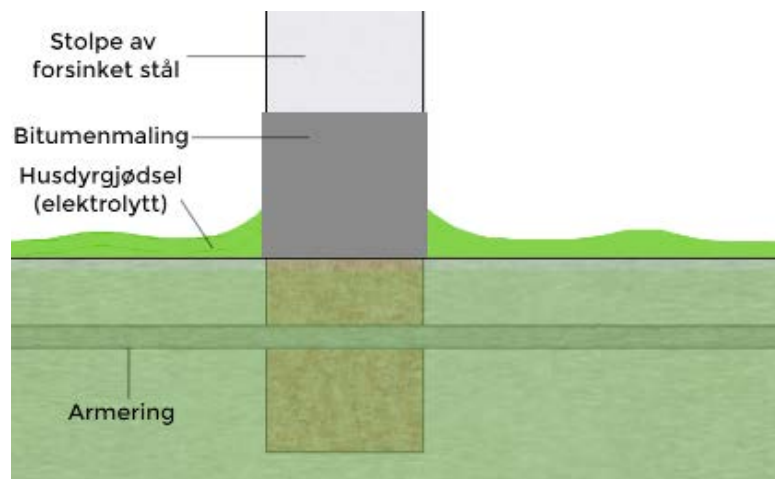
Det finnes metaller som er bedre egnet for sammenkobling enn de som brukes i husdyrbygg i dag. Det er i hovedsak materialkostnader som ligger til grunn for dagens bransjestandarder. Rustfritt stål er et eksempel på et materiale som er mer motstandsdyktig mot galvanisk korrosjon enn galvanisert stål, men kostnaden for rustfritt stål er vesentlig høyere. Å bruke metaller med lignende elektrodepotensial anses derfor ikke som den beste løsningen for å unngå galvanisk korrosjon i husdyrbygg.

### Alternativ 3: Bryte elektrolytisk kontakt

I mange tilfeller kan det være umulig å bryte metallisk kontakt mellom armering og og innredning. Særlig hvis driftsbygningen er utformet slik at det er krav til utjevning av all innredning. For å unngå korrosjon på innredning i slike tilfeller kan man gjøre tiltak for å bryte den elektrolytiske kontakten. Dette anses som alternativet med flest skadeforebyggende muligheter.

Det er ikke uvanlig at det anbefales overflatebehandling av innredningen, for eksempel med bitumenmaling. Dette vil være svært effektivt for å bryte elektrolytisk kontakt og kan stoppe korrosjon selv om det er metallisk kontakt mellom armering og innredning. Ulempen med denne metoden er at den kun kan forhindre korrosjon der hvor man kommer til med malingen.

I tidligere utarbeidede *Korrosjon i husdyrbygg, Del I: Rapport (2021)* beskrives det at betong også er en elektrolytt og miljøet i betongen kan bli særlig aggressivt når salter eller husdyrgjødsel trenger inn i betongen. Dette betyr at korrosjon vil fortsette der hvor innredningen er ubeskyttet mot betongen.

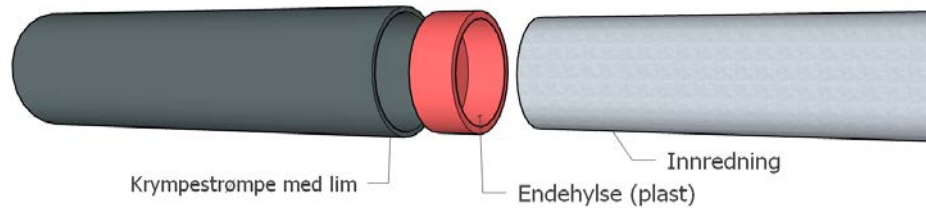


Dersom et metall skal belegges for å forhindre at det dannes en galvanisk korrosjonscelle anbefales det alltid at det er katoden som belegges. Dersom anoden belegges og det oppstår utettheter i belegget, vil dette gi et veldig stort katode/anode-forhold, som kan føre til svært høy korrosjonshastighet i et lokalt område. Når det gjelder husdyrbygg er det likevel mest gjennomførbart å belegge anoden (innredningen), og ikke armeringen. Derfor er det viktig at belegget er tett og motstandsdyktig mot kjemiske, biologiske og mekaniske belastninger. For å forhindre galvanisk korrosjon på innredning, anbefales det at all overflate på innredningen som kan komme i kontakt med betong eller husdyrgjødsel blir beskyttet.

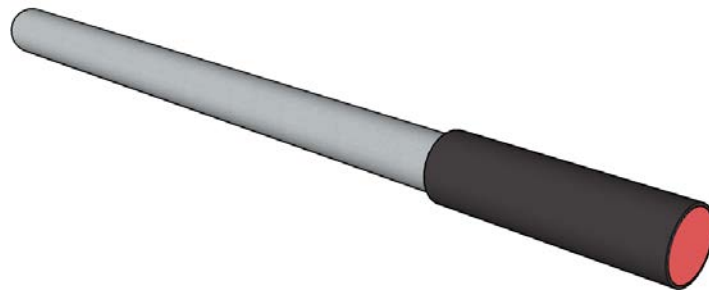
Før montering er det mulig å belegge eller pulverlakkere stolper, også delen som støpes inn i betong, men det anses som en risiko at det kan oppstå små sprekker i slike belegg som gir kraftige, lokale korrosjonsangrep på innredningen.

Det finnes produkter på markedet som er laget i korrosjonsresistent materiale (plastbelagte trestolper, stolper av glassfiber o.l.). Produktene eliminerer faren for galvanisk korrosjon og anses som gode alternativer til galvanisert stål, dersom fastheten er høy nok til å motstå dimensjonerende laster i husdyrbygg.

Dersom bonden ønsker å bruke standard innredning i galvanisert stål kan følgende prinsipp foreslås som en rimelig, korrosjonsresistent løsning ved innstøping. Metoden er mest aktuell for montering av innredning i nye driftsbygninger og har vært utprøvd tidligere:

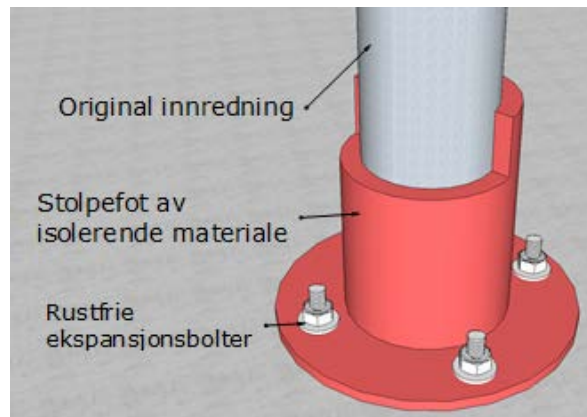


Endehylsen og krympestrømpen må være av robuste, ionetette materialer, slik at innredningen isoleres fra armering. Det bør vurderes fiberarmert materiale for krympestrømpene. Metoden er fleksibel, da den kan monteres på standard innredning uten spesialutstyr. Prinsippet kan også benyttes for kvadratiske stolper.



- i** De isolerende materialene må være langtidsbestandige i miljøet de skal brukes i.*
- i** Krympestrømpen bør nå så høyt opp på stolpen at husdyrgjødsel ikke kan komme i kontakt med det galvaniserte stålet. Vær spesielt oppmerksom på dette dersom metoden skal benyttes i husdyrbygg med talle..*
- ✓** Dersom innredningen monteres etter ovennevnte prinsipp frafaller kravene til potensialutjevning av innredningen. Det må uansett kontrollmåles at motstanden mellom innredning og jord er større enn 10000 Ohm.*

Ved rehabilitering av husdyrbygg med innredning som er skadet av korrosjon foreslås et annet prinsipp som ikke krever at det kjernebores nye hull i betongen. Nederste del av den eksisterende innredningen med skader kan kappes med vinkelsliper og erstattes med stolpeføtter av isolerende materiale. Dette vil effektivt bryte både metallisk og elektrolytisk kontakt mellom innredning og armering.



*Selv om ekspansjonsboltene skulle komme i kontakt med armering, vil stolpefoten sørge for at det ikke blir metallisk eller elektrolytisk kontakt mellom armering og innredning.*



*Dersom innredningen monteres etter ovennevnte prinsipp frafaller kravene til potensialutjevning av innredningen. Det må uansett kontrollmåles at motstanden mellom innredning og jord er større enn 10000 Ohm.*

## Offeranoder

På båter er det svært vanlig å benytte offeranoder for å beskytte metalldele som er utsatt for korrosjon. Offeranoden kobles gjerne til skrog og motordeler og har som eneste oppgave å ofre seg for de metallene man ønsker å beskytte. Det er en forutsetning at offeranodene har et lavt elektrodepotensial, og det vanligste metallet som benyttes kommersielt er sink. Det finnes også offeranoder for innstøping i betong, som effektivt kan beskytte mot armeringskorrosjon. De fleste anoder av denne typen består av en sinkkjerne som er innstøpt i mørtel. Mørtelen er tilsatt et aktiveringsstoff som forhindrer sinkkjernen i å passiveres over tid.



a) Offeranode på båtskrog b) Galvanisk anode for innstøping c) Galvanisk anode for innstøping type II

Offeranoder kan brukes for å forhindre korrosjon i husdyrbygg, både på armering og innredning. For innredning vil løsningen kreve oppfølging, fordi anodene må byttes jevnlig, da de forbrukes i korrosjonsprosessen. Antal anoder og størrelsen på disse må normalt beregnes for hvert enkelt tilfelle. Offeranoder kan være en relativt billig løsning for å utsette et større rehabiliteringsbehov, men det vil ikke løse korrosjonsproblematikken.

Dersom det benyttes offeranoder i husdyrbygg er det viktig å lage en oversikt over hvor de er plassert. Etter montering bør anodene kontrolleres ofte, minst annenhver måned, og byttes når en viss andel av sinkvolumet er forbrukt. Normalt anbefales det at anodene byttes ut når halvparten er forbrukt, men ved svært høy korrosjonshastighet kan det være hensiktsmessig å bytte oftere.

Det kan være utfordrende å beskytte med offeranoder i husdyrbygg, da det kan være veldig mange punkter som krever beskyttelse. Dette gjør også oppfølgingen tidkrevende.



*Ved oppfølging er det ikke tilstrekkelig å kun kontrollere et fåtall av offeranodene, da korrosjonsaktiviteten kan være vesentlig større lokalt.*



*Offeranodene bør monteres så nær det man ønsker å beskytte som mulig.*



*Sørg for at det er god kontakt, både metallisk og elektrolytisk, mellom offeranoden og stålet som skal beskyttes.*



### 13. Oppsummering: Armeringskorrosjon i husdyrbygg

Karbonatisering og kloridinntrengning i betong bryter ned det beskyttende passivsjiktet på armeringsoverflaten og tillater initiering av korrosjon. Armeringskorrosjon fører til en direkte svekkelse av bæresystemet og anses som den mest alvorlige nedbrytningsmekanismen knyttet til korrosjon i husdyrbygg.

Skadeutvikling på innstøpt armering er vanskelig å observere før skadene blir betydelige og fører til riss i betongen eller avskallinger. Det finnes ikke-ødeleggende målemetoder for å anslå sannsynlighet for korrosjon og korrosjonshastighet, men det kreves en viss grad av kompetanse for å tolke måledata.

Kjemikalier fra husdyrgjødsel kan dessuten bryte ned betongen rundt armeringen. Dette vil ødelegge den naturlige beskyttelsen av armeringen og store skader kan på denne måten utvikles på relativt kort tid.

Bonden bør selv kontrollere betongen med jevne mellomrom og gjøre vedlikehold selv, men det er svært viktig at reparasjoner utføres på riktig måte. Det anbefales at bonden tilkaller ekstern hjelp ved tegn til skader.

Det er viktig at bedrifter som utfører tilstandsanalyser av armert betong har tilstrekkelig kunnskap om skademekanismer, alvorligheten av nedbrytning, samt tiltaksvurdering. Ved inspeksjon av gjødselskjellere må kjelleren være tømt og ventilert, for å unngå innånding av giftige gasser.

I landbruket er det vanlig at bonden selv er byggherre og står ansvarlig for oppføring av konstruksjoner, vurdering av vedlikeholdsbehov og store deler av utførelsen. Betongrehabilitering kan være komplisert å utføre riktig. Derfor anbefales det at bonden ikke legger til grunn for stor egeninnsats og at ekstern kompetanse hentes inn ved større arbeider, både for prosjektering og utførelse.

Når det gjelder skadebegrensende tiltak for betong i husdyrbygg er det mest å vinne gjennom god prosjektering og utførelse ved oppføring av nybygg. Det er i tiden før husdyrbygget tas i bruk at en har mulighet til å forhindre inntrengning av husdyrgjødsel i betongen. Da fjerner man den viktigste årsaken til initieringen av armeringskorrosjon, og det anbefales at det ikke tas noen snarveier i denne fasen.

I husdyrbygg hvor det allerede har oppstått skader som følge av armeringskorrosjon, er det også gode muligheter for å bremse pågående skadeutvikling og forlenge byggets restlevetid gjennom vellykkede rehabiliteringer. Det henvises i hovedsak til eksisterende litteratur og standardverk, hvor både prosjektering og utførelse for nybygg og ved rehabilitering er godt beskrevet. Visse tiltak diskuteres likevel nærmere her:



## Betongarbeider i nybygg

Betongen som brukes i husdyrbygg må være av tilstrekkelig kvalitet, både når det gjelder fasthet og permeabilitet, og dette vil påvirke hvor motstandsdyktig betongen er mot ulike typer nedbrytning. Krav til betongsammensetningen for ulike eksponeringsklasser er gitt i NS-EN 206-1. Her presiseres det blant annet at det skal anvendes minst 4% silikastøv i betong som er utsatt for husdyrgjødsel. Sammensetning av betongen som bestilles bør diskuteres med teknologer hos betongleverandøren, slik at materialet skal tåle å stå i det aktuelle miljøet over lang tid.

Blandeverkene i Norge har som regel gode kontrollrutiner, og lav betongkvalitet var trolig et større problem tidligere, men det anbefales at det utføres mottakskontroll av betongen. I tillegg kan blandeverkene trykkteste prøver av den leverte betongen for å dokumentere kvaliteten.

Gjennom utførelse av betongkonstruksjoner skal alle arbeidsoperasjoner skje i henhold til den prosjekterte beskrivelsen, samt gjeldende standarder og regelverk.

Ved støpearbeider bør det utarbeides en støpeplan. Dette kan være viktig for å unngå at støpeskjøter blir et svakt punkt. Før, under og etter støpearbeidene må arbeidsoperasjoner kvalitetskontrolleres og dokumenteres.

Gode herdetiltak bør iverksettes etter utstøping. Etter glatting av betongoverflaten bør betongen umiddelbart tildekkes med plast. Normalt bør betongen vannes under plasten etter ett til to døgn og det bør holdes fuktig i minimum en uke etter utstøping før plasten kan fjernes. Denne typen tiltak forhindrer uttørking som kan forårsake riss i betongoverflaten. I bruksfasen kan slike riss være svært utsatt for inntrengning av aggressive stoffer.

Beskytt betongen mot frost gjennom størknings- og herdefasen. Dette kan gjøres ved firing og isolering. Herdningsaksellererende tilsetningsstoffer kan med fordel benyttes. Betongen utvikler relativt mye varme når herdeprosessen kommer i gang. Diskuter planlegging av vinterstøp med betongleverandør.

## Rehabilitering

Som nevnt, anbefales det at egeninnsats bør begrenses ved rehabilitering av betong. For reparasjon av betong som er skadet av armeringskorrosjon vises det til NS-EN 1504 *Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar*.

### Forbehandling

Tilstrekkelig rengjøring er vesentlig for å oppnå et godt sluttresultat ved betongrehabilitering. Løs betong må fjernes og kriteriene til hvor mye betong som må fjernes rundt armeringen avhenger av skadeårsak (klorider, karbonatisering etc.).

Vanlige metoder for forbehandling er meisling, vannmeisling, sliping og sandblåsing. Ved tilstrekkelig forbehandling fjernes de aggressive stoffene rundt armeringen og man danner et godt heftgrunnlag for produkter som benyttes til gjenoppbygging av betongen..

### Mekanisk reparasjon

Armering med betydelig tverrsnittsreduksjon må skiftes ut. Omfang og metode må avklares i samråd med statiker. Før gjenstøping kan korrosjonsbeskyttelse påføres armeringen. Dette gjenoppbygger den beskyttende passivfilmen på armeringsoverflaten og kan forhindre at aggressive stoffer kommer i kontakt med armeringen i fremtiden.

Gjenoppbygging av betongen gjøres med egnet mørtel/betong, som enten påføres ved håndmørtling, sprøyting, eller støp med forskaling. Det er viktig at den forbehandlede betongen forvannes for å forhindre at eksisterende betong suger til seg fuktighet fra ferske materialer som trengs i herdeprosessen. Reparasjonene sørger for gjenoppbygging av alkalinitet.



*Vær oppmerksom på at det ofte kan oppstå nye skader i randsonen av mekaniske reparasjoner på grunn av potensialforskjeller på armeringsoverflaten i overgangen mellom ny og gammel betong. Galvaniske anoder kan benyttes for å kompensere for dette.*

### Overflatebehandling

Belegging av betong anses som en svært effektiv metode for å forhindre inntrengning av fukt og aggressive stoffer. I tillegg kan belegg bedre hygien i husdyrrommet og forenkle renholdet. Belegging kan være kostbart, men dersom betongoverflater i utsatte områder belegges kan dette ha svært mye å si for konstruksjonens levetid. Belegningssystemer av polyuretan og epoksy anses som best egnet, først og fremst fordi systemene er utprøvd i husdyrbygg, men også på grunn av pris og fleksibilitet ved påføring. Det kreves ikke sprøytemaskiner eller spesialkompetanse ved utlegging, som for eksempel med systemer av polyurea.



*Belegningsmaterialet må ha god nok kjemisk bestandighet for det aktuelle miljøet og tåle mekaniske belastning fra husdyr og maskiner. I tillegg bør belegget være sklisikkert. Produktleverandører kan være behjelpelige ved valg av produkter.*

Det har vært tilfeller hvor enhetlig belegning av betongoverflater ikke har vært økonomisk forsvarlig i husdyrbygg, hvor det kun har blitt påført tynne sjikt med f.eks. polyuretanprimer. Dette er på langt nær så bestandig som komplette belegningssystemer, men det forhindrer effektivt inntrengning av fukt og aggressive stoffer. Slike løsninger kan være et alternativ, men vær oppmerksom på at de krever mer vedlikehold.



*Belegging av betong vil gjøre den vanntett. Dette krever at vann som ikke fordampes må ledes bort på andre måter. Det kan være nødvendig å etablere fall mot sluk, renner, spalter e.l.*



*Belegging av betong som allerede er forurenset av aggressive stoffer kan være effektivt for å bremse skadeutviklingen, men vær oppmerksom på at belegging alene ikke stopper pågående korrosjon.*



*Ved gjennomføringer (f.eks. montering av husdyrinnredning) på et belagt betongdekke må det tas hensyn til at dette kan skape lekkasjepunkter. Tilstrekkelig tetting er nødvendig*

Belegging av betongdekker kan også redusere faren for korrosjon på husdyrinnredning. Dersom man kan forhindre elektrolytisk sammenkobling av armering og innredning dannes det heller ingen galvaniske korrosjonsceller. For innstøpte stolper vil fremdeles betongen være en elektrolytt, men med langt høyere resistivitet enn om betongen hadde vært infisert av klorider/husdyrgjødsel.

Ved belegging av dekker kan det være nyttig å vurdere å etablere hulkiler mot innredning og belegge hulkilene et stykke opp på innredningen.

For prefabrikkerte betongelementer som brukes i husdyrbygg, som spalteplank, er det trolig mindre nyttig med belegging enn på plastøst betong. Prefabrikkerte elementer er ofte av høyere kvalitet, ettersom elementfabrikkene har bedre kontroll på faktorer som komprimering, herding, armeringsføring osv. Derfor er det normalt mindre grad av skadeutvikling på moderne betongelementer. Tidligere har kvaliteten på spalteplank vært for dårlig, og det har sannsynligvis vært en medvirkende årsak til brudd i slike deler, men leverandører av spalteplank forteller at det ikke skal være nødvendig med vedlikehold av moderne spalteplank på 20-30 år. Kostnadene for å skifte ut slike elementer ved behov er heller ikke så stor. Husdyrbygg bør konstrueres og brukes slik at utskifting av elementer lar seg gjøre uten for store inngrep.



*Betongelementer må tilstandvurderes på tross av hva leverandør har oppgitt som forventet levetid.*

## Elektrokjemisk behandling

Det finnes elektrokjemiske behandlingsmetoder for betong, og mange hevder at den eneste måten å stoppe kloridinitert armeringskorrosjon på er katodisk beskyttelse. Prinsippet går ut på at man påfører eller monterer et anodemateriale, og påtrykker en likespenning fra en ekstern strømkilde. På denne måten kan man kontrollere korrosjonsstrømmene og flytte selve korrosjonsprosessen over mot anoden, som ikke er en bærende del av konstruksjonen.

Katodisk beskyttelse av armering i betong gir flere ønskede resultater:

- Reduserer eller stopper korrosjon på armeringen
- Bygger opp ny alkalinitet rundt armeringen
- Reduserer klorinnhold i betongen rundt armeringen.

Det har tidligere vært diskutert hvorvidt elektrokjemiske behandlingsmetoder er egnet for husdyrbygg og private formål, da det kan være kostbart i innkjøp og komplisert i utførelse. Elektrokjemisk behandling er heller ikke godt utprøvd for beskyttelse av betongkonstruksjoner i husdyrbygg. Ved spesielle behov kan metodene vurderes i samråd med konsulenter for betongrehabilitering.