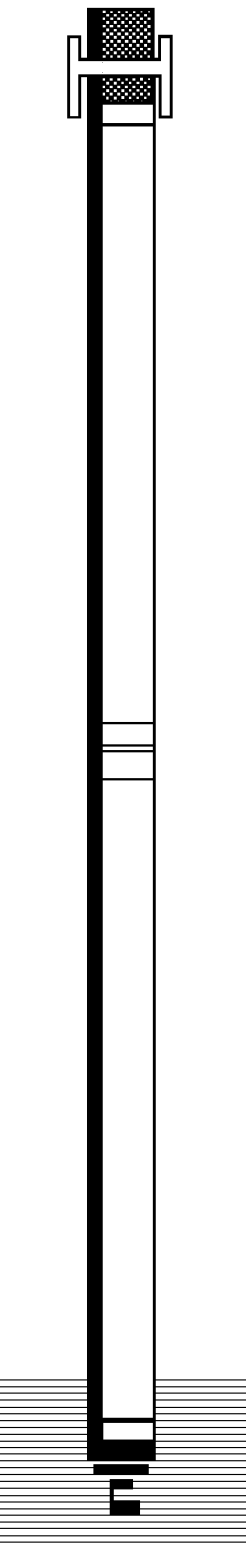


PÅLKOMMISSIONEN

Commission on Pile Research

Information 2011:1

Geotekniska undersökningar som underlag för
dimensionering av rostmån för stålrörspålar,
rostskyddsdimensionering av stålpålar



Stockholm 2011

FÖRORD

Pålkommisionen tillsatte under hösten 2009 en arbetsgrupp som fick i uppdrag att studera geotekniska undersökningar som underlag för dimensionering av rostmån för stålörspålar, rostskyddsdimensionering av stålörpålar. Syftet är att ta fram förslag till erforderliga geotekniska fält- och laboratorieundersökningar som underlag vid rostskyddsdimensionering av stålörpålar. Resultatet ämnar vara ett stöd med projekteringsanvisningar att tillämpa vid utformningen av geotekniska undersökningsprogram i de fall korrosion är en frågeställning.

Genomförandet av projektet har skett i två etapper .

Etapp 1: Var står vi idag? Litteraturstudie

Etapp 2: Slutsatser och utvärdering av etapp 1

Korrosionsforskningen har inte inriktat sig på metoder (fält/laboratorie) utan orsaker och samband mellan korrosion och jordegenskaper. Ytterst få referenser beskriver vilka undersökningar som bör utföras i fält eller i vilken omfattning de bör utföras. Vi bör därför lära oss mer om orsakerna till korrosionen innan vi kan ange precisa krav på vilka och i vilken omfattning undersökningar bör utföras.

I branschen tillämpas schabloner som finns (Pålkommisionens Rapport 98) utan att genomföra fält/laboratorieundersökningar. Undersökningar utförs i för liten utsträckning. Det finns jordar som har en icke linjär korrosionshastighet, och vi kan idag inte med säkerhet säga när det kan tillämpas. Korrosion på konstruktioner i omgrävd jord är större än korrosionen på konstruktioner som drivits ner i öröd jord.

Geoteknikern måste inhämta underlag som gör det möjligt att klassa områdets förhållande (enkla/komplexa eller korrosiva). Kännedom om tidigare markanvändning (industrier, fyllningar, urlakningsprocesser, markhöjning, deponier) är viktigt. Det finns ett stort behov av branschutveckling avseende geotekniska fält- och laboratorieundersökningar.

Arbetet initierades av Ruukki 2009 och har finansierats av Ruukki och Pålkommisionen.

Arbetsgruppen har bestått av:

Peter Zackrisson, SGI

Mats Larsson, Ruukki

Innehållsförteckning

FÖRORD.....	2
<u>1</u> <u>UPPDRAG</u>	<u>7</u>
<u>2</u> <u>BAKGRUND</u>	<u>7</u>
<u>3</u> <u>GEOTEKNISKA OCH MILJÖTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</u>	<u>8</u>
<u>4</u> <u>FÄLT- OCH LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR</u>	<u>10</u>
<u>5</u> <u>ARBETSMETODIK – REKOMMENDATIONER</u>	<u>11</u>

1 UPPDRAG

På uppdrag av Ruukki Sverige AB och Pålkommisionen har SGI tagit fram förslag till vilka geotekniska fält- och laboratorieundersökningar som bör utföras som underlag för rost-skyddsdimensionering av stålplåtar.

Syftet med uppdraget är att de generella anvisningarna ska tillämpas av handläggande geotekniker vid planering av geotekniska undersökningar då pålning med stålplåtar kan vara aktuell. Ett övergripande syfte är även att höja kunskapsnivån avseende behov och typ av geotekniska undersökningar vid dimensionering av stålplåtar avseende korrosion.

Etapp 1 utfördes under 2009 och omfattade en genomgång av mer än 60 stycken referenser och sammanställning av dagens praxis inom området. Etapp 1 finansierades av RUUKKI.

Denna etapp 2 omfattar slutsatser från etapp 1 samt förslag till geotekniska undersökningar. Etapp 2 har delfinansierats av Pålkommisionen.

Ursprunglig projektförslag kommer från RUUKKI, Mats Larsson.

2 BAKGRUND

Idag utförs mycket sällan eller aldrig specifika fältundersökningar i syfte att utreda jordens korrosiva egenskaper i samband med traditionella geotekniska- eller miljögeotekniska fältundersökningar. Korrosionsrisken har istället beaktats genom att i efterhand använda geotekniska undersökningar avsedda för andra ändamål, t ex för bärighet och stabilitet, och omvandla dessa till indata för bedömning av behov för korrosionsskydd:

- Rostmån (vanligaste metoden)
- Katodiskt skydd (ovanlig metod i Sverige)
- Beläggning/rostskyddsbehandling (vanligt förekommande)

Kunskapen om vilka jordar och under vilka förhållanden som de är korrosiva är ännu begränsad. Ofta tillämpas därför schabloner i dimensioneringen, t ex de som anges i Pålkommisionens Rapport 93 och 98 eller i Eurocode 3 *"Dimensionering av stålkonstruktioner – Del 5: Plåtar och spont"*, 2007.

Man har försökt koppla jordparametrar och inträffad korrosion, men övergav detta synsätt beroende på svårigheter att hitta tydliga samband.

Vi bör därför lära oss mer om orsakerna till korrosionen innan vi kan ange precisa krav på vilka och i vilken omfattning fältundersökningar bör utföras som underlag till dimensionering. Förslagen enligt nedan kan därför bara betraktas som riktlinjer, i syfte att anpassa normala geotekniska undersökningar så att dessa även passar som underlag för korrosionsskydd.

Få referenser beskriver vilka undersökningar utöver traditionella geotekniska undersökningar som bör utföras i fält, eller i vilken omfattning de bör utföras. I de få fall där man hänvisar till mätningar/undersökningar är det främst mätning av:

- pH
- Resistivitet
- Kloridhalt
- Grundvattenytans/vattenytans läge och variation
- Eventuell fyllnings sammansättning

Parametrar och egenskaper som idag är kända som bidragande orsaker till korrosion av stål i jord är:

- Syretillförsel
- Fukt
- Jordart (permeabilitet)
- Klorider
- Sulfider

3 GEOTEKNISKA OCH MILJÖTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Dimensionering med avseende på korrosion sker idag vanligtvis genom tillämpning av Pålkommisionens rapport 98. Pålar dimensioneras idag i normalfallet för 100 års livslängd. Korrosionen av stålplåtar i mark är beroende av jord- och vattenförhållandena i mark och dimensioneringen ska därför ske med beaktande av lokala förhållanden. I Pålkommisionens rapport 98 anges dimensionering med avseende på rostmån för **Enkla förhållanden** och **Komplexa förhållanden**.

Med **Enkla förhållanden** avses:

- Naturlig jord
- Fyllning friktionsjord
- Sött grundvatten (ej aggressivt)
- Inga förändringar av jordförhållandena
- Sand, grus, sandiga/grusiga moräner och fyllningar
- Lera, silt. Leriga/siltiga moräner
- Gyttig lera/silt, gyttja, torv, dy ($w > 80\%$)

Dimensionerande värden anges som dimensionerande rostmån (mm) i olika jordar.

Med **Komplexa förhållanden** avses:

- Äldre innerstadsmiljö. Förorenat grundvatten.
- Fyllning med organiskt material eller okänd sammansättning eller underliggande organisk jord.
- Grovkornig jord där grundvattnet kan vara salt.
- Pålar i vatten eller grovkornig fyllning under vatten
- Naturligt sulfidhaltiga jordar
- Avfallsdeponier
- Fyllningar med aska och slagg
- Kemisk processindustrimiljö eller avfall från sådan industri

- Miljöer där elektriska läckströmmar kan förekomma i marken
- Jordar, som genomsetts av havsvatten utom Bottenviken
- Okontrollerad fyllning av naturlig jord

Även vid *Komplexa förhållanden* anges dimensionerande värden som rostmå (i mm) i olika jordar och vid olika vattenförhållanden. Livslängdsdimensionering bör vid *Komplexa förhållanden* göras av geotekniskt och korrosionstekniskt sakkunniga i samarbete. Korrosionstekniska undersökningar bör här utföras som komplement till de traditionella geotekniska undersökningarna. Korrosivitetsundersökningar kan t ex bestå av pH-bestämning i jord och grundvatten, mätning av kloridhalt då ofta mätt som resistivitet.

Dessutom finns ett antal förhållanden som ur korrosivitetssynpunkt kan klassas som ***Tveksam***. Till dessa kan hänföras:

- Äldre innerstadsmiljö.
- Förorenat grundvatten.
- Fyllning med organiskt material eller okänd sammansättning eller underliggande organisk jord.
- Grovkornig jord där grundvattnet kan vara salt.
- Pålar i vatten eller grovfyllning under vatten
- Naturligt sulfidhaltiga jordar

4 FÄLT- OCH LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Följande geotekniska fält- och laboratorieundersökningar bör ingå i en utredning där korrosionskänsligheten ska studeras:

Förhållanden ur korrosionssynpunkt	Jordtyp	Fältundersökningar	Laboratorieundersökningar		Anm.
			Jord	Vatten	
Enkla	Friktionsjord och mellanjord	Skruvprovtagning, grundvattenrör (med filter eller öppet)	Benämning Naturlig vattenkvot (w_N)	-	Bedömning av gw-ytans fluktuation ska göras.
	Kohesionsjord	Kolvprovtagning, Pp-spets	Benämning Naturlig vattenkvot (w_N),	-	
Tveksamma/Komplexa	Friktionsjord och mellanjord	Skruvprovtagning, grundvattenrör (med filter eller öppet)*)	Benämning Naturlig vattenkvot (w_N) Kloridhalt Föreningensgrad Organisk halt	Kloridhalt Föreningensgrad	*) Röret ska vara av typen miljö-rör som möjliggör provtagning. Bedömning av grundvat-tenytans fluktuation ska göras.
	Kohesionsjord	Kolvprovtagning, portrycksspets	Benämning Naturlig vattenkvot (w_N) Sulfidhalt Kloridhalt Föreningensgrad Organisk halt	Kloridhalt Föreningensgrad	

Omfattningen av antal undersökningspunkter såväl i plan som sektion beror av projektets art. I normalfallet räcker det att det finns någon undersökningspunkt per representativ jordart. Vid förorenad jord krävs dock fler provtagningspunkter för att säkerställa att de ur korrosionssynpunkt värsta förhållandena har beaktats.

5 ARBETSMETODIK – REKOMMENDATIONER

Vid utformning av det geotekniska undersökningsprogrammet måste för rotskyddsdimensionering de rådande förhållandena utredas mer i detalj än vad som annars är brukligt. I ett tidigt skede måste geoteknikern ta ställning till om jorden/vattnet i undersökningsområdet kan hänföras till *Enkla-, Tveksamma eller Komplexa förhållanden*, se ovan. Vid osäkerhet bör samråd ske med korrosionstekniskt sakkunnig. Förutom förhållanden/faktorer enligt avsnitt 3, måste även följande parametrar/faktorer beaktas:

- Kan havsvatten eller sjövattnen komma i direkt kontakt med pålen?
- Kan marken innehålla fyllning eller föroreningar t.ex. gammal kulturmark, industrimark eller vara omgrävd t.ex. ledningsgrav eller husgrund?
- Kan marken vara utsatt för läckströmmar av likström?
- Kan hela eller del av pålen korrosionsskyddas?
- Innebär pålningen att förändrade grundvattenströmningar uppstår med ökad risk för korrosion?
- Skall stålrörspåle korrosionsskyddas invändigt genom igjutning?
- Kan grundvattenytans nivå variera?
- Är fyllningsjorden packad?

Vid planerad pålning i vatten bör utredas om vattnet kan klassas som:

- Sött sjövattnen
- Sött strömmande vatten
- Bräckt vatten (NaCl-halt: 0,25 – 1,0%)
- Salt vatten (NaCl-halt > 1,0%)
- Förorenat sötvatten

Vidare bör följande **vattenförhållanden** utredas:

- Luftzon
- Skvalpzon
- Undervattenzon
- Förekommer erosion av bottensediment?

Dessutom bör bottensediment utredas på samma sätt som jord under *Enkla* eller *Komplexa/Tveksamma förhållanden* enligt ovan.

Ambitionen hos geoteknikern bör vara att större delen (alla) geotekniska fältundersökningar utförs vid ett undersökningstillfälle, vilket förutsätter att undersökningsbehovet är väl genomtänkt.

I september 1959 bildades Pålkommittén för påslagning och påbärighet. Till grund för kommissionens verksamhet ligger samhällets och branschens behov av forskning och information inom pålningsområdet. Medlemmar är entreprenörer, tillverkare, konsulter, forskare, kommuner samt representanter för olika myndigheter. Organisationen Pålkommissionen, som sammanfogar dessa grupper, är unik i Europa. Ytterligare upplysningar om Pålkommissionens verksamhet och medlemskap lämnas av kommissionens sekreterare.