

Projekt	Diarie-/Upphandlingsnummer	Dokumentnummer	
Ny Bro 2020	TN/2013:74 13/196	NB2020-12-060	
Handläggare av (leverantör)	Granskad (leverantör)	Version	Datum
S. Hov/ATKINS	A. Rubensson/ATKINS	1.3	2014-03-27
Godkänd (leverantör)	Godkänd beställare	Rev.datum/Sign.	
R. Timmerman/ATKINS	B-M. Jacobsson/Lidingö Stad	2014-05-14 /S.Hov	

PM Geoteknik

Ny Bro 2020
Underlag för inriktningsbeslut



Innehåll

1.	Inledning.....	3
2.	Underlag.....	3
3.	Befintliga förhållanden	3
4.	Grundläggning av Ny bro 2020	5
5.	Råd för fortsatt arbete	6
6.	Bilagor	7



1. Inledning

Lidingö stads kommunfullmäktige beslutade år 2012 att en ny bro ska byggas mellan Lidingö och Stockholms stad. Projektet som benämns Ny bro 2020 ska vara färdigställt år 2020. Den nya bron ska då ersätta Gamla Lidingöbron och dess funktioner för gång-, cykel- och mopedtrafik samt spårväg.

På uppdrag av Lidingö stad har Atkins Sverige AB utfört en inledande geoteknisk utredning avseende befintliga geotekniska förhållanden och grundläggning av befintlig spårbron (Gamla Lidingöbron) samt översiktligt bedömt möjlig grundläggning av planerad Ny bro 2020. Även förslag till fortsatta undersökningar och utredningar har sammanställts.

2. Underlag

Följande underlag har använts i utredningen (ref.nr):

1. Nordendahl, E., ”Beskrivning över nya Lidingöbron byggd åren 1917-1926”, utgiven av Lidingöbrostyrelsen 1928;
2. Arkivmaterial av grundläggning av befintlig bro, diverse ritningar, daterade 1920-talet;
3. Geotekniska undersökningar vid planering av den befintliga vägbron, diverse ritningar utarbetade av Hagconsult, daterade 1963;
4. Geotekniskt utlåtande inför upprustning av spårbron, utarbetat av Scandiaconsult, daterad 1984

3. Befintliga förhållanden

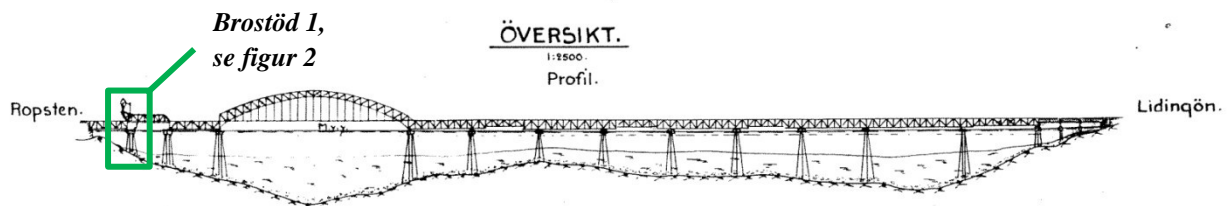
3.1 Geologiska förhållanden

Gamla Lidingöbron går över fjärden Lilla Värtan som är en svacka i berggrunden. Enligt SGU:s berggrundskarta går en spröd deformationszon längs Lilla Värtan, därav det stora djupet till berg. Deformationszonen kan vara en förkastning eller sprickzon, d.v.s. sprickigt berg med relativt låg kvalitet. Det kan förväntas att bergkvaliteten är som lägst i de djupaste partierna.

3.2 Geotekniska förhållanden

Vattendjupet i brolinjen varierar mellan ca 10 och ca 20 m, och är som störst vid befintligt bågspann, se figur 1 samt bilaga 1 för en mer detaljerad figur (ref 1 och 2). De minsta djupen finns i bronns mitre del, samt mot landfästena. Utifrån beskrivningar och ritningar i arkivmaterial består sjöbotten av ett mäktigt lager lera. Lerans mäktighet uppges vara mellan ca 10 och ca 40 m, även detta som störst vid bågspannet.

Vid tiden för undersökningar för Gamla Lidingöbron, det vill säga på 1920-talet (ref 1), utfördes mätningar av lerans skjuvhållfasthet men resultaten är högst osäkra på grund av dåtidens tekniska begränsningar. Mätningar av lerans vattenkvot visade mellan 40 % och 70 %, minskande mot djupet. Dessa resultat torde däremot vara relativt tillförlitliga. Vid de geotekniska undersökningar som utfördes under 1960-talet för vägbron (ref 3), visade mätningar av skjuvhållfastheten med vingborrningar mellan i princip noll vid sjöbotten till ca 20 kPa mot djupet. Vid enstaka vingborrningar på stora djup visade värden på upp emot ca 30 kPa. Exakt var dessa mätningar är utförda är dock oklart.



Figur 2. Exempel på tillgängligt arkivmaterial, grundläggning av brostöd 1 (se läge i figur 1) (ref 2)

Leran underlagras av morän, som enligt arkivmaterial från 1920-talet är mellan några decimeter upp till flera meter (ref 2). Tillgängligt arkivmaterial från 1960-talet, utförda för vägbron (ref 3), visar på moränmäktigheter upp till ca 15 m, men detta underlag är inte komplett.

Djup till berg, mätt från vattenytan, är upp till som mest ca 60 m i läge för bågspannet, enligt arkivmaterial från 1920-talet (ref 1/2).

Tillgängligt arkivmaterial för tidigare utförda geotekniska undersökningar är begränsat och inte komplett, i tillägg till att äldre material ofta är behäftat med osäkerheter. Detta gäller speciellt de undersökningar som är utförda på 1920-talet. Kännedom över geotekniska förhållanden är därför endast översiktlig.

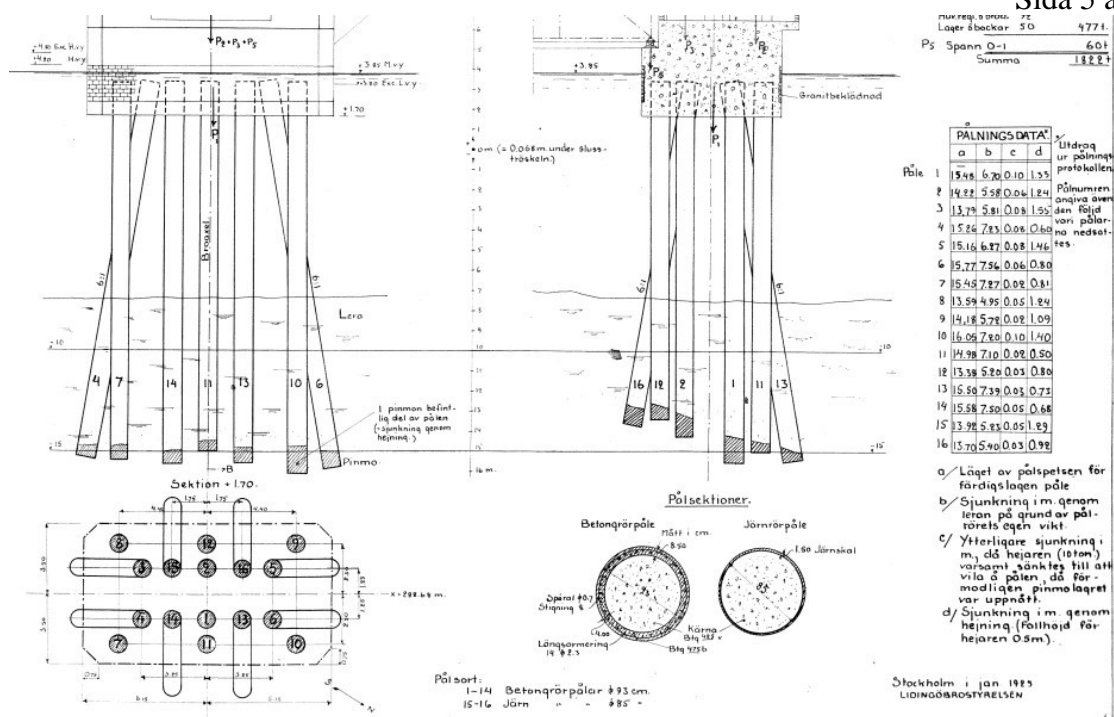
3.3 Grundläggning av Gamla Lidingöbron

Gamla Lidingöbro består av totalt 15 brostöd, utöver landfästena. De två landfästena på Lidingö är grundlagda på berg eller avsprängt berg, medan landfästet vid Ropsten är grundlagt med träpålar i morän som har en mäktighet av ca 9 m, enligt arkivmaterial (ref 1).

Övriga brostöd är pålgrundlagda med rörpålar av stål och järn eller armerad betong. Pålarna är fyllda med betong. Neddrivning av pålarna utfördes med öppen spets och med hejare. Pålarna slogs ned till "stopp" enligt en då gällande metodik, vilket medförde att pålarna drevs ned i den underliggande moränen från enstaka decimeter upp till 2 m. Efter neddrivning spolades pålarna ur, varpå de fylldes med betong (ref 1).

Generellt har varje stöd ca 10 st pålar som installerades antingen vertikalt eller lutande med en maxlutning av ca 8:1. Påldiametrarna varierar mellan 85 och 93 cm. Varje påles lastkapacitet beräknades till 250 ton (ref 1).

Ett exempel på tillgängligt arkivmaterial av grundläggning visas i figur 2.



Figur 2. Exempel på tillgängligt arkivmaterial, grundläggning av brostöd 1 (se läge i figur 1) (ref 2)

4. Grundläggning av Ny bro 2020

4.1 Möjliga grundläggningssätt

Grundläggning av planerad bro utformas utifrån typ av brokonstruktion, geotekniska och hydrogeologiska förhållanden samt miljöpåverkan.

Grundläggning kommer att behöva utföras med pålgrundläggning på grund av de lösa jordlagren. Av samma orsak kommer även spetsbärande pålar att krävas, i motsats till så kallade mantelbärande pålar där lasterna tas upp av jordmaterialet längs pålarnas sidor. Det finns ett antal olika typer av pålar, till exempel pålar i trä, stål eller betong. De alternativ som bedöms rimliga är stålpålar eller betongpålar, eftersom trä inte kan ta tillräckliga laster. Andra typer av pålar som exempelvis jetpålar, CFA-pålar eller grävpålar är inte tekniskt genomförbart i vatten och lösa bottensediment.

Pålgrundläggning kan vidare utföras antingen med slagna eller borrarade pålar. Betongpålar drivs med slag och stålpålar kan antingen drivas med slag eller genom borrar. Att utföra grundläggning med prefabricerade slagna betongpålar för den typ av bro liknande Ny bro 2020 bedöms inte vara lämpligt av följande orsaker. Betongpålar kommer att bli mycket slanka jämfört med dess längd och på grund av de stora vattendjupen och lösa jordlagren kommer pålarnas axiella lastkapacitet kraftigt begränsas eftersom knäckning får en stor inverkan. Pålarna kommer dessutom att få dålig sidostyrning vid slagning och man får en avsevärd svårighet med placering av pålarna med godtagbar tolerans, även om styrrör används. Pålarna riskerar dessutom att böjas av vid slag mot eventuell blockförekomst, samt att slagningen medför avsevärd materialutmattning och att det föreligger risk för omfattande sprickbildning på grund av så kallad vattensprängning.

Stålpålar utförs ofta som enbart stålrörspålar eller som stålrörspålar som fylls med betong och/eller stålelement, så kallade stålkärnpålar. För aktuella förhållanden för Ny bro 2020,



det vill säga relativt stora djup till bärkraftig morän eller berg, kommer högst sannolikt grova stålrörspålar vara fördelaktigt. Slanka stålrörspålar eller betongpålar bedöms inte kunna användas på grund av risk för knäckning vid stora djup. Grova stålrörspålar har en diameter över 300 mm. Fördelen med stålrörspålar är att dessa är inspekterbara och enkelt kan rakhetsmätas, och man får således en säker pålgrundläggning med hög tolerans. Grova stålrörspålar fylls ofta med armerad betong.

Grova stålrörspålar kan antingen drivas genom borrhning eller slagning. Borrhning kan utföras med så kallade topphammare, det vill säga med slagutrustningen ovan pålhuvudet, eller med sänkborrhammare, med slagutrustningen vid pålens spets. För grova stålrörspålar är dock sänkborrhammare det enda alternativet eftersom slagenergin från topphammare dämpas avsevärt för grova stålrörspålar. Sänkborrhammare ger dessutom lägre bullernivåer och säkrare borrhstyrning. Slagning av grova stålrörspålar med fallhejare är möjligt, men man riskerar då svårigheter med drivning vid blockförekomst, samt att bullernivåer ofta är relativt höga.

4.2 Bedömd lämplig grundläggning av Ny Bro 2020

I motsats till Gamla Lidingöbrons grundläggning med slagna pålar, bedöms i nuläget borrhade pålar vara fördelaktiga med avseende på tekniska förutsättningar och miljöpåverkan. Borrhade pålar med så kallad sänkborrhammare ger lägre bullernivåer, mindre påverkan på sjöbotten och en mer säker borrhstyrning jämfört med slagna pålar. En borrhad lösning kräver dock sannolikt att pålarna borrhades ned i friskt berg för att få tillräcklig bärighet. Grundläggningsdjupet är således beroende av djup till berg och bergets kvalitet.

Borrhade grova stålrörspålar kan utföras med olika diametrar och fylls med armerad betong. Benämningen stålrörspålar kan vara missvisande eftersom man i permanentkedet oftast bortser från det yttre stålrörets hållfasthet som antas kunna rosta bort helt och hållet. Det som räknas som bärande konstruktion är således den armerade platsgjutna betongpålen. Påltyp och dimensioner är beroende av moränens beskaffenhet och täthet samt bergets kvalitet och spricksystem. För kalkylarbeten bör kunna förutsättas omkring 10 pålar per stöd med en genomsnittlig pållängd av ca 35 meter från vattenytan till bergets överyta.

Dagens teknik möjliggör grundläggning även i de djupaste delarna, det vill säga vid befintligt bågspann, men bergets kvalitet är här osäkert på grund av den deformationszon som går längs Lilla Värtan. Brostödslägen kan dock komma att styras av hydrologiska orsaker, till exempel strömningsförhållanden eller dylikt.

Planerade landfästen på Lidingö kan sannolikt grundläggas på berg eller avsprängt berg, medan landfäste vid Ropsten grundläggs på fast morän, pålar eller på berg.

5. Råd för fortsatt arbete

Tillgängligt arkivmaterial från Gamla Lidingöbron och Lidingöbron är begränsat och inte komplett. Det är därför svårt att med säkerhet kunna anta geotekniska förutsättningar och utföra tillfredsställande kostnadsuppskattningar för planerad Ny bro 2020. Osäkerheter finns i djup till berg, bergkvalitet och jordlagrens mäktighet och egenskaper. Vi föreslår därför att geotekniska undersökningar utförs i ett tidigt skede.

I ett förfrågningsunderlag för en totalentreprenad bör finnas ett geotekniskt underlag för att



undvika prisspekulationer och anbudsgivare som kan anta goda och fördelaktiga grundläggningsförhållanden. Viktiga förhållanden att undersöka är djup till berg, bergets kvalitet och sprickbildning, moränens mäktighet och beskaffenhet, samt lerans hållfasthet.

Utförande av geotekniska undersökningar kräver att arbetet utförs från stillastående flotte med stödben. Den bästa tiden för att utföra arbetet är under april till början av juni eller perioden slutet av augusti till oktober. Arbeta med flotte kräver ofta lång framförhållning då tillgång till flotte kan vara begränsad.

6. Bilagor

Bilaga 1 Översikt i längdvy och plan av befintlig bro (arkivritning från 1920-talet)