

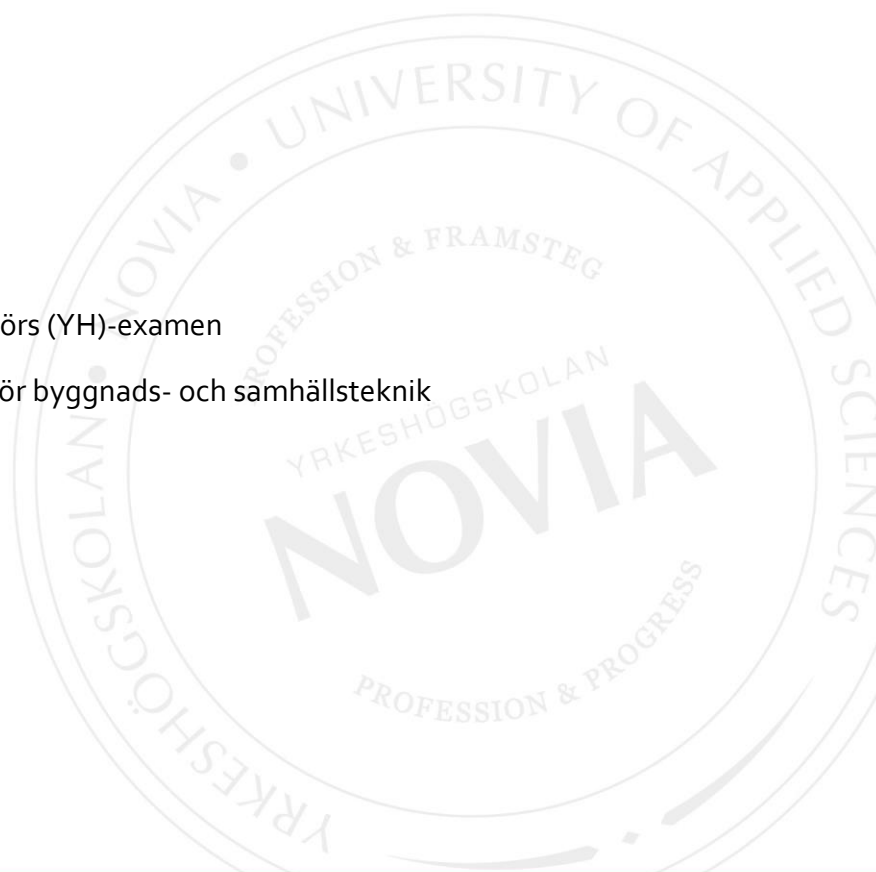
Manual om montage och uppspänning av GWS-stag

Rasmus Back

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Rasmus Back

Utbildning och ort: Byggnadsteknik, Vasa

Inriktningalternativ: Infrakonstruktion

Handledare: Tom Lipkin, Novia

Jonne Yli-Ikkelä, YIT Sverige AB

Titel: Manual om montage och uppspanning GWS-stag

Datum 15.04.2018

Sidantal 25

Bilagor 3

Abstrakt

Syftet med det här examensarbetet var att skriva en manual om GWS-stag med fokus på injektering och uppspanning av stag. Beställaren för detta arbete var YIT Sverige AB som jag även gjorde min FFU-praktik hos. YIT Sverige AB håller främst på med anläggning och beläggning. Examensarbetet är till en viss del en arbetsplatsstudie.

Målet var att skriva en manual för arbetsledare med inriktning på det praktiska utförandet. Manualen börjar från att man gör en vattenförlustmätning av ett borrhål som det ska monteras GWS-stag i. Steg för steg handlar den om hur man går till väga för att först injektera hålet, montera GWS-stag samt uppspanningen av det.

I examensarbetet presenteras även andra sorters spännarmeringar mycket kort. Detta eftersom all spännarmering har liknande funktion. Uppspanningen av andra stag sker på liknande sätt.

Projektet som exemplen är taget ifrån är YIT:s projekt Aitik KR165 & KR285. Namnen på krossarna härstammar ifrån hur djupt krossarna är placerade jämfört med marknivån. Detta projekt handlade om att bygga servicetraverser över två av krossarna i Bolidens gruva Aitikgruvan i Gällivare, Sverige. Betongfundamenten under stålpelarna hade alla GWS-stag för att spänna fast fundamenten i berget.

Språk: svenska

Nyckelord: GWS-stag, Spännarmering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rasmus Back

Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Infrarakentaminen

Ohjaajat: Tom Lipkin, Novia

Jonne Yli-Ikkela, YIT Sverige AB

Nimike: GWS-ankkurien asennus ja jännitys

Päivämäärä 15.04.2018

Sivumäärä 25

Liitteet 3

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kirjoittaa GWS-ankkureista käsikirja, jossa keskityttiin injektointiin ja jännittämiseen. Tämän työn tilaaja oli YIT Sverige AB, missä suoritin myös työharjoitteluni. YIT Sverige AB keskittyy pääosin infrarakentamiseen. Opinnäytetyöni on jossain määrin työpaikkatutkimus.

Tavoitteena oli kirjoittaa työnjohtajille käsikirja, joka keskittyi käytännön toimintaan. Käsikirja alkaa Lugeon-mittauksesta, porattuun reikään mihin asennetaan GWS-ankkuri. Työssä käsitellään miten reikä injektoidaan ja miten GWS-ankkuri asennetaan ja jännitetään.

Opinnäytetyössä esitetään myös muita ankkureita hyvin lyhyesti. Tämä johtuu siitä, että kaikilla ankkureilla on samanlainen toimintaperiaate. Kaikille ankkureille jännitys suoritetaan samalla tavalla.

Esimerkit ovat YIT:n projekti Aitik KR165 & KR285 -hankkeesta. Murskainten nimet tulevat siitä, kuinka murskaimet sijoitetaan maanpintaan verrattuna. Hanke koski Bolidenin Aitik-kaivoksen kivimurskaajan yläpuolella rakennettuja huoltonostureita Ruotsin Jällivaarassa. Kaikilla teräspilareiden alapuolelle olevilla betoniperustuksilla oli GWS-ankkureita kallion perustusten kiristämiseen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: GWS-ankkureita, jänneteräs

BACHELOR'S THESIS

Author: Rasmus Back

Degree Programme: Construction engineering, Vaasa

Specialization: Infra construction

Supervisors: Tom Lipkin, Novia

Jonne Yli-Ikkela, YIT Sverige AB

Title: Manual for Mounting and Tensioning GWS-Anchors

Date April 15, 2018

Number of pages 25

Appendices 3

Abstract

The purpose of this bachelor's thesis was to write a manual about GWS-anchors with focus on injection and tensioning. The client for this thesis was YIT Sverige AB, where I had my internship. YIT Sverige AB mainly deals with infrastructure. The Bachelor's thesis is to a certain extent a workplace study.

The aim was to write a manual for supervisors, focusing on the practical performance. The manual starts from making a Lugeon test of a borehole where a GWS-anchor will be mounted. Step by step, it is described how to inject the hole, mount the GWS-anchor and then the tensioning of it. Other types of anchors are also very briefly presented in this bachelor's thesis. This is because other anchors have a similar function. The tensioning of the other anchors occurs in a similar manner.

The project from which the examples are taken is YIT's project Aitik KR165 & KR285. The crushers are named from how deep they are placed compared to the ground level. This project was about building overhead cranes over two of the crushers in Boliden's mine Aitikgruvan in Gällivare, Sweden. The concrete foundations under the steel pillars all had GWS-anchors for tensioning the foundations into the rock.

Language: Swedish

Key words: GWS-anchors, reinforcement

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Beställare.....	1
1.3	Projekt: Aitik KR165 & KR285.....	1
2	Mål och begränsningar.....	2
2.1	Arbetets mål och begränsningar.....	3
2.2	Genomförande.....	3
2.3	Behovsanalys.....	3
3	Vattenförlustmätningar.....	3
3.1	Teori.....	4
3.2	Behov av utrustning.....	4
3.3	Tillvägagångsmetod.....	5
3.4	Krav.....	6
4	Injektering.....	6
4.1	Injekteringsplattform.....	6
4.1.1	Beskrivning.....	6
4.1.2	Användning.....	7
4.2	Injekteringsmassa.....	8
4.3	Tillsatsmedel.....	9
4.3.1	Expander.....	9
4.3.2	Flytmedel.....	9
4.3.3	Retarder.....	9
4.3.4	Accelerator.....	10
4.4	Vct-tal.....	10
4.5	Fastgjutning av stag.....	10
5	Spännarmering.....	12
5.1	Allmänt om andra stag.....	12
5.2	Konstruktion på projekt Aitik KR165 & KR285.....	12
5.3	Tillämpningsområden.....	13
6	GWS-stag.....	14
6.1	Material.....	14
6.2	Montage.....	14
7	Uppspänningens utförande.....	16
7.1	Förberedelser för uppspänning.....	16
7.1.1	Förbered stagen.....	16
7.1.2	Extra utrustning som kan behövas.....	17
7.1.3	Rengöring av område runt stag.....	18

7.2	Uppspänningsutrustning	18
7.3	Principer för uppspanning	20
7.3.1	Tillvägagångsmetoder	20
7.3.2	Kraft som stagen spänns med	21
8	Arbete efter uppspanning	21
8.1	Kapning av stag	21
8.2	Korrosionsskydd	22
8.3	Skydd för stag	22
9	Dokumentation	22
10	Sammanfattning	23
11	Figurförteckning	24
12	Källförteckning	25

1 Inledning

I detta kapitel presenteras bakgrunden till arbetet. Beställaren för projektet är YIT Sverige AB. Projektet som jag tagit exempel från är ett projekt som vi gjorde i Aitikgruvan. Det presenteras också kort vad ett GWS-stag är.

1.1 Bakgrund

I maj 2017 började jag med min praktik samt företagsförlagda utbildning hos Lemminkäinen Sverige AB. På det projekt som jag var praktikant på skulle fundament spännas ner i berget med hjälp av GWS-stag. GWS-stag är en typ av spännarmering som består av en järnstång som gjuts fast och sedan spänns upp med hjälp av domkraft. Mer om detta senare i arbetet. Eftersom det är mindre vanligt att arbeta med spännarmering så var det inte så många som arbetat med det inom Lemminkäinen. Jag och min handledare förde en diskussion om att det vore bra att ha en manual hur man gör vid montage och uppspanning. Under hösten diskuterade vi om exmansarbeten och jag blev erbjuden att skriva en manual om spännarmering vilket jag tackade ja till. Målet med denna manual är att företaget ska ha nytta av den i framtida projekt där man använder någon typ av spännarmering.

1.2 Beställare

Beställaren för detta examensarbete är YIT Sverige AB. Lemminkäinen och YIT slogs ihop den 1.2.2018 och går hädanefter under namnet YIT. YIT är Finlands största byggföretag med verksamhet i elva länder. Hela koncernen har ungefär 10 000 medarbetare med en verksamhet i Finland, Sverige, Ryssland, Norge, Danmark, Estland, Lettland, Litauen, Tjeckien, Slovakien och Polen.

YIT Sverige AB har ungefär 400 anställda och är verksamma över hela landet. Företaget är främst verksamt inom infrastrukturprojekt med den största fokusen på grund, anläggning, tunnlar och berg samt beläggning.

1.3 Projekt: Aitik KR165 & KR285

Jag kommer ta exempel från projektet Aitik KR165 & KR285, som jag även var praktikant på. Projektet var beläget i Aitikgruvan i Gällivare. Beställaren av projektet var Boliden.

Lemminkäinen byggde servicetraverser över två krossar vid namn KR165 och Kr285. Namnen på krossarna beskriver hur djupt krossarna är i jämförelse med vad som var den befintliga marknivån. Lemminkäinen del av traversbygget var allt betongarbete samt stål. Traverserna står på pelare vars fundament står på berget. I dessa fundament användes GWS-stag. Varje fundament hade mellan sex och tio GWS-stag i olika längder samt dimensioner. På den ena krossen hade alla stagdiameter 32 mm medans på den andra krossen hade de huvudsakliga fundamenten diametern 40 mm och stödfundamenten 32 mm stag.



Figur 1. Kross 285 i Aitikgruvan (2017)

2 Mål och begränsningar

I detta kapitel presenteras arbetets mål och begränsningar. Kapitlet förklarar också hur examensarbetet är gjort. I slutet av kapitlet finns det även en behovsanalys över arbetet från beställarens sida.

2.1 Arbetets mål och begränsningar

Målet med detta ingenjörarbete är att framställa en manual som är till nytta för de som ska jobba med GWS-stag för företaget i framtiden. Manualen ska beskriva spännarmering mer från det praktiska hållet, alltså hur man monterar och vad man bör tänka på och så vidare. Men för att få en uppfattning om varför man använder spännarmering måste också en del av den konstruktionsmässiga delen tas upp.

Denna manual ska ge en förståelse och lära ut hur man går tillväga från att ha ett färdigborrat hål till att staget är färdigt uppspant. Målet är att ge en överblick över vad allt man behöver för att kunna genomföra olika delar av montaget och varför man bör göra på vissa sätt.

2.2 Genomförande

Detta examensarbete är skrivet i kronologisk ordning vilket betyder att jag kommer att börja med att beskriva hur man kollar tätheten i ett borrhål, för att sedan gå över till hur man injekterar och monterar ett GWS-stag. Till slut har jag skrivit om hur man spänner upp staget. Teorin om de olika delarna kommer vart efter. Alla exempel är tagna från Projektet Aitik KR165 & KR285.

2.3 Behovsanalys

I samband med att vi diskuterade examensarbeten konstaterade min handledare från företaget att det inte är så många inom YIT Sverige AB som arbetat med spännarmering. Därför är behovet stort att ha ett dokument som man kan läsa före man börjar med något sådant. I synnerhet eftersom det är rätt svårt att hitta information på nätet om spännarmering så är behovet av en dylik manual inom företaget rätt stor. Som det ser ut nu kommer man att börja använda spännarmering mera och mera i framtiden eftersom man särskilt i städerna bygger väldigt tätt och högt.

3 Vattenförlustmätningar

I detta kapitel presenteras det vad en vattenförlustmätning är. Kapitlet börjar med teori om Lugeon-test som är ett annat namn vattenförlustmätning. Det presenteras också vad man

behöver för utrustning för att göra testet. I slutet av kapitlet presenteras det hur man gör mätningen.

3.1 Teori

En vattenförlustmätning, också kallat Lugeon-test, görs för att ta reda på hur tätt ett hål är. I denna manual utgår det ifrån att man har ett borrhål som först är uppborrat en gång. Sedan tätinjekteras med cementvatten, också kallat slurry, och borrar upp igen. En vattenförlustmätning görs för att ta reda på hur stor vattenförlusten är på en viss sektion i ett borrhål. Mätningens värde (Lugeon-värdet) definieras i förlusten av vatten i liter/minut per meter borrhål vid ett visst övertryck. (geotechdata 2015)

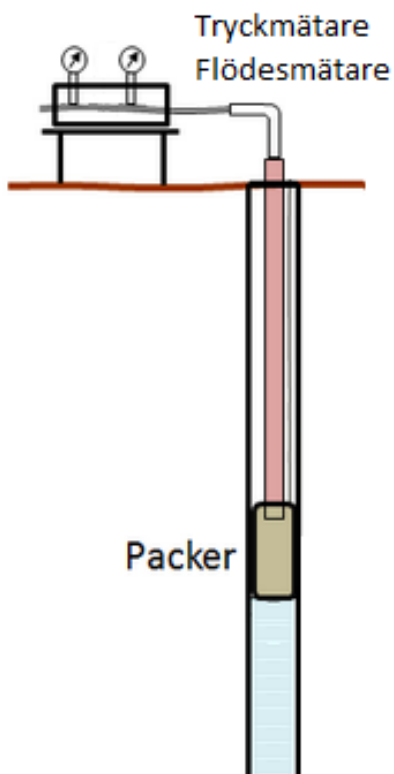
När man gör en vattenförlustmätning för GWS-stag räcker det att man kontrollerar sektionen där förankringen sker. Denna del är längst ner i hålet. Förankringslängden är längre ju grövre GWS-stag man använder sig av.

Man kan även göra en visuell vattenförlustobservation. Då man gör en sådan vattenfyller man borrhålet och kontrollerar om vattennivån i hålet hålls på samma nivå. För att göra en sådan måste hålet vara torrt från början, det vill säga att grundvattennivån får t.ex. inte gå på den nivån eftersom man i sådana fall inte kan se om det finns sprickor i berget.

3.2 Behov av utrustning

Utrustningen man behöver är manschetter eller packers som de också kallas. Med hjälp av dessa kan man avgränsa en speciell längd eller område i ett borrhål som man vill utföra vattenförlustmätningen i. Om man vill mäta borrhålet på en gång räcker det med att man lägger en manschett i toppen av hålet så att vattnet ska hållas inne i hålet och inte rinna ut. Manschetten fungerar som en tätning som gör att vattnet hålls på rätt sida.

Annan utrustning som man behöver är en tryckmätare och en flödesmätare samt ett tidtagarur eftersom mätningen sker på en viss tid. Dessa mätare finns på en injekteringsplattform som man senare använder för att injektera borrhålen. Det betyder att man lika bra kan använda en dylik för att göra vattenförlustmätningen.



Figur 2. Illustration på vattenförlustmätning

3.3 Tillvägagångsmetod

En vattenförlustmätning görs i flera etapper. Först har man ett tryck på t.ex. 1 bar under första minuten nästa minut höjer man trycket till t.ex. 2 bar. Under tredje minuten har man högst tryck, t.ex. 5 bar. Efter detta går man under minut 4 tillbaka till 2 bar för att under sista alltså den femte minuten vara tillbaka på samma tryck som man började mätningen med. Varför man går tillbaka till lägre tryck efter att man har haft maximalt tryck beror på att man vill kontrollera om man har haft sönder berget då man trycksatt det. Om resultatet är samma före och efter tyder detta på att berget inte förstörts under mätningen. Om resultatet visar att vattenförlusten är större tyder detta på att mätningen har öppnat nya håligheter. I vissa fall kan det hända att berget är så tätt att man inte behöver tätinjektera. Dessa fall är oftast på sådana ställen där man inte varit tvungen att spränga eller där berget har varit utsatt för tjälskador som skapat sprickor i berget.

3.4 Krav

Kravet på maximal vattenförlust är ställt i ett visst antal liter per minut under ett visst tryck. Kraven kan vara olika beroende på vad som senare kommer att göras med borrhålet. Om resultatet på testet inte duger så bör man göra en tätinjektering och borra upp hålet igen för att på nytt göra en vattenförlustmätning. Kravet på hur tätt ett hål bör vara för att man ska få gjuta fast staget beror på vad konstruktören har satt för Lugeon-värde, detta värde tas ofta från standarderna. I detta fall med GWS-stag ligger Lugeon-värdet på 2,5-3 l/(min m Mpa). Detta värde kommer ifrån fabrikörens produktblad som följde med GWS-stagen. Det kan även stå i montageanvisningarna vad värdet bör ligga på.

Det är viktigt att man skriver protokoll på alla vattenförlustmätningar man har gjort. Detta för att påvisa att hålet varit tillräckligt tätt om man i framtiden skulle få problem vid t.ex. uppspanning av stag. Då man i sådana fall kan visa ett protokoll kan det uteslutas att hålet inte var tillräckligt tätt.

4 Injektering

I detta kapitel presenteras det hur man injekterar ett borrhål och vad man behöver för utrustning. Det presenteras också vad man använder för cementsorter samt en presentation över olika tillsatsmedel.

4.1 Injekteringsplattform

I detta underkapitel presenteras det vad man bör använda för betongblandare för att utföra en injektering. Under den ena rubriken presenteras det hur plattformen är uppbyggd och i den andra hur man använder den.

4.1.1 Beskrivning

Då borrhålets tätinjektering är godkänd är det dags att injektera det med slurry för att montera stag. Den bäst lämpade betongblandaren för detta ändamål är en så kallad injekteringsplattform. Plattformen är en kolloidblandare. Den är uppdelad i 3 olika delar, blandare, mellanblandare och pump. Dessa plattformar finns i alla olika storlekar men den som vi använde har en blandare på ca 80 liter, mellanblandaren är på ca 200 liter. Efter att ha testat med olika stora blandningar kom vi fram till att en sats på 40kg vatten fungerade bäst.

Blandaren blandar genom att en pump, liknande en vattenpump tar bruket längst nerifrån och pumpar det genom en slang så att det sprutas ut högst uppe. Beroende på vad det är man blandar och vilket vct-tal det har ska det blandas olika länge. Om man använder någon tillsats kan även denna ha en specifikation hur länge den ska blandas med bruket.

När satsen är färdig flyttas den över till mellanblandaren där den fortsätter röras om. Mellanblandaren rymmer i detta fall ungefär fem satser från blandaren. Eftersom bruket fortsätter blandas i mellanblandaren jämnas de olika satserna ut. Detta gör att man får ett bra bruk eftersom satserna alltid är lite olika fast man följer ett recept. Från mellanblandaren går bruket till pumpen som pumpar ut bruket.

Pumpen är en så kallad kolvump som för en kolv fram och tillbaka i en cylinder. Den har två stycken backventiler med dubbla kulor. Den ena ventilen är öppen då det sugts in slurry i pumpen så att det skapas ett undertryck i den. Då cylindern är full stängs den första ventilen och den andra öppnas, då skapas ett övertryck som pumpar ut slurryn. Pumpens hastighet går att ställa. Med dylika pumpar bör man ta i beaktande att den pumpar stötvis.

Då man använder plattformen ska man alltid ha igång båda blandarna samt pumpen för att det inte ska stocka. Från pumpen finns en slang som går tillbaka till mellanblandaren vilket gör att man kan styra tillbaka bruket till mellanblandaren. Detta gör att man kan ha pumpen igång hela tiden utan att behöva pumpa ut i något hål hela tiden.

4.1.2 Användning

Det första man bör göra då man börjar använda en sådan här pump är att se till den är ordentligt rengjord. Det lönar sig att köra vatten genom den för att se till att alla funktioner fungerar som de ska. Vattentillförseln sker genom en vattenmätare som finns på blandaren. Man bör kontrollera att mätaren visar rätt mängd, detta görs enkelt genom att väga vattnet som går genom den. Eftersom vatten har en densitet på 1 kg/liter väger t.ex. 10 liter vatten 10 kg.

Då man blandar bruk i en blandare av detta slag får man absolut inte lägga med sand eller grus. Grovkornigt material, som t.o.m. sand kan vara i detta sammanhang, gör att maskinen stockar. Därför är det väldigt viktigt att se till att plattformen är ordentligt rengjord. Varje gång man är färdig med plattformen bör man ta upp pumpen och rengöra kulorna och rören. Det är även mycket viktigt att man rengör alla ventiler eftersom de har väldigt lätt att gå sönder. Då man är färdig bör man lämna ventilerna öppna.

Då man blandar börjar man med att lägga i vatten. Man tillför sedan cement och eventuella tillsatsmedel. Problemet vi hade var att det bildades en klump med cement i blandaren då man fyllde på med cement. Detta gjorde att vi var tvungna att slå med en planka för att få klumpen att lösa upp sig i vatten.



Figur 3. Injekteringsplattform

4.2 Injekteringsmassa

Anläggningscement används vanligtvis i medelgrova och grova konstruktioner såsom broar och andra stora konstruktioner. Bascement används i mindre konstruktioner såsom husgrunder och liknande. Cementkornen i bascementet är mycket finare vilket gör att den totalt sett har en mycket större yta. Detta betyder att den kräver mera vatten.

Det går att göra slurry av både bascement och anläggningscement. Då man blandar en slurry med vct-tal 0,4 och jämför dem med varandra så är konsistensen helt olika. Slurryn med bascement är mycket tjockare vilket gör att den är mycket svårarbetad i injekteringsplattformen. Vill man få en slurry med bascement som har samma konsistens

som anläggningscementen måste man ha ett vct-tal på 0.6–0.7. Detta gör att hållfastheten blir mycket lägre.

4.3 Tillsatsmedel

Det finns flera olika tillsatsmedel som får betongen att bete sig på olika vis. De jag kommer skriva om är expander, flyt, retarder och accelerator.

4.3.1 Expander

All betong man blandar som inte innehåller expander krymper. I detta fall är det inte alls till fördel eftersom slurryns uppgift är att gjuta fast stagen i berget. Förminskas då volymen gör det att staget inte sitter fast lika hårt som det borde. För att undvika att detta sker blandar man i en expander då man blandar bruket. Expandern kan vara antingen ett pulver eller i flytande form. Expanderns mängd är mycket liten, i slurryn är den i storleksklassen 0,5 % - 1 % av cementens vikt. Lättaste sättet att mäta upp pulvret är helt enkelt med en vanlig digital köksvåg.

4.3.2 Flytmedel

Flytmedlet gör att betongen blir mycket mer lättarbetat och smidigare att arbeta med. Detta utan att behöva tillsätta vatten. Tillsätter man vatten så blir hållfastheten lägre vilket inte sker om man använder flytmedel eftersom det är så liten mängd man använder. Flytmedel är en vätska och den doseras mellan 0,3–3,0 % av cementens vikt. Normaldoseringen är 0,8 % . (Wsochcompany u.å.)

4.3.3 Retarder

En retarder gör att betongens härdning fördröjs vilket gör att den har längre bearbetningstid. Retarder lägger man ofta i betong som är i början av stora gjutningar eftersom en gjutning kan pågå väldigt länge och att man i dessa fall vill att härdningen ska börja samtidigt på hela gjutningen eller att man har långa transportsträckor för betongen. Retarderns mängd beror på hur länge man vill fördröja härdningen. Retardern gör inte att hållfastheten blir sämre eller att härdningstiden blir längre då den väl kommit igång. (Sika u.å.a)

4.3.4 Accelerator

En accelerator blandas i betongen om man vill påskynda betongens härdningstid samt hållfasthetstillväxt. Detta gör att man t.ex. kan riva formen tidigare. Det är vanligt att man använder accelerator vintertid. Man kan använda den samtidigt som t.ex. flytmedel utan att de reagerar negativt på varandra. (Sika u.å.b)

4.4 Vct-tal

Vct-tal anger förhållandet mellan vatten och cement. Detta förhållande får man lättast genom att dela mängden vatten med mängden cement i en sats. När man räknar ut detta tal bör man använda samma enheter, i detta fall kg för att få ett korrekt svar. För att talet ska bli riktigt korrekt bör man även ta i beaktande om man ska blanda med någon tillsats, t.ex. expander. För det mesta behöver man i praktiken inte ta detta i beaktande eftersom delen tillsats jämfört med de andra delarna är mycket minimal. En del reaktiva tillsatsmedel kan förändra Vct-talet.

Det är mycket viktigt att man följer receptet även fast man tycker att bruket kan vara för styvt. Detta eftersom att redan 2 liter vatten kan försämra hållfastheten betydligt, särskilt då man blandar så små satser som man gör i en kolloidblandare.

När man blandar Slurry för att i detta fall gjuta fast GWS-stag använder man cement, vatten och expander. I dessa sammanhang är det vanligt att Vct-talet är omkring 0,4. Då får man också slurry som är relativt lättarbetad i detta sammanhang.

4.5 Fastgjutning av stag

Då vattenförlustmätningen är utförd är det dags att man injekterar borrhålet för att sedan montera stagen. Uppspänningen av stagen kräver att slurryn har en viss tryckhållfasthet, på vårt projekt var denna 30 Mpa. Man kan gjuta provkuber som man senare provtrycker för att kontrollera hållfastheten. Dessa kuber bör hållas i samma temperatur som själva gjutningen för att få en korrekt härdningstid.

Härdningstiden beror på vct-tal samt temperatur. I betonglabb lägger man alltid provkuberna i 20 grader °C varmt vatten för att hålla en konstant temperatur. På vårt projekt stod det

enligt handlingarna att slurryn skulle härda i 30 dygn eller ha en tryckhållfasthet på 30 Mpa. Eftersom det oftast inte tar 30 dygn för att få en så hög hållfasthet kan man gjuta provkuber eller använda en gjutdator. En gjutdator är en apparat med vars hjälp man kan hålla koll på betongens temperatur samt hållfasthet i realtid.

Om man misstänker att det är lera, borrdamm eller annan smuts i hålet kan man köra vatten genom injekteringsplattformen och se om man får upp smutsen. Man kan också konstruera en sorts dammsugare, denna metod kallas mammut sug. Detta gör man genom att ha ett tillräckligt långt rör vilket man lägger fast en luftslang i. På ändan av röret vinklar man in luftslangen i röret. Detta görs lättast med kopparkopplingar. Då denna konstruktion är färdig för man ner röret i botten av borrhålet. När man slår på kompressorn skapar ett slags undertryck i röret och all smuts förs upp genom röret. Man behöver inte ha någon stor kompressor utan det viktiga är att hålet är vattenfyllt hela tiden för att det ska fungera. (dykarna u.å.)

Före man börjar själva injekteringen bör man kontrollera att hålet har rätt djup. Detta gör man genom att hänga ett lod i ett långt måttband. Detta är viktigt för att man ska kunna veta att staget har blivit satt ända ner till botten på hålet.

Injekteringen görs med injekteringsplattformen. Från plattformen går en slang ner i borrhålet. Man bör se till att slangen går ända ner i botten på borrhålet. Det är en stor fördel om slangen är relativt lätt att böja men den måste fortfarande vara tillräckligt hållbar eftersom det är rätt högt tryck inne i den då man injekterar. Slangen bör alltså vara dimensionerad för högre tryck än trycket som injekteringsplattformen pumpar ut slurryn med. Använder man en för styv slang kan det vara svårt att få ner den i borrhålet, det som även kan hända är att slangen får ett veck och då stockar den med stor sannolikhet. Slangen ska ha en innerdiameter på åtminstone 20 mm för att den inte ska stockas.

Trycket man injekterar slurryn med ska inte vara högre än vad man utsatt borrhålet för i vattenförlustmätningen. Ett borrhåls injektering ska inte ta längre än 15 minuter.

Då man börjar injektera slurryn ska slangen som sagt vara längst nere i hålet. Detta för att garantera att hålet blir fyllt så att det inte kommer luftfickor eller liknande. Slangen kommer skjutas uppåt genom hålet då man injekterar så man behöver alltså inte vara rädd att man inte orkar dra upp den. Då hålet börjar bli fullt kommer det alltid först eventuellt vatten som varit där eftersom slurryn är tyngre än vatten. Hålet ska fyllas med slurry. Då man har injekterat färdigt bör man hålla koll på nivån med slurry. Detta eftersom den kan sjunka undan men detta borde inte ske eftersom man gjort en vattenförlustmätning.

Det är viktigt att man gör för protokoll över injekteringen. I protokollet ska det stå vad man använt för recept, hur stor mängd man blandat samtidigt, vilka hål man injekterat, temperatur samt väder och vind. Man bör också hålla koll på om det går lika mycket slurry i hålet som det borde göra teoretiskt.

5 Spännarmering

I detta kapitel tas den konstruktionsmässiga biten upp av examensarbetet. Här presenteras andra också stag så som dywidag- och wirestag.

5.1 Allmänt om andra stag

Denna manual handlar om GWS-stag men det är även viktigt att veta att det även finns andra stag, såsom självborrandestag och wirestag. Wirestag brukar även kallas för linstag eller spännkabel, men dessa är i grunden samma sak. Av de flesta stag finns det permanenta samt temporära modeller. Största skillnaden mellan dessa är att korrosionsskyddet inte har samma klass på de temporära eftersom de har en livstid på högst två år.

Ett självborrande stag fungerar på det viset att det är själva staget som man använder som borrh. Ett självborrande stag är ihåligt och då man kommit ned till önskat djup görs injekteringen genom själva staget. Temporära stag kan användas som säkerhet då man håller på t.ex. med spantning. Dessa stag har oftast bara ett lager med korrosionsskydd, ibland kan de till och med sakna detta.

Wirestag används ofta på broar ett känt exempel är Öresundsbron. Vissa stag kan det vara att man kontrollera spänningen i. Dessa stag kan vara t.ex. wirestag på en bro där det är viktigt att man i behov kan kontrollera spänningen. Det kan också hända att man behöver efterspanna regelbundet.

Uppspänningen av andra stag sker på liknande sätt som GWS-stag.

5.2 Konstruktion på projekt Aitik KR165 & KR285

GWS-stag används för spänna fast fundament i berget. Fundamenten bör sitta tätt emot berget. Det kan dock vara en så kallad slaskgjutning mellan berget och fundamentet. En slaskgjutning är i princip en betongplatta, som används för att få en jämn yta att börja jobba ifrån. Det får inte vara ett lager med grus eller liknande. Då man spänner stagen gör man det

för att få fundamentet att bli stumt med berget. Om man inte använder GWS-stag kan ett fundament lyfta, vilket gör att konstruktionen som står på fundamenten flyttas ur position. Detta kan vara förödande eftersom vissa konstruktioner har väldigt liten tolerans. Toleransen kan t.ex. vara $\pm 5\text{mm}$.

Man använder GWS-stag för att få mer mera tyngd i fundamentet. I jämförelse i vårt projekt skulle ett fundament vara i storleksklassen fem gånger större för att få ett lika stort tryck ner i berget. I vårt projekt är stagen även en säkerhet att hålla fundamenten på plats eftersom en backande truck kan köra in i ett fundament. En fullastad truck väger ungefär 600 ton.

Hur nära kan man då lägga stag från varandra? Detta är en praktiskt istället för konstruktionsmässigt eftersom det är svårt att borra exakt lodrätt ner i berget. Det finns alltså en risk att man i misstag borrar snett vilket i värsta fall kan göra att man kommer in i ett hål som redan är borrarat. Man kan borra stagen olika djupa för att utnyttja en större del av berget. Det går även att vinkla hålen för att undvika att stagen ska gå i varandra eller för att stagen ska vara i skadat berg på t.ex. en klippkant. Funktionen förändras alltså inte om man vinklar stagen eller om man t.o.m. har dem vågräta. (Personlig kommunikation med Olof Nickolausson vid Sweco 2018-03-20)

Hur djupt man borrar beror på hur hög kraft man vill spänna stagen med. Borrdjupet har även att göra med hur berget ser ut. Vanligtvis så finns det sprickor i berget ungefär en halv meter ner men i vissa fall kan berget vara översprängt vilket gör att det kan finnas sprickor så djupt som tre-fyra meter ner under ytan. För att undvika dessa sprickor gör man en tätinjektering och borrar upp hålet på nytt. Se bilaga 1 och 2.

5.3 Tillämpningsområden

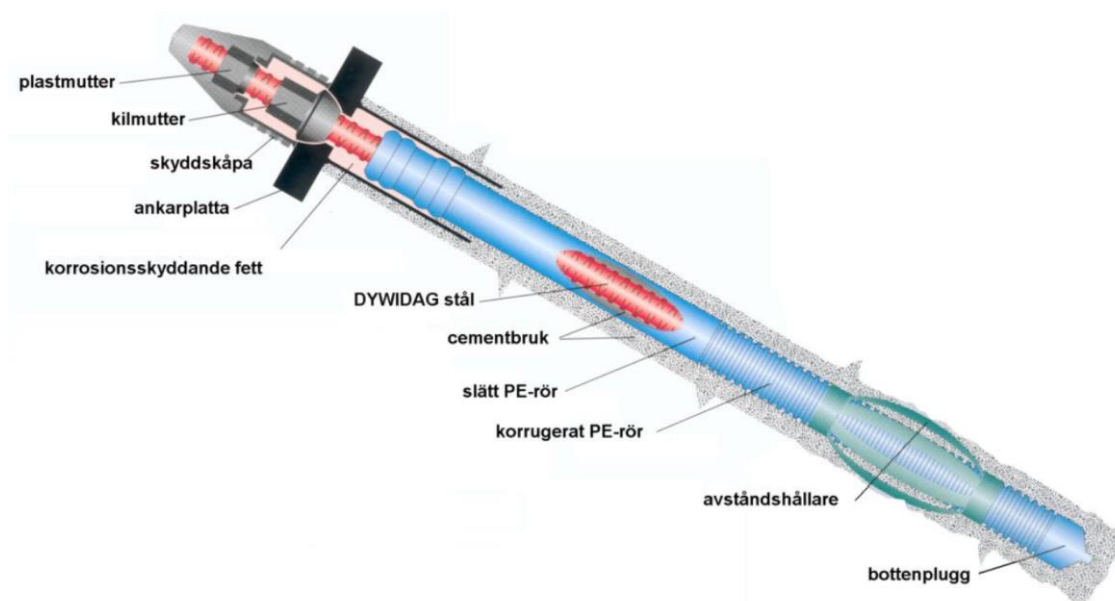
Man använder GWS-stag i olika konstruktioner som har fundament som är i behov att stå på exakt samma plats. Exempel på dessa är t.ex. vindkraftverk och större maskinfundament som inte får ändra positioner. Man använder också GWS-stag i t.ex. broar. För broarna är funktionen att man spänner fast markstödet i berget.

6 GWS-stag

I detta kapitel presenteras GWS-stag närmare. Underkapitlen handlar om stagets material och hur man monterar ett stag.

6.1 Material

GWS-stag är i grunden en helgängad stång. Stålets kvalitet är $950/1050 \text{ N/mm}^2$. Stålet tål i allmänhet inte svetsning eftersom detta kan minska uppspänningskapaciteten. Staget har dubbelt korrosionsskydd vilket i princip betyder dubbelt skydd mot korrosion. Direkt mot stålet finns det ett cementbruk. Ovanpå detta bruk är det ett korrugerat PE-rör. Korrugeringen gör att injekteringsbruket som staget gjuts fast med får en bättre fästytta mot staget. På den övre delen av staget, alltså delen som senare blir uppspänd finns det ett slätt PE-rör. Detta rör får inte ha några skador eftersom ingjutningsbruket absolut inte får komma innanför röret. I vårt fall var det färdigt gjutet mellan stålet och korrosionsskyddet men det behöver inte alltid vara så.



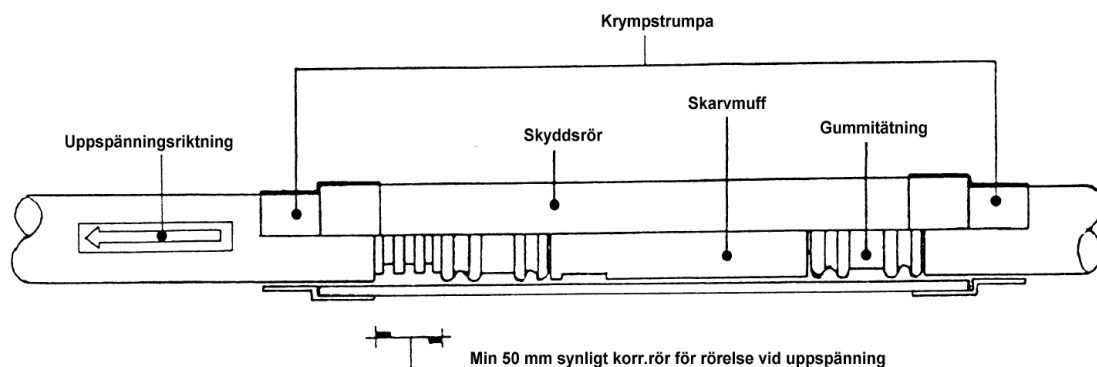
Figur 4. Genomsnittsskärning av GWS-stag

6.2 Montage

Då borrhålet är injekterat är det dags för montage av staget. Montaget bör ske så snabbt som möjligt efter att hålet injekterats. Enligt handlingarna står ofta stagets längd från berget d.v.s. står det att man ska ha 12 meter långa stag bör man även räkna in betongens

höjd. Staget bör även sticka upp åtminstone 0,7 meter beroende på spännutrustning för att kunna spännas upp senare.

Om man måste förlänga staget görs det på ett sådant sätt att korrosionsskyddet blir intakt även i skarven. Detta görs med en skarvmuff som skruvas på lika långt på bägge stagen på båda sidan av muffen bör det läggas en tätning. Över denna skarv träs det på ett skydds rör som ska vara så långt så att det går över plasten på båda stagen. Då man gjort detta bränner man fast en krympstrumpa ovanpå röret.



Figur 5. Skarvning av GWS-stag

Montaget görs med höglyftare eller mobilkran beroende på stagens placering. Före montage bör stagen vara placerade på ett sånt sätt att de har stöd minst varannan meter för att hållas raka och inte bli skadade. Då man monterar stagen kan man lyfta dem genom att lägga fast ankarplattan med muttern och lägga en stropp runt. Stagen väger endast ett par hundra kilo beroende på diameter och längd. Detta betyder att de flesta kranar klarar av dessa utan större bekymmer.

När staget är på plats bör man kontrollera att staget är i centrum av hålet, är det inte det kan man lägga kilar för att få det i mitten. Det är även viktigt att man rengör området runt staget så att det inte lämnar slurry nära staget. Om man lämnar slurry kan det försvåra uppspänningen vid senare tillfälle. Man bör även suga bort slurryn ca 40cm ner i hålet för att kunna lägga dit ankarplattan senare.

7 Uppspänningens utförande

I detta kapitel presenteras det hur man förbereder stagen för uppspänning och hur man spänner upp ett GWS-stag. Det presenteras också vad man behöver för utrustning för att spänna upp stagen.

7.1 Förberedelser för uppspänning

I detta underkapitel presenteras det hur man förbereder stagen för uppspänning samt hur man ska rengöra området runt staget.

7.1.1 Förbered stagen

För att göra uppspänningen så lätt som möjligt är det viktigt att man rengör stagen samt ursparningarna. Stagen ska kläs av, det vill säga korrosionsskyddet ska tas bort. Detta för att man ska kunna skruva på muttern. Det man bör komma ihåg är att då man spänner stagen blir de några centimeter längre, vilket betyder att man måste rengöra dem några centimeter ner i ursparningen.

Verktyget man behöver då man klär av stagen är en vinkelkap för att få bort plasten runt staget. Detta går också att göra med t.ex. en tigersåg. Korrosionsskyddet innanför plasten går att slå bort med en mindre slägga. Det enda man bör tänka på är att inte skada staget, i detta fall gängorna. Man kan också använda en mejselhammare, med denna är det lätt att rengöra staget de centimetrar som ska rengöras nere i hålet.



Figur 6. Stag redo att spännas

7.1.2 Extra utrustning som kan behövas

Den extra utrustningen som kan behövas är t.ex. förlängare. Om staget är kortare än domkraften och jacket måste man förlänga det. Detta görs med en förlängningsmutter som är ca 25 cm lång. Det är mycket viktigt att man skruvar på förlängningsmuttern lika långt på staget som förlängningstaget för att gängningen ska ta lika mycket kraft från bägge stagen.

7.1.3 Rengöring av område runt stag

Det är viktigt att man kommer ihåg att rengöra betongen runt stagen för att plattan man spänner dem emot ska ligga vinkelrätt och jämnt. Speciellt på vintern kan det finnas is och snö som är i vägen. Rengöringen är även mycket viktigt för att man ska få korrekta resultat under uppspänningen.

7.2 Uppspänningsutrustning

Utrustningen man spänner upp stagen med är en hydraulisk domkraft och en hydraulisk pump. Den hydrauliska domkraften ska vara ihålig eftersom man trär domkraften över staget. Domkraften och pumpen bör vara kalibrerade med varandra.

Annan utrustning man behöver är ett jack som domkraften kommer att stå på. Jacket behöver vara utformat på ett sådant sätt att man kan komma åt att spänna muttern. Om staget inte är vinkelrätt mot ytan man spänner emot bör man ha en eller ett par plåtbitar att lägga under jacket för att få domkraften i samma linje som staget.

Utvidgningen av staget mäts med ett vanligt måttband eller tumstock. För att mäta utvidgningen vid maximal provkraft behövs en mikrometer, även kallad kastklocka, med en noggrannhet på 0,00 millimeter. Mikrometern får vara av det slaget att den går att fästa på domkraften för att mäta utvidgningen. Detta kan göras med t.ex. en magnet.

Det man bör tänka på med denna utrustning, särskilt domkraften och jacket, är att de kan väga väldigt mycket. Om platsen där man ska göra uppspänningen är svårtillgänglig kan man behöva lyfthjälp av t.ex. en hjullastare.



Figur 7. Hydraulisk pump



Figur 8. Hydraulisk domkraft på plats redo för uppspanning

7.3 Principer för uppspanning

I följande underkapitel behandlas tillvägagångsmetoderna för uppspanningen samt vilken kraft stagen ska spännas upp med.

7.3.1 Tillvägagångsmetoder

Mätningen på töjningen sker under flera olika moment och olika provkrafter. Före arbetaren som utför spänningen börjar spänna stagen granskar han området runt staget och om staget blivit korrekt rengjort. Om personen i fråga har något att anmärka på bör detta utföras före man börjar spänna stagen.

Det finns speciella muttrar och ankarplattor som används för att spänna fast stagen då man börjar spänna. Dessa saker tål uppspanning flera gånger jämfört med om man använder en vanlig mutter och ankarplatta. Dessa delar bör man kontrollera att de kommer med då man får stagen. Om inte bör man beställa dem skilt.

Före man börjar spänna stagen bör man se till att man har ett bra ställe att mäta utvidgningen på. Detta bör helst vara från betongen bredvid plattan på staget. Det är mycket troligt att plattan rör på sig under mätningens gång, vilket gör att resultatet man får är felaktigt.

Då man börjar spänna stagen ökar man kraften procentuellt sett mot provdragkraften. Varje gång man ökar kraften för man vänta en minut för att utföra mätningen. Exemplet som används är taget från projekt KR165 & 285 i Aitik och 40 mm stag.

Först spänner man staget till 10 % av provdragkraften och väntar en minut för att utföra mätningen. Efter detta spänns staget till 40 % och samma procedur utförs. Efter detta görs samma sak med 55 %, 70 % och 85 % av provdragkraften. Då man spänner staget till 100 % gör man först mätningen med måttbandet alternativt tumstocken. Man lägger även dit kastklockan i detta skede och ser till att den är nollställd. Mätningarna med kastklockan görs vid 1, 2, 3 & 5 minuter efter att man spänt staget till 100 %. Mellan minut 2 och 5 får rörelsen högst vara 0,2 millimeter. Om detta inte uppnås bör man vänta i 5 minuter till, men nu får rörelsen högst vara 0,2 mm. Denna procedur kan behöva göras många gånger. Då detta uppnås anses provdragningen vara godkänd.

Efter att provdragningen är godkänd minskas kraften till 50 % varpå den ökas till låskraften. Här görs en till mätning med måttband. Efter detta dras ankaret upp 3 mm till för att ta hänsyn till förlusten då man låser muttern. Då dessa steg är gjorda låser man muttern.

För att kontrollera att stagen är spända med rätt kraft minskas kraften på domkraften till 0. Därefter spänner man staget igen till låskraften. Så länge man spänner med en kraft som är under låskraften går pumpen lätt och mätaren ökar i snabb hastighet. Då man kommer upp i den kraft där mätaren börjar gå långsamt har man nått låskraften. Stämmer denna kraft med den låskraft som man ska ha är staget färdigt uppspönt. Kommer man inte upp i rätt kraft är det bara att spänna staget ännu mera eller tvärtom. (Personlig kommunikation med Kaur Kramm vid Lemminkäinen 2018-01-04)

Alla stag har ett individuellt identifikationsnummer och alla uppspänningar protokollförs enligt ett dokument som gjorts för dessa provkrafter och låskrafter.

7.3.2 Kraft som stagen spänns med

Hur hårt man spänner stagen beror på vad som sägs enligt handlingarna. Det beror också på längden samt dimensionen på stagen. På projekt Kr165 & 285 hade vi på 40 mm stagen en maximal provdragningskraft på 1000 kN och låskraft på 800 kN. Då man provspänner staget gör man det procentuellt sett mot den maximala provdragningskraften enligt föreskrifterna. Det finns ett exempel över detta under föregående rubrik.

8 Arbete efter uppspänning

I detta kapitel presenteras det vad man gör åt stagen efter att de är uppspända. Bl.a. hur man ska kapa dem, varför man bör korrosionsskydda dem samt andra skydd för stagen.

8.1 Kapning av stag

Kapningen av stagen får först ske efter godkännande av de som spönt stagen. Detta sker oftast då man fått protokoll på de spända stagen. Man får alltså inte kapa stagen direkt efter att de är uppspända.

Då man kapar stagen bör man sträva efter att de ska lämnas så långa som möjligt, detta på grund av att man i behov ska kunna efterspanna dem.

Själva kapningen görs lätt med en vanlig vinkelkap. Det man bör tänka på är att man gör en vinkelrät kapning för att inte förstöra gängorna på staget.

8.2 Korrosionsskydd

För att skydda den del av staget som inte är korrosionsskyddat från fabrik skruvar man fast en hatt med korrosionsskyddsmassa som är ett sorts fett. För att massan inte ska rinna bort finns det en packning nere under plattan mellan staget och röret. Det ska också läggas en packning mellan plattan och hatten. Korrosionsskyddsmassan är mycket trögflytande vilket gör att man måste värma upp den för att kunna hantera den bättre.

8.3 Skydd för stag

För att ge stagen ännu bättre skydd kan man lägga en skyddsplåt ovanför dem om det är möjligt. Detta går oftast bra där ursparningar är gjorda i betongen. Dessa plåtar är till för att ta emot yttre krafter samt skydda stagen om man fyller material över dem. Om man inte skyddar stagen kan det hända att de blir skadade vilket kan göra det mycket svårt om man ska efterspanna dem.

9 Dokumentation

Vid arbeten som dessa är det alltid väldigt viktigt att man dokumenterar och skriver protokoll över alla åtgärder. Denna manual börjar med vattenförlustmätning men det är viktigt att man får all dokumentation från början. Det vill säga att man bör få ta del av borrprotokollen för att garantera att borringen är utförd enligt handlingarna. Med borringen kan man också göra egenkontroller genom att loda hålen.

Då man senare börjar med vattenförlustmätningen protokollför man även denna. Senare vid injekteringen är det viktigt att man protokollfört den om staget skulle släppa. I sådana fall kan man påvisa att man gjort allt rätt.

Uppspänningen protokollförs väldigt noggrant eftersom det är ett rätt komplicerat utförande som har störst betydelse i hela processen. För mer om detta, se bilaga 3.

Alla protokoll är det viktigt att spara eftersom någon i framtiden kan behöva dessa vid t.ex. ombyggnationer eller rivning av objekt med spännarmering i.

10 Sammanfattning

Målet med detta examensarbete var att skriva en manual åt YIT. Det är för tidigt att veta om det är en bra manual då ingen ännu har använt den men det återstår att se. Självt har jag lärt mig väldigt mycket. Egentligen gjorde jag det fel väg eftersom jag gjorde allt det praktiska före och började skriva arbetet först efteråt. Det skulle ha varit bra att i alla fall sätta sig in i allt före man började.

Från början hade jag planerat att skriva mycket mer om annan spännarmering än GWS-stag, t.ex. linstag och självborrande stag. Men jag märkte ganska fort att jag hade tagit vatten över huvudet med de planerna. Efter diskussioner med min handledare begränsade vi arbetet med att bara skriva om GWS-stag eftersom det är dem jag arbetat med och tycker är mest intressanta.

I framtiden hoppas jag att jag kommer att få jobba mer med något projekt som har GWS-stag för att spänna fast fundament.

11 Figurförteckning

Figur 1. Kross 285 i Aitikgruvan (2017), Vit Tofel

Figur 2. Illustration på vattenförlustmätning

Figur 3. Injekteringsplattform (<https://www.epiroc.com/en-be/newsroom/2017/atlas-copco-reintroduces-unigrout-flex-m>)

Figur 4. Genomskärning av GWS-stag (2017), Dywidag Norge As

Figur 5. Skarvning av GWS-stag (2017), Dywidag Norge As

Figur 6. Stag redo att spännas

Figur 7. Hydraulisk pump

Figur 8. Hydraulisk domkraft på plats redo för uppspanning

12 Källförteckning

Geotechdata (2015-12-20) Lugeon test. [Online]

http://www.geotechdata.info/geotest/Lugeon_test.html [hämtat 2018-03-26]

Wsochcompany (u.å.) Flytmedel till betong. [Online] <https://www.wsochcompany.se/for-betong/tillsatsmedel-till-betong/flytmedel-till-betong/> [hämtat: 2018-02-19]

Sika (u.å.b) Acceleratorer. [Online] <https://swe.sika.com/sv/concrete-redirect/sika-concrete-technology/02a001/02a001sa01/02a001102.html> [hämtat: 2018-03-20]

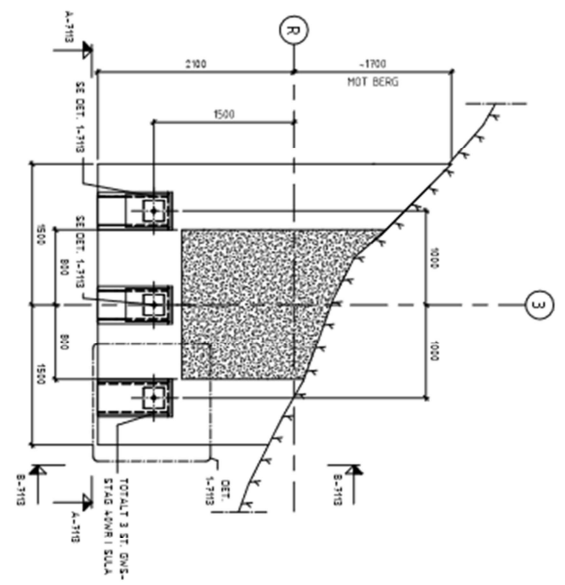
Sika (u.å.a) Retarders. [Online] <https://swe.sika.com/sv/concrete-redirect/sika-concrete-technology/02a001/02a001sa01/02a001105.html> [hämtat: 2018-03-20]

Dykarna (u.å) Mammutsug. [Online]

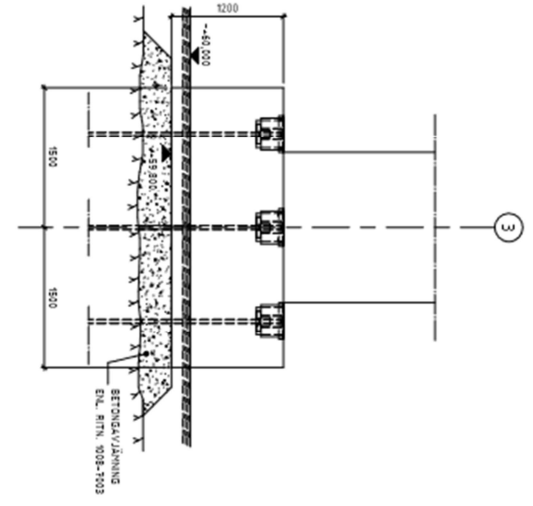
https://www.dykarna.nu/lexicon/mammutsug_379.html [hämtat: 2018-03-27]

Ensamlingen skall utgå från de uppgifter som är angivna i den redovisade planeringen. Förändringar skall godkännas av projekteraren. Förändringar skall godkännas av projekteraren. Förändringar skall godkännas av projekteraren.

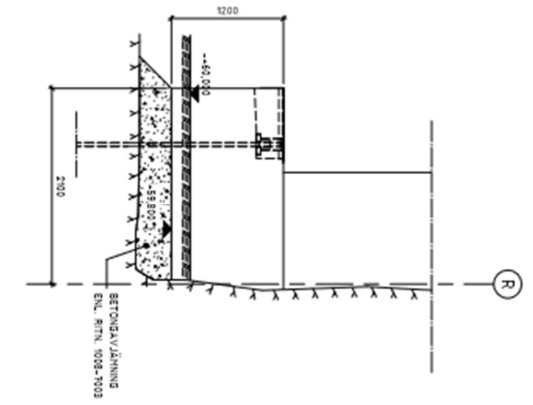
The drawing and its contents are to remain the property of the project manager. Changes shall be approved by the project manager. Changes shall be approved by the project manager. Changes shall be approved by the project manager.



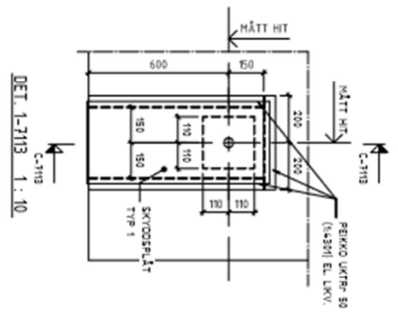
FUND 3 SULA-PLAN 1:25



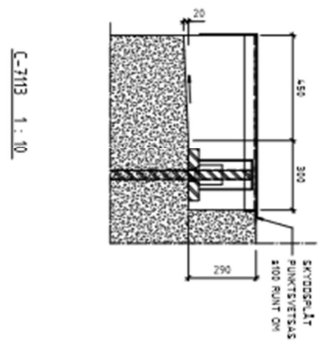
A-7113 1:25



B-7113 1:25



DET. 1-7113 1:10



C-7113 1:10

<p>FORKLÄNINGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • VINK 108 UR SULA • ANPASSAS EFTER BERGNYL <p>FÖRESKRIFTER</p> <p>ALUMINIA FÖRESKRIFTER BTG SE RITN. 008-7001</p> <p>HÄNSYNNINGAR</p> <p>DRIVPLAN SE RITN. 008-7101 ÅRRENING SULA SE RITN. 008-7104 MÄTTÄTTNING FUND 3 SE RITN. 008-7115</p>		<p>BYGGHANDLING</p> <p>ALTIK KROSSNING, INFRÄKT KROSS NER I FUNDAMENT 3 SULA MÄTTÄTTNING PLAN OCH SEKTION</p> <p>SWECO</p>	<p>BYGGHANDLING</p> <p>ALTIK KROSSNING, INFRÄKT KROSS NER I FUNDAMENT 3 SULA MÄTTÄTTNING PLAN OCH SEKTION</p> <p>SWECO</p>
---	--	--	--

LEMMINKÄINEN INFRA OY JÄNNITYSYKSIKKÖ KALLIOANKKUREIDEN JÄNNITTÄMISPÖYTÄKIRJA				Lemminkäinen				
Kohde Boliden				Jännemenetelmä				
Rakenneosa Tankoankkurit				Liittyy piirustukseen n:o				
Osoite: Huhdanojantie 961, Orimattila								
Yhteyshenkilö: Joseph Saluti +46 76 1250 464 tai Mattias Sundqvist +46 76-125 11 10								
Tunkki	Männän Pinta-ala [cm²]	Tunkin vetomitta [m]		Mittarinumero			Kalibrointi pvm	
Eberspächer	148,4	0,5		1081109			24.8.2017	
Ankkuri n:o, tunnus		285310 285311						
Tangon halkaisija		mm	40	40	40	40	40	40
Koebetovoima		kN	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Paine	10 %	bar	83	83	83	83	83	83
Mittaus	10 %	mm	30	36				
Paine	40 %	bar	295	295	295	295	295	295
Mittaus	40 %	mm	38	48				
Paine	55 %	bar	395	395	395	395	395	395
Mittaus	55 %	mm	44	54				
Paine	70 %	bar	500	500	500	500	500	500
Mittaus	70 %	mm	48	61				
Paine	85 %	bar	605	605	605	605	605	605
Mittaus	85 %	mm	56	68				
Paine	100 %	bar	679	679	679	679	679	679
Mittaus	100 % 1 min	mm	58	71				
Mittaus	100 % 2 min	mm	013	006				
Mittaus	100 % 3 min	mm	022	008				
Mittaus	100 % 5 min	mm	030	011				
Venymä 2-5 min (sallittu ≤ 0,2mm)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mitattu venymä koebetovoimalla		mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vaadittu pysyvä voima lukituksen jälk.		kN	800	800	800	800	800	800
Paine	10 %	bar	83	83	83	83	83	83
Mittaus	10 %	mm	38	42				
Paine	100 %	bar	570	570	570	570	570	570
Mittaus	100 %	mm	56	68				
Mitattu venymä ennen lukitusta		mm						
Jännityspäivämäärä		pvm						
Päivämäärä		Allekirjoitukset						
3.1.2001		Jännitystyön suorittaja Janne Rakkonen Rando Kramm				Pöytäkirjan laatija Rando Kramm		