

Spetsbärförmåga hos betongpålar stoppslagna i morän

SBUF

FoU-projekt nr 11239

Skanska

Stockholm, maj 2004

Gary Axelsson

Skanska Teknik AB

Geoteknik Grundläggning

Stockholm

BAKGRUND

För entreprenörer i byggbranschen är grundläggningsarbetet ofta förknippat med ekonomiska risker och beroende på osäkerhet gällande omfattning och tidsåtgång. Vid pålning är det huvudsakligen mängden slagningsarbete och andelen bortslagning som är osäkra faktorer.

I en stor andel projekt är den last som utnyttjas på spetsburna betongpålar mycket hög. Pålar som tidigare hade normerade laster på ca 600 kN räknas idag ofta upp till ungefär 1200 kN. De höga kraven på bärförmågan medför att pålarna måste drivas till en spetspåkänning på ungefär 30 MPa. I vissa jordar är det inte utan stora svårigheter möjligt att driva pålar till ett sådant stort spetsmotstånd. Extra problematiskt blir det vid kraftigt fjädrande jord, som är vanligt i tjocka moränlager med stor halt av silt och finsand. Om inte kraven på bärförmågan uppnås måste drivningen fortsätta i ett försök att hitta styvare jordlager eller nå bergytan. Detta kan innebära mycket tidsödande drivning med stor andel bortslagna pålar.

En bedömning i projekteringsstadiet av vilka laster som kan utnyttjas på pålarna med hänsyn till de geotekniska förhållandena skulle vara mycket värdefull. Idag görs ofta ingen åtskillnad mellan olika geotekniska förutsättningar då lastnivån för spetsburna pålar bestäms. Istället förutsätts påelementets lastkapacitet vara begränsande för pålens last. Detta enkla betraktelsesätt kan leda till hård långvarig drivning som leder till en stor andel skadade och bortslagna pålar.

SYFTE

I Sverige har dynamisk provbelastning (stöt vågsmätning) slagit igenom stort, och de senaste 20 år har stöt vågsmätning utförts på uppskattningsvis 40-60 % av pålningsprojekten. Med denna stora mängd material har det funnits en unik möjlighet att samla in viktig information från ett stort antal projekt från hela Sverige. Vid dimensionering av pålar är det ofta svårt att bestämma de geotekniska förutsättningarna. Därför är det oerhört värdefullt att ha en stor erfarenhetsbank som stöd vid dimensioneringen.

Syftet med projektet har varit att upprätta en databas över spetsburna pålar stoppslagna i morän (fast lagrad friktionsjord). Databasen kan användas för analys av

styrande parametrar som t.ex. stoppsjunkning, bärförmåga och slagenergi, samt deras inbördes korrelation.

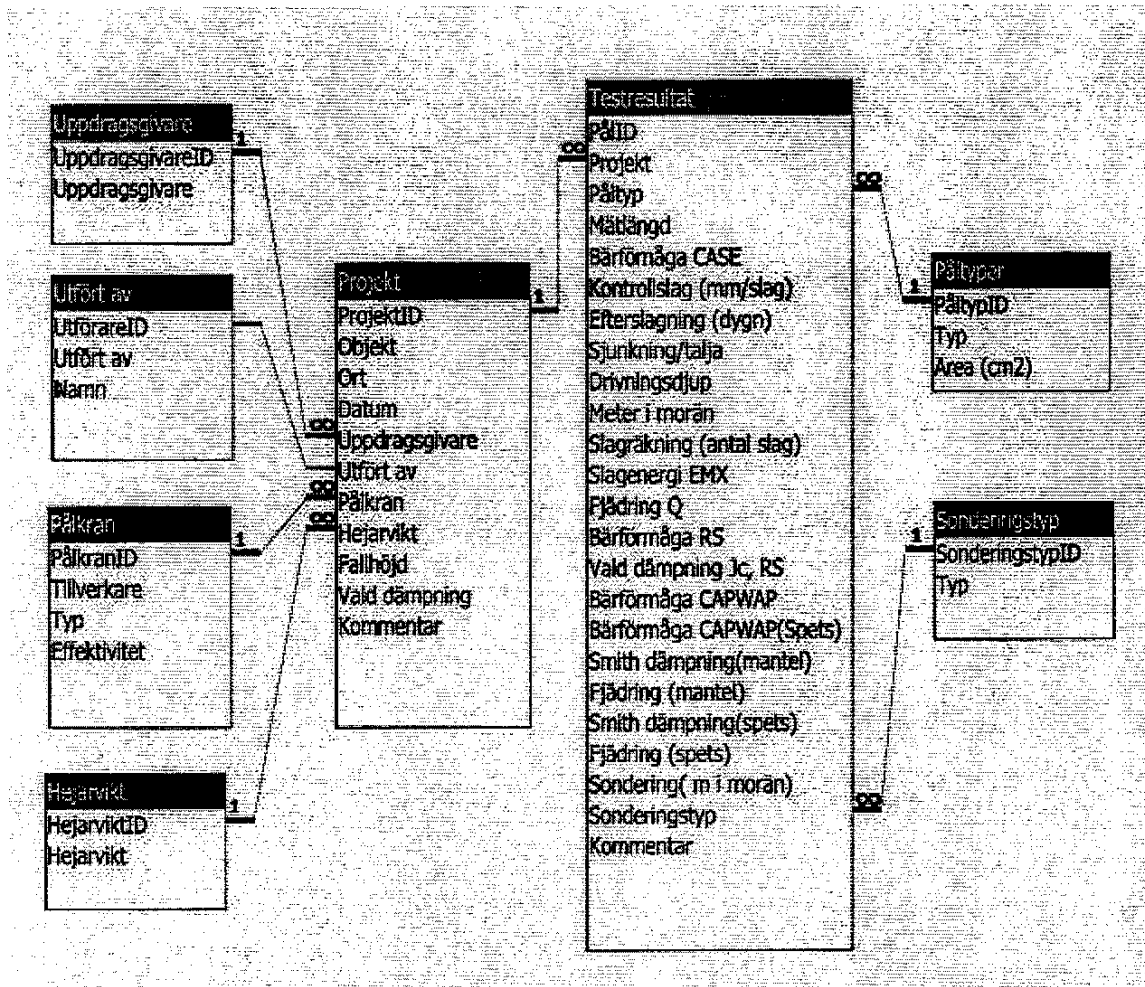
Detta arbete finns presenterat i en rapport av Markus Dangré och Lena Elvin i form av ett examensarbete (KTH 2004, samt Uppsala Universitet, 2004), samt i en artikel av Gary Axelsson, Markus Dangré och Lena Elvin till en internationell konferens (7th International Stresswave Conference, Malaysia, 2004). Vidare är databasen tänkt att bli allmänt tillgänglig för personer inom pålningsbranschen via något lämpligt forum på internet.

DATABAS ÖVER SPETSBÄRANDE PÅLAR I MORÄN

Databasen omfattar spetsburna betongpålar som stoppslagits i morän. Dominerande är pålar av standardmått 235x235 millimeter (SP1) och 270x270 millimeter (SP2 och SP3). Även projekt där specialtillverkade pålar med stora tvärsnittsmått, exempelvis 350x350 millimeter, har inkluderats. Samtliga pålar i databasen har provbelastats dynamisk (stöt vågsmätning).

Geografiskt omfattar databasen i stort sett hela Sverige. De företag som bidragit med material är *Nilsson & Lindgren*, *Hercules Grundläggning Markkonsult AB*, *Pålanalys* samt *Skanska Teknik* i Stockholm och Göteborg. Totalt omfattar databasen 110 projekt med 620 pålar.

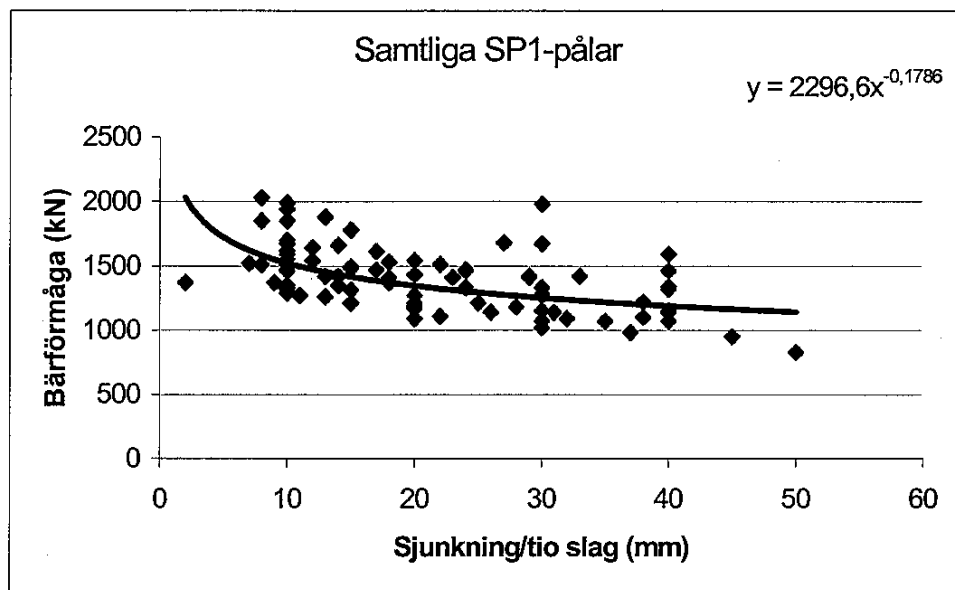
Den aktuella databasens har delats in i två grundtabeller. Dessa benämns *projekt* och *testresultat*, se Figur 1. I tabellen *projekt* finns alla data såsom plats, datum, och utrustning samt övriga parametrar som är gemensamma för samtliga pålar i projektet. De projekt där det finns särskilda omständigheter har kommentarer lagts till som exempelvis fjädrande jord eller stor bortslagning. Varje projekt har ett projekt ID som även finns med i tabellen *testresultat*. Det gör att varje påle lätt kan kopplas till rätt projekt. Tabellen *testresultat* innehåller alla enskilda data för varje påle. I tabellen finns en mängd olika parametrar som bl.a. beskriver bärförmågan, sjukning/talja mm.



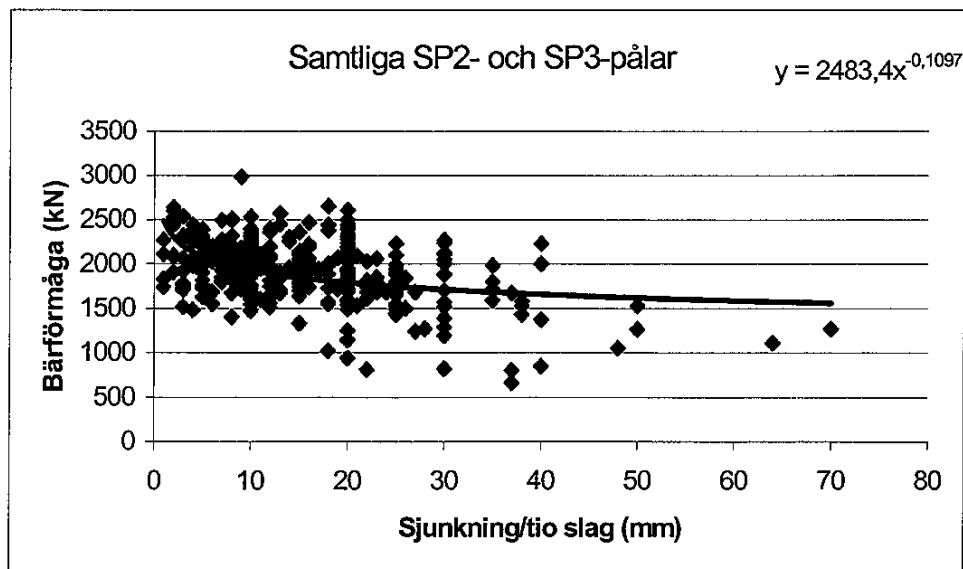
Figur 1. Databasens struktur

RESULTAT

I Figur 2 och 3 redovisas ett exempel på resultat som kan erhållas från databasen. Här har bärförmågan plottats mot sjunkningen per talja för 540 standard betongpålar, av typ SP1 samt SP2 och SP3 pålar. Ur figuren kan man utläsa vilken bärförmåga som man kan förvänta sig vid stoppslagning i moränjord.



Figur 2. Bärförmågan från CASE-metoden plottad mot sjunkning per talja för samtliga SP1- pålar.



Figur 3. Bärförmågan från CASE-metoden plottad mot sjunkning per talja för samtliga SP2- och SP3- pålar.

SLUTSATSER

En av riktlinjerna vid struktureringen av databasen har varit att skapa ett lättanvänt hjälpmedel för dimensionering av lämpliga lastnivåer. Databasen ska även kunna utökas med fler projekt utan att djupare datorkunskaper ska krävas. Dessa krav anses vara uppfyllda.

Slutsatserna kan sammanfattas i följande punkter:

- Databasen täcker hela Sverige och innehåller ca 120 projekt med över 600 pålar, vilket ger bred bas för analys och bearbetning.
- Med hjälp av databasen kan lämplig lastnivå väljas och därigenom kan omfattande drivningsarbete samt bortslagning av pålar undvikas. Databasen kan vara extra värdefull då man utför pålningsarbeten i områden med fjädrande jordar.
- Korrelationen mellan bärförmåga och stoppsjunkning var god (liten variationskoefficient), dvs en påles stoppsjunkningen ger en bra uppskattning av bärförmågan.
- Databasen visade att högsta tillåtna stoppsjunkningsvärde (normvärde) enligt Pålkommisionen (Rapport 94) och Vägverket (Bro 2002), dvs 10 mm/10 slag, är konservativt valt med hänsyn till de måttliga lasterna. Databasen ger ett mycket bra underlag till eventuell revidering av detta värde.
- Korrelationen mellan bärförmåga enligt CAPWAP-analys (signalmatchning) och CASE-metoden visade sig vara mycket god. Vidare visade det sig att Case-dämpningsfaktorn (J_c) har en liten inverkan på bärförmågan för spetsburna pålar i morän.