

---

RAPPORT

# Levang ferjeleie

---

OPPDRAAGSGIVER

Statens vegvesen

EMNE

Korrosjonsbeskyttelse av spunt

DATO / REVISJON: 9. januar 2019 / 04

DOKUMENTKODE: 713584-RIMAT-RAP-01

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. 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

OPPDRAAG	<b>Levang ferjeleie</b>	DOKUMENTKODE	713584-RIMAT-RAP-01
EMNE	Korrosjonsbeskyttelse av spunt	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Statens vegvesen</b>	OPPDRAAGSLEDER	Åge Dyb
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Jon Luke
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS
GNR./BNR./SNR.	X / X / X /		

## SAMMENDRAG

Som del av oppdraget Levang ferjeleie har Multiconsult blitt bedt om å prosjektere korrosjonsbeskyttelse av spunt for 50 års levetid. Spunten anbefales korrosjonsbeskyttet ved en kombinasjon av korrosjonsmonn, maling og katodisk beskyttelse. Korrosjonshastigheter, tiltak og definerte tiltakszoner er vist på Figur 3.

På grunn av korrosjonshastigheten er det nødvendig med 6,75 mm korrosjonsmonn i tiltakszone 4. Ved beregning av spunttykkelse av hensyn til lastkapasitet har Multiconsult kommet fram til en tykkelse som gir et tilgjengelig korrosjonsmonn på 7,5 mm. Det er derfor ikke nødvendig med andre tiltak i tiltakszone 4.

I tiltakszone 1 ville det vært nødvendig med 20 mm korrosjonsmonn. Det er derfor økonomisk og hensiktsmessig å treffe tiltak for å redusere nødvendig korrosjonsmonn. Det anbefales derfor å påføre maling på begge sider av spunten.

I tiltakszone 2 ville det også vært nødvendig med 20 mm korrosjonsmonn. Det anbefales derfor å bruke katodisk beskyttelse på sjøsiden av tiltakszone 2 og 3. Totalt skal det brukes 170 offeranoder med en samlet masse på 2720 kg. Anodemengden forutsetter at tiltakszone 2 og 3 males på sjøsiden for å unngå stor økning i antall offeranoder.

Ved bruk av offeranoder på sjøsiden av tiltakszone 2 og 3 er det tilstrekkelig med korrosjonsmonn på 6,75 mm på landsiden av tiltakszone 2 og 3.

Dersom det benyttes en annen offeranode enn den det er tatt utgangspunkt i ved beregninger, må anodeegenskaper vurderes på nytt og anodemengden beregnes på nytt.

04	2019-01-09	Tatt hensyn til kommentarer fra SVV	JOML	CWM	AGED
03	2019-01-03	Tatt hensyn til kommentarer fra SVV	JOML	CWM	AGED
02	2018-12-19	Tatt hensyn til kommentarer fra SVV	JOML	CWM	AGED
01	2018-12-14	Tatt hensyn til innspill fra uavhengig kontroll bestilt av Multiconsult	JOML	CWM	AGED
00	2018-12-07	Prosjekteringsrapport	JOML	CWM/AKH	AGED
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Design basis .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av konstruksjonen .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Krav til korrosjonsbeskyttelse .....</b>	<b>6</b>
4.1	Katodisk beskyttelse .....	6
4.1.1	Bruk av offeranoder .....	6
4.1.2	Prosjekteringsstandard .....	6
4.2	Maling .....	7
4.3	Korrosjonsmonn .....	7
<b>5</b>	<b>Prosjektert korrosjonsbeskyttelse .....</b>	<b>7</b>
5.1	Korrosivitet i ulike soner .....	7
5.2	Korrosjonsmonn .....	9
5.3	Katodisk beskyttelse og maling .....	9
5.3.1	Kombinasjon av katodisk beskyttelse og maling .....	9
5.3.2	Beregning av katodisk beskyttelse .....	9
5.3.3	Legering offeranoder .....	10
5.3.4	Vertikal plassering av anoder .....	10
5.3.5	Horisontal plassering av anoder .....	10
5.3.6	Sveising av anoder .....	10
5.3.7	Kontinuitet .....	11
5.3.8	Måling av potensial .....	11
5.4	Maling .....	11
5.4.1	Tiltakssone 1 .....	11
5.4.2	Tiltakssone 2 og 3 .....	12
5.5	Duplex stål & HISC – «Hydrogen induced stress cracking» .....	12
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Beregning av katodisk beskyttelse .....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>14</b>

## 1 Innledning

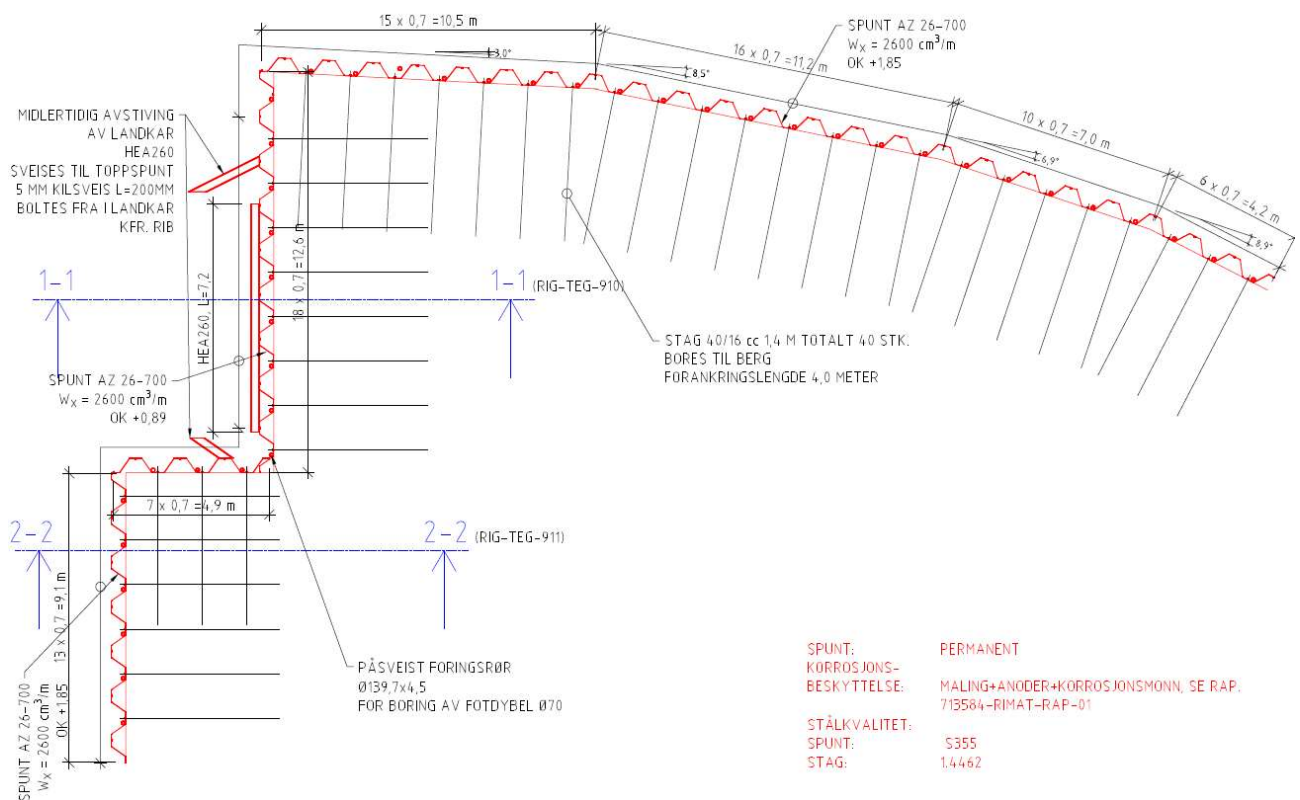
Som del av oppdraget Levang ferjeleie har Multiconsult blitt bedt om å prosjektere korrosjonsbeskyttelse av spunt. Dette er en prosjekteringsrapport for korrosjonsbeskyttelsen.

## 2 Design basis

- Levetid til konstruksjonen skal være 50 år.
- Prosjektert spunt
  - RIG-TEG-900 <sup>Ref. 1</sup>
  - RIG-TEG-911 <sup>Ref. 2</sup>
  - RIG-TEG-912 <sup>Ref. 3</sup>
- Krav til korrosjonsbeskyttelse i henhold håndbøker fra Statens vegvesen
  - Håndbok N400 Bruprosjektering <sup>Ref.4</sup>
  - Håndbok R762 Prosesskode 2 <sup>Ref.5</sup>
- NS-EN 1995-3 Prosjektering av stålkonstruksjoner. Del 5: Peler og spunt <sup>Ref.6</sup>.

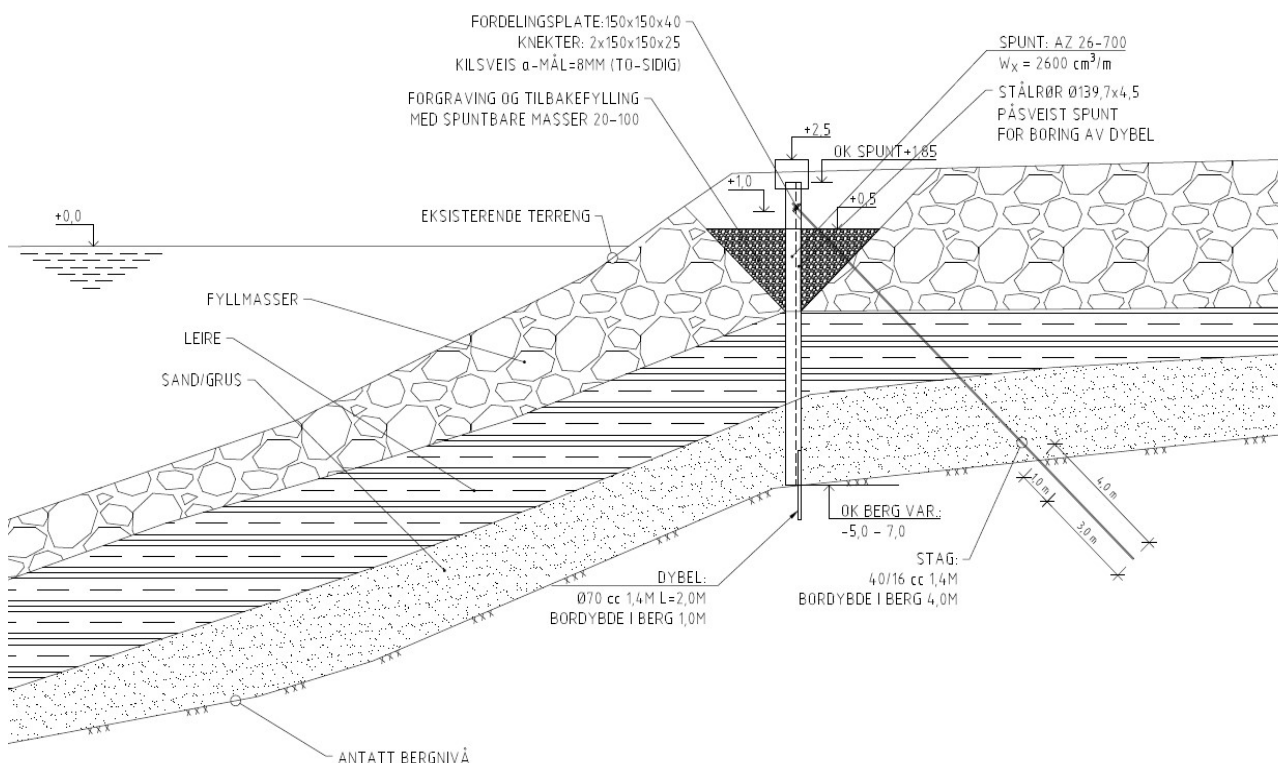
## 3 Beskrivelse av konstruksjonen

Spunten er vist på plantegning, se utklipp i Figur 1. Tegningen viser at spunten er 59,5 m lang.



Figur 1 Utklipp fra plantegning <sup>Ref.1</sup>

Masser som omgir spunt er vist på Figur 2. Øverst skal masser graves bort og erstattes med spuntbare masser før ramming. Videre skal spuntens ramme ned i et lag med leire og et lag med sand/grus.



Figur 2 Masser som omgir spunt Ref.2

## 4 Krav til korrosjonsbeskyttelse

### 4.1 Katodisk beskyttelse

#### 4.1.1 Bruk av offeranoder

Håndbok (HB) N400 Bruprosjektering<sup>Ref.4</sup> slår fast at det ved bruk av katodisk beskyttelse skal brukes offeranoder, og ikke påtrykt strøm. Dette er presisert i ståldelen i Kapittel 8.4.2: «Permanent neddykkede ståloverflater for bærende konstruksjoner skal ha katodisk beskyttelse med offeranoder (...)».

#### 4.1.2 Prosjekteringsstandard

Håndbøkene til Statens vegvesen tolkes slik at katodisk beskyttelse skal prosjekteres i henhold til NS-EN ISO 13174. I prosess 88.337 i HB R762 Prosesskode 2 er det krav til prosjektering i henhold til NS-EN ISO 13174 *Katodisk beskyttelse av havneinstallasjoner*. I HB N400 Kapittel 8.4.2 om katodisk beskyttelse av stål står det ikke noe om prosjekteringsstandard. Men det er vist til Kapittel 7.9.14 om katodisk beskyttelse av betong under vann. Der spesifiseres det at offeranoder skal prosjekteres i henhold til DNV-RP-B401: *Cathodic protection* og NORSOK Standard M503: *Cathodic protection*. Disse tre dokumentene har mange likheter, men det anses som at det er kravet om å bruke NS-EN ISO 13174 som gjelder. Det er henvist til NS-EN ISO 13174 i en prosess som er skrevet spesifikt for stål. Mens henvisning til de andre standardene står under prosesser for betong.

## 4.2 Maling

Det anbefales å bruke malingsssystem 7A i NORSOK M-501. Dette utføres på følgende måte:

- Forbehandling:
  - Sandblåsing iht. ISO 8501-2<sup>Ref.7</sup> til Sa 2 ½
  - Krav til ruhet iht. ISO 8503<sup>Ref.8</sup>: Grade Medium G, 50µm -85 µm, R<sub>v5</sub>
- Malingsystem: To strøk med glassflakpolyesterbasert maling. Total tørrfilmtykkelse (TFT) på minimum 600 µm per strøk.

De store malingsleverandørene har gode erfaringer med dette systemet. Malingsystemet har stått seg uten vesentlig degradering i 30-40 år uten vedlikehold på jacketer i Nordsjøen. Malingsystemet skal ha god bestandighet mot hydrogengasser som utvikles ved katodisk beskyttelse. Det skal også ha god bestandighet mot andre påkjenninger som ramming, is og vannstrømminger.

NORSOK M-501<sup>Ref.9</sup> angir krav til prekvalifisering av malingsystemet iht. ISO 20340<sup>Ref.10</sup>. For øvrig henvises det til ISO 12944-5 Ref. <sup>13</sup> for malingsystem som har levetid H<sub>0y</sub>, i marint miljø, C5.

## 4.3 Korrosjonsmonn

Miljø, korrosjonshastigheter og nødvendig korrosjonsmonn for 50 års levetid dersom andre tiltak ikke treffes er vist i Tabell 1.

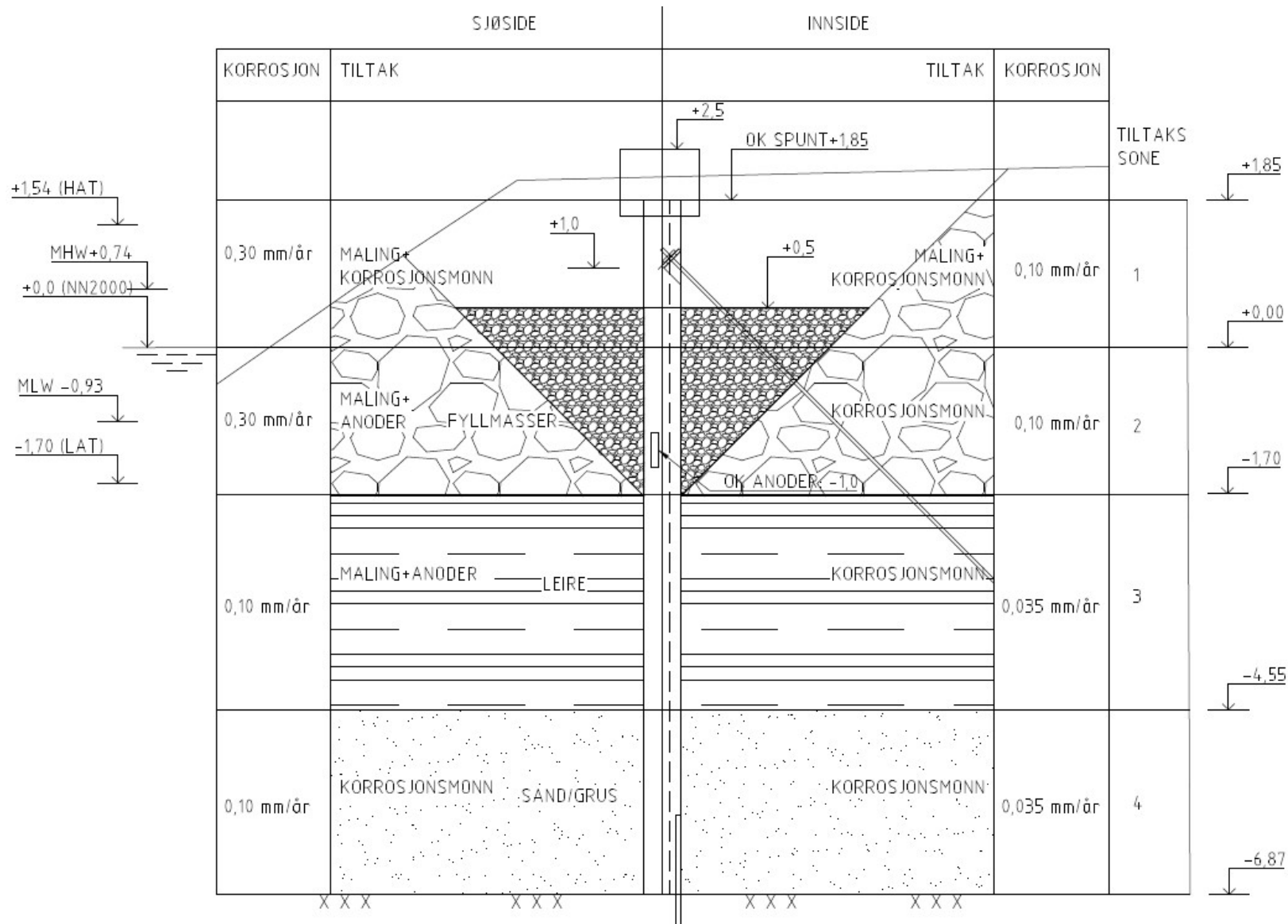
Tabell 1 Miljø, korrosjonshastighet og nødvendig korrosjonsmonn (dersom det ikke treffes andre tiltak)<sup>Ref.11</sup> og <sup>Ref.6</sup>.

Tiltakssone iht. Figur 3	Sjøside av spunt	Landside av spunt
Tiltakssone 1	Miljø: Saltvann, sprutsone Korrosjonshastighet: 0,30 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 15 mm	Miljø: Saltvann, permanent neddykket Korrosjonshastighet: 0,10 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 5 mm
Tiltakssone 2	Miljø: Saltvann, sprutsone Korrosjonshastighet: 0,30 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 15 mm	Miljø: Saltvann, permanent neddykket Korrosjonshastighet: 0,10 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 5 mm
Tiltakssone 3	Miljø: Saltvann, permanent neddykket Korrosjonshastighet: 0,10 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 5 mm	Miljø: Lettere forurenset naturlig avsatte jordarter Korrosjonshastighet: 0,035 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 1,75 mm
Tiltakssone 4	Miljø: Saltvann, permanent neddykket Korrosjonshastighet: 0,10 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 5 mm	Miljø: Lettere forurenset naturlig avsatte jordarter Korrosjonshastighet: 0,035 mm/år Nødvendig korrosjonsmonn: 1,75 mm

## 5 Prosjektert korrosjonsbeskyttelse

### 5.1 Korrosivitet i ulike soner

Spunten er omgitt av ulike typer miljø, som gir ulik korrosjonshastighet. Det er derfor definert fire ulike tiltakssoner, med hver sine tiltak. Disse er vist på Figur 3.



Figur 3 Tiltaksone, anbefalte tiltak og korrosjonshastighet dersom ingen andre tiltak treffes <sup>Ref.12</sup>



## 5.2 Korrosjonsmonn

Som vist i Tabell 1 tilsier korrosjonshastigheten i tiltakssone 1 og 2 at det er nødvendig med 20 mm korrosjonsmonn, dersom andre tiltak ikke treffes. Så stort korrosjonsmonn anses som uhensiktsmessig og uøkonomisk. Det anbefales derfor å treffe andre tiltak for å redusere kravet til korrosjonsmonn.

Som vist i Tabell 1 er det nødvendig med 6,75 mm korrosjonsmonn i tiltakssone 4. Tilgjengelig korrosjonsmonn er 7,5 mm, derfor er det ikke nødvendig med andre tiltak i tiltakssone 4.

Sjøsidene av tiltakssone 2 og 3 vil bli beskyttet med offeranoder, som forklart i 5.3.1. På landsiden av tiltakssone 2 og 3 er det nødvendig med henholdsvis 5 mm og 1,75 mm korrosjonsmonn. Det er dermed ikke nødvendig med andre tiltak på landsiden av tiltakssone 2 og 3.

## 5.3 Katodisk beskyttelse og maling

### 5.3.1 Kombinasjon av katodisk beskyttelse og maling

Sjøsidene av tiltakssone 2 anbefales beskyttet ved katodisk beskyttelse ved bruk av offeranoder. Ved bruk av offeranoder på sjøsidene i tiltakssone 2, må den katodiske beskyttelsen også dimensjoneres for tiltakssone 3. Grunnen til det er at del av spunt i tiltakssone 3 er omgitt av leire, som har liten elektrisk motstand. Dermed vil del av spunt i tiltakssone 3 trekke beskyttelsesstrøm på samme måte som del av spunt i tiltakssone 2. Del av spunt i tiltakssone 4 er omgitt av sand/grus, som har mye større elektrisk motstand. Denne delen vil i liten grad trekke beskyttelsesstrøm. I beregningene er dette forenklet til at del av spunt i tiltakssone 4 ikke trekker noe beskyttelsesstrøm.

Det er anbefalt å male sjøsidene av tiltakssone 2 og 3 for å unngå et behov for stor økning i antall offeranoder. Maling er beskrevet i Kapittel 4.2. I beregningene av anoder er det antatt en slitasje på 25 % av malingsarealet ved ramming, og en årlig slitasje på 0,5 %. Dette gir en samlet slitasje etter 50 år på 50 %.

Ifølge Tabell 1 er sjøsidene av spunt omgitt av det samme miljøet i tiltakssone 1 og 2. Likevel er det anbefalt ulike tiltak. En årsak til det er at det er mindre usikkerhet knyttet til slitasje av maling i tiltakssone 1. I tiltakssone 2 er det større usikkerhet knyttet til malingsslitasje fordi denne delen rammes lenger ned i fyllmasser. I tillegg er det kompensert med maling på landsiden av tiltakssone 1, som beskrevet i Kapittel 5.4, for å redusere korrosjon på den siden.

### 5.3.2 Beregning av katodisk beskyttelse

Beregninger av offeranoder er vist i Kapittel 7.

Ved beregning av katodisk beskyttelse er det nødvendig å ta utgangspunkt i egenskapene til en anode. Det er valgt å ta utgangspunkt i anodetypen MME 16Z som føres av leverandøren MME Group. Informasjon om anodens egenskaper er tilgjengelig på MMEs internettsider. Det er valgt en anode av typen flush mounted, for å unngå skader ved ramming og tilbakefylling av masser. Beregningene viser at det skal brukes 170 sinkanoder med en masse på 16 kg per anode. Ved bruk av en annen anode må anodeegenskapene vurderes på nytt og beregningene gjøres på nytt. Grunnen til at det er nødvendig med så mange anoder er at det er en begrensning på hvor lange de kan være. Det er forutsatt at anodene plasseres mellom middel lavvann og leirelag, se 5.3.4. Det er også forutsatt at anodene skal monteres vertikalt for å unngå skader ved ramming og tilbakefylling.

Det skal brukes sinkanoder fordi de er godt egnet i masser, i motsetning til aluminium som er godt egnet i sjøvann.

### 5.3.3 Legering offeranoder

Ifølge NS-EN ISO 13174 skal offeranodene tilfredsstille krav til legering i NS-EN 12496. I Annex B, tabell B.1 er det angitt krav til legering. Anoden det er tatt utgangspunkt i tilfredsstiller disse kravene.

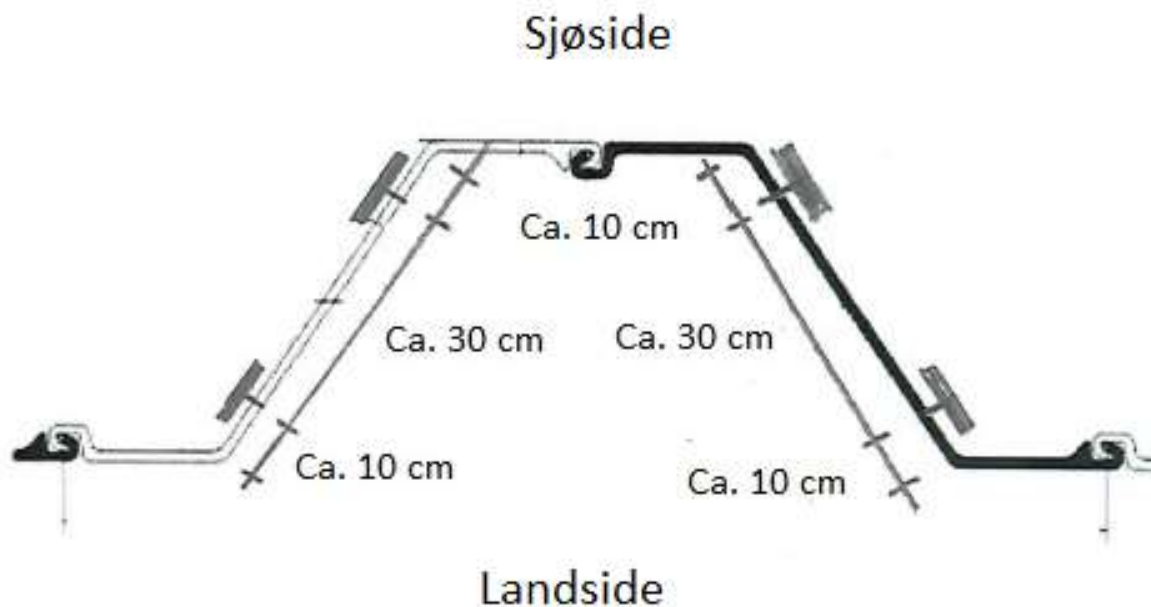
### 5.3.4 Vertikal plassering av anoder

Anoder skal plasseres under middel lavvann, slik at de nesten alltid er neddykket Ref. <sup>13</sup> pkt. D.3. Samtidig er det ønskelig at de ikke plasseres så langt ned på spunt at de rammes ned i leirelaget. Grunnen til det er at det er usikkerhet knyttet til mekanisk påkjenning på anodene. Det kan også være gunstig at de plasseres i fyllmasser, fordi denne delen av spunten har større behov for beskyttelse enn delen i leirelaget. Fyllmassene forventes å ha noe mindre elektrisk motstand enn leirelaget. I så fall vil det føre til at del av spunt i fyllmasse beskyttes i noe større grad enn del av spunt i leirelaget. Anodene det er tatt utgangspunkt i er 0,425 m lange, og det er ca. 0,9 m fra middel lavvann til den dybden det skal graves til. Dybde til berg vil variere. Det er derfor viktig at anodene sveises på spunt etter hvert som det rammes, for at anodene skal bli montert i rett høyde.

Lengde fra sveisepunkt til sveisepunkt er 0,55 m. Det er ok at øverste sveisepunktet til anoden festes over middelvann, så lenge selve anoden festes under middelvann.

### 5.3.5 Horisontal plassering av anoder

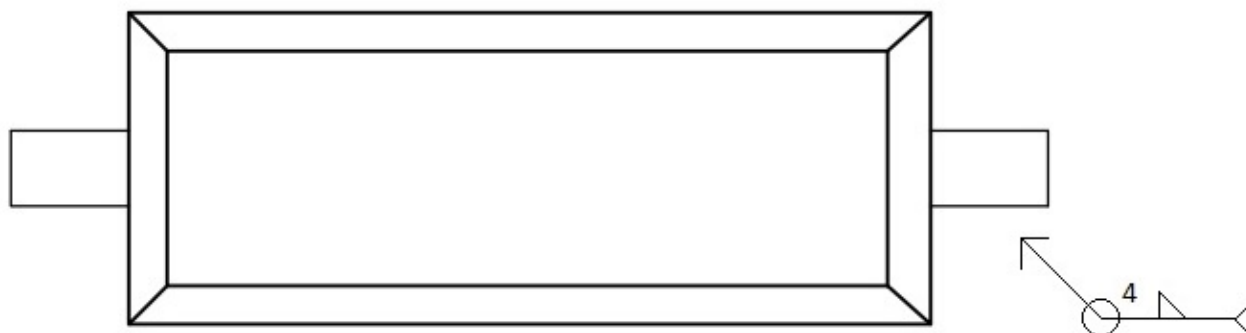
Beregning av senteravstand mellom offeranoder er vist i Kapittel 7. Beregningene viser en teoretisk anodemengde på 154 anoder, eller 1,8 anoder per nål. For at utførelsen skal være enklere anbefales det å gå opp til 2 anoder per nål. Dette vil gi 170 anoder totalt. Det anbefales at anodene monteres som vist på Figur 4. Sveising skal gjøres i henhold til HB R762 Prosesskode 2, prosess 85.24.



Figur 4 Innfesting av anoder

### 5.3.6 Sveising av anoder

Maling må slipes bort der anoder skal sveises på spunt. Sveising av anoder skal utføres som vist på Figur 5: festepunktene skal helsveises til spunten med en kilsveis med a-mål 4 mm. Sveis skal utføres iht. NS-EN 1090-2.



Figur 5 Sveising av anoder

### 5.3.7 Kontinuitet

Med det antall anoder som er anbefalt i denne rapporten, nemlig to per nål, er det ikke nødvendig med kontinuitet mellom nålene. Hver enkelt nål kan ses på som en uavhengig sone.

Det vil være nødvendig med kontinuitet mellom låsene dersom det skulle bli endringer i anodeantallet, og et av følgende skulle skje:

- Det blir ikke montert et likt antall anoder på hver nål
- Det blir ikke montert minst en anode per nål

I så fall skal kontinuitet sikres ved en sveis i hver lås. Deretter skal kontinuitet verifiseres ved testing, iht. pkt. 7.1 i NS-EN ISO 12696. I de delene av spuntten hvor det skal støpes en betongbjelke øverst, skal sveisen utføres øverst på nålene slik at sveisen blir innstøpt og dermed beskyttes mot korrosjon. I deler av spunt hvor det ikke skal støpes en betongbjelke øverst, skal sveisen utføres ved middel lavvann eller lavere. Da blir sveisen beskyttet mot korrosjon av offeranodene.

### 5.3.8 Måling av potensial

Når anodene er montert skal potensialet til spuntten måles for å verifisere at anodene gir tilstrekkelig beskyttelsesstrøm. Det skal utarbeides en plan for måling av potensial også i bruksfasen. Krav til testing og dokumentasjon av dette er gitt i NS-EN ISO 13174, kap. 8 og 9.

## 5.4 Maling

### 5.4.1 Tiltakssone 1

Det anbefales å beskytte tiltakssone 1 med maling på begge sider av spuntten. Slik unngås krav til 20 mm korrosjonsmonn, som det ellers ville vært som vist i Tabell 1. Korrosjonsmonnet på 6,75 mm som er nødvendig av hensyn til tiltakssone 4 vil vare i ca. 16 år.

Det er ingen malingsleverandører som garanterer at et malingsystem varer i 34 år. Men erfaring viser at malingsystemet som er beskrevet i Kapittel 4.2 har god nok bestandighet til å beskytte konstruksjonen i henhold til kravene for levetid.

Det er ikke mulig å beskytte tiltakssone 1 med offeranoder, da tiltakssone 1 er over middel lavvann Ref. <sup>12</sup> pkt. D.3.

### 5.4.2 Tiltakssone 2 og 3

Det anbefales å male sjøsiden av tiltakssone 2 og 3 for å redusere anodebehovet. Det anbefales at malingsystemet for tiltakssone 1 benyttes også i tiltakssone 2 og 3 av hensyn til enkel utførelse.

Maling må slipes bort der anoder skal sveises på spunt. Alternativet ville vært å maskere ut et ganske stort område der anodene kan bli plassert. Det anses som et bedre alternativ å slipe bort maling.

## 5.5 Duplex stål & HISC – «Hydrogen induced stress cracking»

For enkelte materialer, som duplex- og superduplex rustfrie stål, har man en mikrostruktur som lar seg påvirke av hydrogengass som dannes på katoden. Dersom spenningene er større enn 60% av flyt, kan dette resultere i at materialet sprekker. I dette tilfellet vil det bli brukt stag i duplex som står oppspent til ca. 60 %.

Stagene vil bli beskyttet av mørtel, og vil derfor ikke korrodere.

## 6 Konklusjon

Spunten anbefales korrosjonsbeskyttet ved en kombinasjon av korrosjonsmonn, maling og katodisk beskyttelse. Korrosjonshastigheter, tiltak og definerte tiltakssoner er vist på Figur 3.

På grunn av korrosjonshastigheten er det nødvendig med 6,75 mm korrosjonsmonn i tiltakssone 4. Ved beregning av spunttykkelse av hensyn til lastkapasitet har Multiconsult kommet fram til en tykkelse som gir et tilgjengelig korrosjonsmonn på 7,5 mm. Det er derfor ikke nødvendig med andre tiltak i tiltakssone 4.

I tiltakssone 1 ville det vært nødvendig med 20 mm korrosjonsmonn. Det er derfor økonomisk og hensiktsmessig å treffe tiltak for å redusere nødvendig korrosjonsmonn. Det anbefales derfor å påføre maling på begge sider av spunten.

I tiltakssone 2 ville det også vært nødvendig med 20 mm korrosjonsmonn. Det anbefales derfor å bruke katodisk beskyttelse på sjøsiden av tiltakssone 2 og 3. Totalt skal det brukes 170 offeranoder med en samlet masse på 2720 kg. Anodemengden forutsetter at tiltakssone 2 og 3 males på sjøsiden for å unngå stor økning i antall offeranoder.

Ved bruk av offeranoder på sjøsiden av tiltakssone 2 og 3 er det tilstrekkelig med korrosjonsmonn på 6,75 mm på landsiden av tiltakssone 2 og 3.

Dersom det benyttes en annen offeranode enn den det er tatt utgangspunkt i ved beregninger, må anodeegenskaper vurderes på nytt og anodemengden beregnes på nytt.

## 7 Beregning av katodisk beskyttelse

Krav til levetid	<b>Levetid</b>	50 år
NS-EN ISO 13174 B.3	<b>Antatt motstand i masser</b>	1,2 mΩ
RIG-TEG-911	<b>Geometri spunt</b>	
RIG-TEG-910	Høyde av spunt som skal beskyttes	5 m
Prosjekteringsunderlag	Antall løpemeter	59,5 m
NS-EN ISO 13174 A.4	Antall m <sup>2</sup> stål per løpemeter spunt	1,46
	Løpemeter bakside current drain	6 m
	Areal spunt som skal beskyttes	478 m <sup>2</sup>
MME	<b>Egenskaper anoder</b>	
MME	Type	Flush mounted
MME	Anodenavn	MME 16Z
MME	Lengde	0,425 m
MME	Bredde	0,165 m
MME	Masse initial	16 kg
MME	Høyde	0,038 m
MME	Closed circ. pot.	-1,05 V Ag/AgCl
NS-EN ISO 13174 Annex B	Exposed surface area	0,102425 m <sup>2</sup>
NS-EN ISO 13174 Annex B	xcore	0,004389 m <sup>2</sup>
NS-EN ISO 13174 Annex B	Forutsetning for regneark: lengde < 4*bredde	2,58 ok
NS-EN 12496 B.2	Current capacity (Q)	750 Ah/kg
NS-EN ISO 13174 B.2a)	<b>Utilization factor</b>	0,85
NS-EN ISO 13174 5.4.1 - Tab. A.2	<b>Design current densities A/m<sup>2</sup> in saline mud</b>	
	Initial	0,025 A/m <sup>2</sup>
	Maintenance	0,020 A/m <sup>2</sup>
	Final	0,020 A/m <sup>2</sup>
NS-EN ISO 13174 A.3	<b>Slitasje belegg</b>	
	Initial breakdown	0,25
	Deterioration breakdown rate	0,005
	Final breakdown	0,5
	Maintenance breakdown	0,375
NS-EN ISO 13174 5.4.3	<b>Protection current density Jc (current density coated steel)</b>	
	Initial, Jci	0,00625 A/m <sup>2</sup>
	Maintenance, Jcm	0,0075 A/m <sup>2</sup>
	Final, Jcf	0,01 A/m <sup>2</sup>
NS-EN ISO 13174 5.4.4	<b>Protection current demand</b>	
	Initial, li	3,0 A
	Maintenance, lm	3,6 A
	Final, lf	4,8 A

NS-EN ISO 13174 B.	<b>Anode resistance (Ra), current and life determination</b>		
NS-EN ISO 13174 B.1.3	Ra,i	1,18 Ω	
NS-EN ISO 13174 B.2	Ra,f	1,18 Ω	
	<b>Minimum net weight requirement</b>		
NS-EN ISO 13174 B.6	Wtotal	2464 kg	
	<b>Anode current output</b>		
NS-EN ISO 13174 5.5	Ia,i	0,21 A	
	Ia,f	0,21 A	
	<b>Total anode current capacity</b>		
DNVGL-RP-B401 7.8.3	Ca	10200 Ah	
	<b>Antall anoder</b>		
	Maintenance	154,0 Anoder	
	Behov antall hele anoder	154,0 Anoder	
DNVGL-RP-B401 7.8.4	<b>Tester</b>		
	Ca tot	1570800,0 >	1570722,75 ok
	Ia,tot,i	32,6 >	3,0 ok
	Ia,tot,f	32,6 >	4,8 ok
	<b>Antall anoder per nål</b>		
Prosjekteringsunderlag	Antal anoder	154,0 m	
Prosjekteringsunderlag	Antall nåler	85 stk	
	Antall anoder per nål	1,81 stk	
	Av hensyn til antallet skal antallet anoder per nål være	2 stk	
	Dette gir totalt antall anoder	<b>170 anoder</b>	
	Total masse anoder	<b>2720 kg</b>	

## 8 Referanser

<sup>1</sup> Tegning RIG-TEG-900

<sup>2</sup> Tegning RIG-TEG-911

<sup>3</sup> Tegning RIG-TEG-912

<sup>4</sup> Håndbok N400 Bruprosjektering

<sup>5</sup> Håndbok R762 Prosesskode 2

<sup>6</sup> NS-EN 1995-3 Prosjektering av stålkonstruksjoner. Del 5: Peler og spunt

<sup>7</sup> ISO 8501-2 Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 2: Preparation grades of previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings

<sup>8</sup> ISO 8503 Forbehandling av ståloverflater før påføring av maling og lignende produkter - Ruhetsprofil for blåserensede ståloverflater - Del 1: Spesifikasjoner og definisjoner for ISO-overflateprofilkomparatorer for bedømmelse av blåserensede overflater (ISO 8503-1:2012)

<sup>9</sup> NORSOK M-501. ed 6 Surface preparation and protective coating

<sup>10</sup> ISO 20340 Paints and varnishes. Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures

<sup>11</sup> Peleveiledningen 2012, kapittel 6.0.5

<sup>12</sup> Tegning RIG-TEG-913

<sup>13</sup> NS-EN ISO 13174 Katodisk beskyttelse av havneinstallasjoner