

Betongpålar i Sverige

- Industrin
- Så funkar det...
- Design

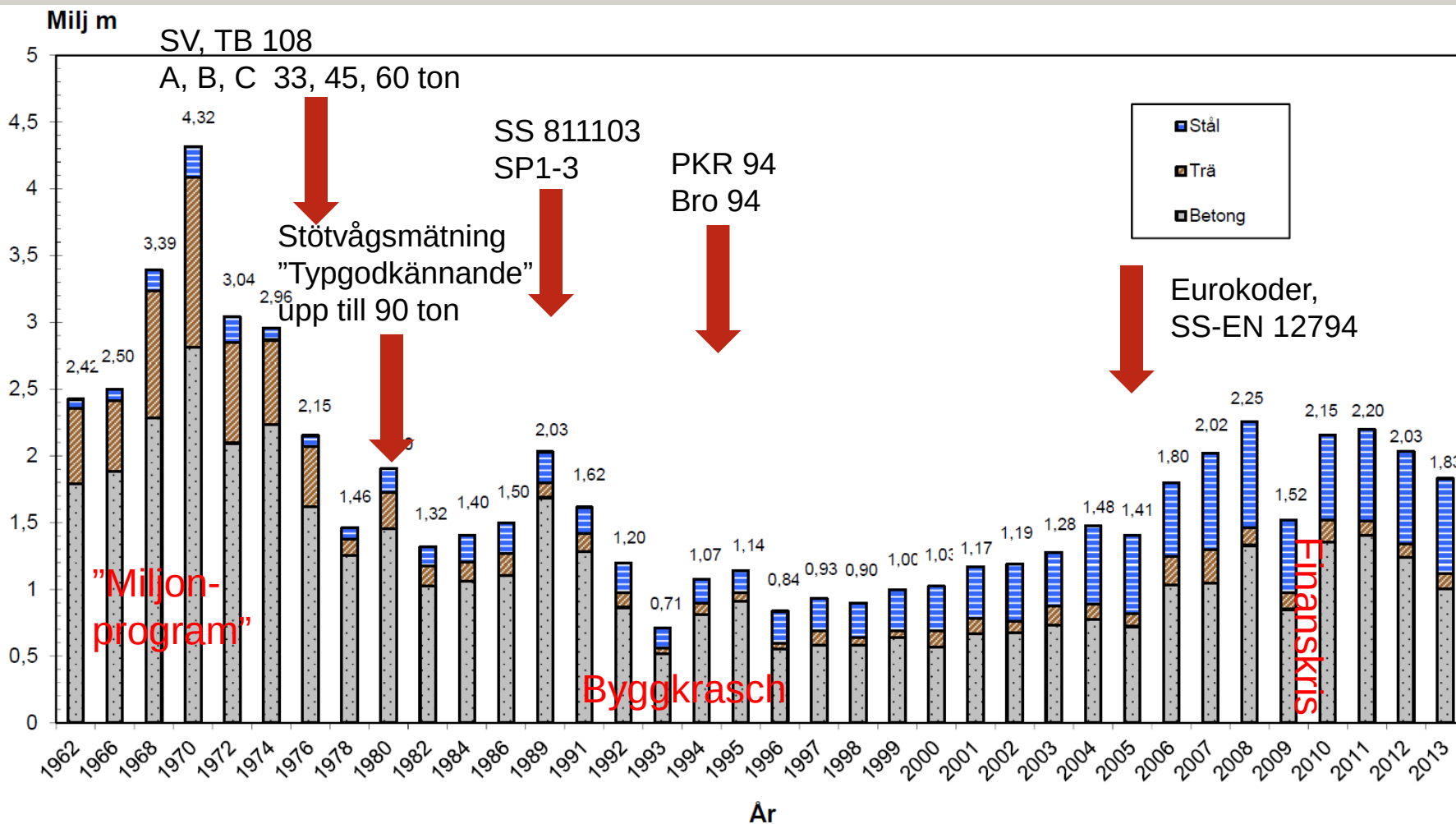


Betongpålindustrin

- Statistik, milstolpar, marknad
- Entreprenörer, tillverkning, installation
- Beställare



Statistik och milstolpar



Mer statistik

Från Pålkommissionen;

År	2013	2012	2011	2010	2009
Bostäder	45 %	40 %	29 %	25 %	28 %
Övrig husbyggnad	24 %	24 %	16 %	27 %	26 %
Industribyggnad	15 %	16 %	20 %	16 %	17 %
Väg och anläggning	16 %	20 %	35 %	32 %	29 %
Summa:	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

	2013	2012	2011	2010
SP1 (∅ 235 mm, 4 Ø 16)	51 %	33 %	36 %	21 %
SP2 (∅ 270 mm, 8 Ø 12) 275 mm	36 %	42 %	41 %	59 %
SP3 (∅ 270 mm, 4 x 2 Ø 16) 275 mm	8 %	15 %	15 %	11 %
övriga	5 %	10 %	8 %	9 %
summa:	100 %	100 %	100 %	100 %

2013

Betongpålar	1 004 107 m (55 %)
Slagna stålplålar	522 241 m (29 %)
Borrade stålrörspålar	188 020 m (10 %)
Träpålar	115 340 m (6 %)
Summa	1 829 708 m (100 %)

Entreprenörer och tillverkare

Medverkande till statistiken från Pålkommissionen;

◦ Hercules Grundläggning AB	Betongpåltillverkare	2 fabriker
◦ Skanska Sverige AB	Betongpåltillverkare	2 fabriker
◦ Aarsleff Grundläggnings AB	Betongpåltillverkare	1 fabrik
◦ PEAB Grundläggning AB	Betongpåltillverkare	3 fabriker
◦ Pålplintar AB	Betongpåltillverkare	1 fabrik
◦ Pålab		
◦ SVEVIA AB		
◦ Züblin Scandinavia AB		
◦ Berg- och Grundsäkring AB		
	◦ Veidekke Entreprenad	
	◦ Lemminkäinen Infra OY	
	◦ Betongsprutnings AB BESAB	
	◦ Grundförstärkningar i Göteborg AB	

Entreprenörer

- Hercules Grundläggning AB är den största grundläggningsentreprenören i Sverige, med en total marknadsandel på ca 25 %, 2013.
- Betongpålemarknadsandel ca 35 %.
- 2013 hade Hercules ca 220 anställda från Luleå i norr till Helsingborg i söder, med en omsättning på ca 600 miljoner kronor, ca 65 miljoner euro.
- Hercules har 11 st pålkranar, BANUT, Junttan och Liebherr. Hejarvikter mellan 2 och 5 ton, vissa utbyggbara till 8 ton. 3 st är räckviddsmaskiner.



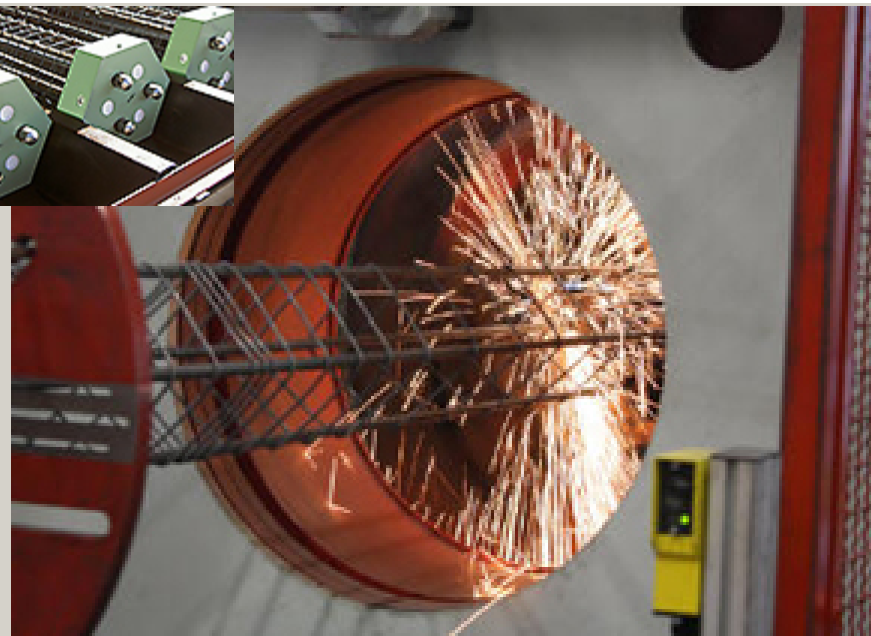
Tillverkning

- Hercules, Aarsleff och Pålplintar tillverkar armeringskorgar med svetsrobot, köper armering på rulle (coil) och använder rikt- och klippmaskin. Skanska och PEAB najar fortsatt sina korgar ("najrobot"), men Skanska har nu köpt en svetsrobot, med rikt- och klippmaskin.
- Hercules köper lyftöglor från Pintos och bygelarmering på coil från Skyllbergs.
- Samtliga tillverkare har pålar CE-märkta enligt SS-EN 12794. De flesta tillverkar sin egen betong.
- Hercules och de flesta andra tillverkarna, använder endast gjutning med bask. Numera tillverkas de flesta pålar inomhus.
- I Sverige tillverkas numera inga förspända pålar, endast slakarmerade.



Tillverkning

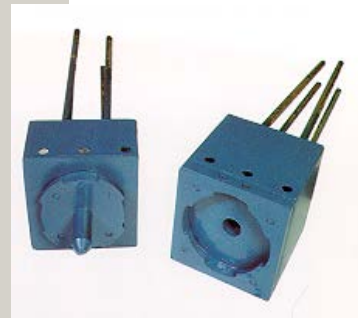
- Hercules exporterar, från sin fabrik i Ucklum utanför Stenungsund, som enda tillverkare i Sverige också pålar till Norge. Bara Hercules kan bitumenbestryka pålar. Det finns också möjlighet att gjuta sexkantiga pålar.
- I Sverige tillverkas kvadratiska pålar med tvärsnittsmått 200 mm till 400 mm.



- En majoritet av alla pålar i Sverige gjuts med kantmått 235 och 270 mm, med olika armeringsinnehåll. Betongen är normalt C50/60, Skanskas håller C45/55.
- De gamla standardbeteckningarna SP1-3 lever kvar och står ej i konflikt med SS-EN 12794.

Tillverkning

- Alla tillverkare i Sverige använder beslag från Leimet, utom Skanska, som tillverkar egna skor och skarvar.
- I princip alla skarvar är numera av ABB-typ, men det finns några undantag. Tidigare tillverkade Hercules en egen bajonettskarv.

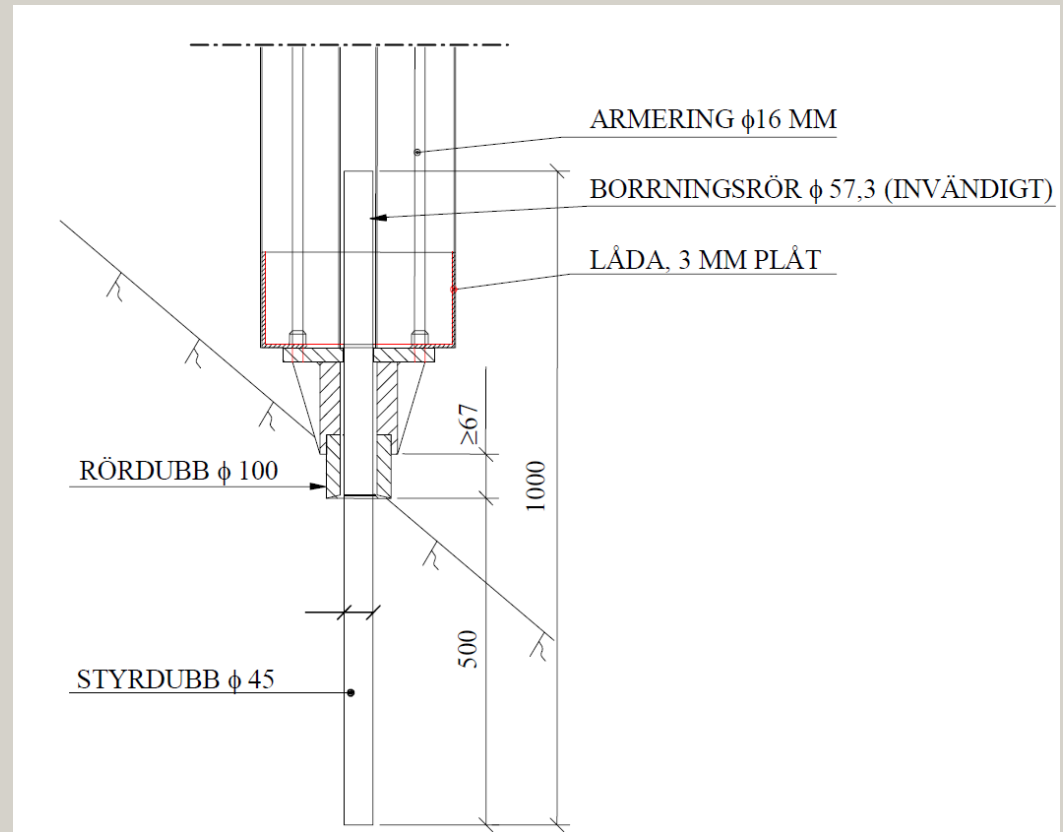


- Skanskas bergskor har en bottenplatta över hela tvärsnittet, liksom de norska bergskorna. Snart finns en ny svensk standard för bergskor.



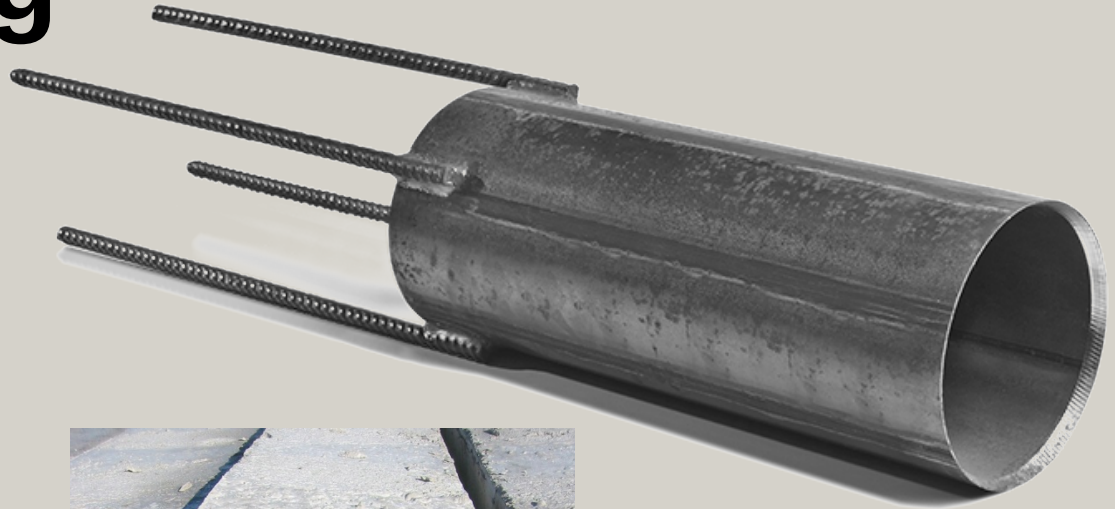
Tillverkning

- Pålar kan försees med borrhörs genomgång och bergsko med rörgenomföring och ihålig dubb.
- Metoden används främst där pålar slås mot brant (1:1,5) lutande berg utan överliggande fasta jordlager. Typiskt i Göteborgsområdet med lösa leror direkt vilande mot berg.
- Bergskor med lutande plåtsidor minskar problemen.



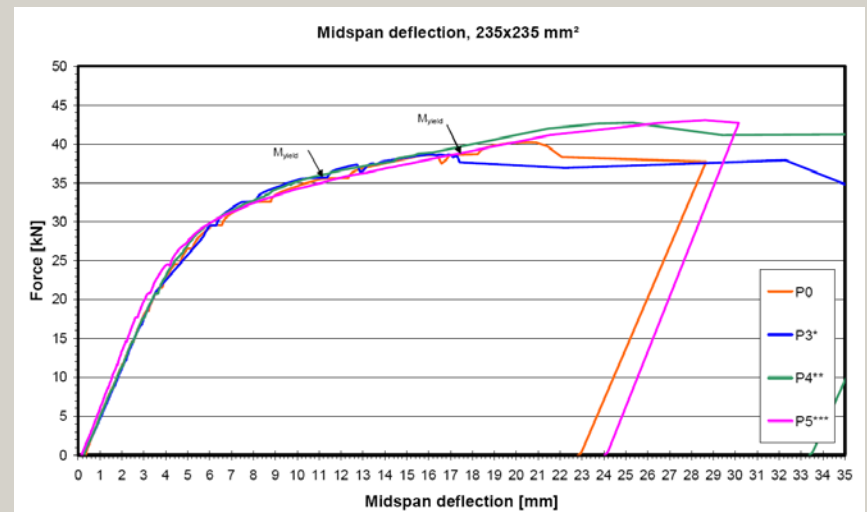
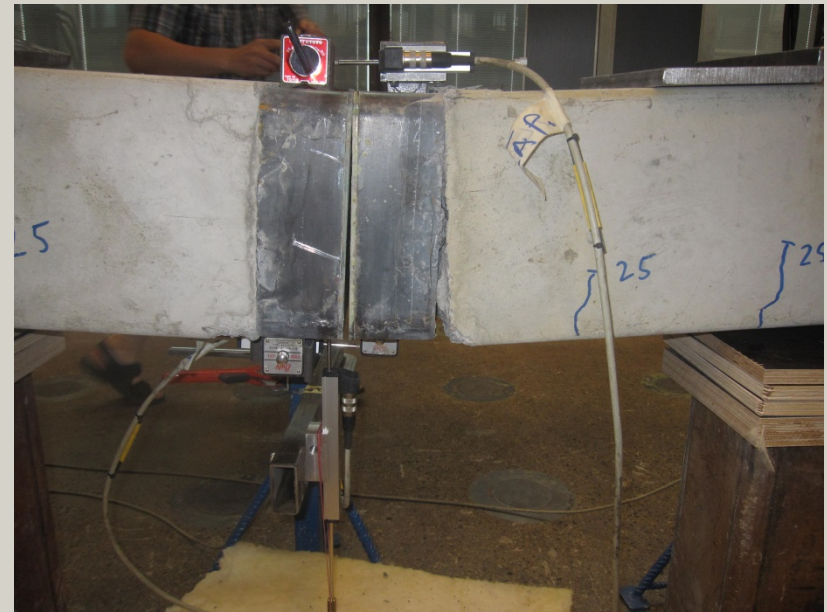
Tillverkning

- Pålar kan också försees med skarv för en träpåle och resultatet kallas kombipåle och betongöverdelen kallas "påläggare".
- Metoden används främst för kohesionspålar i lös lera.
- Samtliga skarvar på marknaden är av rörtyp och typgodkända, Leimets skarv benämns BINAB. Övriga tillverkare är Skanska och Neofac i Kungälv. Små skillnader.

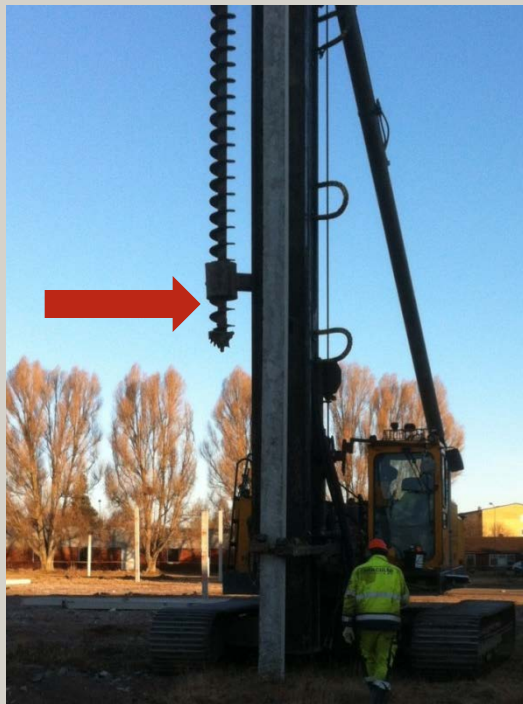


Tillverkning

- Alla skarvar ska numera uppfylla krav i enlighet med EN 12794, där ingår tester av skarvar (inga krav på bergskor).
- Trafikverket i Sverige, liksom texter i AMA kräver därvid att skarvar ska uppfylla krav enligt klass B.
- För att få användas ska betongpålen ha "bedömda egenskaper". Begreppet ersätter begreppen "typgodkänd" eller "tillverkningskontrollerad". Byggprodukter med bedömda egenskaper är produkter som tillverkats för att permanent ingå i byggnadsverk.
- Information om CE-märkning av byggprodukter och bedömda egenskaper finns i Boverkets broschyr "CE dig för".



Installation



- Pålkranar; BANUT, Junttan, Liebherr, ABI och någon holländsk (ca 40 st totalt).
- Flertalet kranar är numera utrustade med augerutrustning för "lerproppsdragning".
- Skanska och Hercules använder hydrauliska "klämverktyg" för skarvning.
- Krav på installation finns i AMA och SS-EN 12699.



Installation

- Beroende på geologi, slagningsutrustning, påltyp och maskinist kan produktionstakten variera från ca 100 m/8 h (korta pålar, hårdslaget, liten hejare) till över 800 m/8 h (långa kohesionspålar i lösa leror).
 - Augerborrning (proppdragning) utförs där massundanträngning kan medföra problem. Utförs till max 12 m djup.
 - Knektning av mantelburna pålar till rätt djup, minskar behov av kapning.
 - Prylning utförs där ytlagren är svåra att penetrera med pålarna.
 - Kontrollslagning och efterslagning utförs i erforderlig omfattning.
- 
- I Sverige används mest tillverkade sexkantiga dynträn i skiktlimmad "plywood". Beror lite på hur "tratten" ser ut, rund eller fyrkantig. Hercules har bara runda...

Beställare/huvudentreprenörer

30 största byggföretagen efter omsättning i Sverige

2013	2012	Företag	Omsättning, mkr i Entreprenadverksamhet					Anställda			
			Sverige	Utland	Totalt	2013	Förändr 2013/12, %	Sverige	Utland	2013	Förändr 2013/12, %
1	1	Peab	35 066	8 029	43 095	37 289	-6,0	11 661	2 131	12 644	-7,8
2	3	Skanska	33 567	102 921	136 488	31 060	8,1	10 462	46 643	10 814	-3,3
3	2	NCC	30 547	27 276	57 823	31 338	-2,5	9 988	8 372	10 060	-0,7
4	4	JM	9 907	2 696	12 603	9 982	-0,8	1 874	373	2 021	-7,3
5	5	SVEVIA	7 180			7 158	0,3	2 113		2 364	-10,6
6	6	Veidekke Sverige ¹⁾	4 087			4 609	-11,3	1 007		1 073	-6,2
7	7	INFRANORD	3 787			4 516	-16,1	2 577		2 682	-3,9
8	8	Strabag Sverige ²⁾	2 410			2 909	-17,1	567		631	-10,1
9	9	Lemminkäinen ³⁾	2 261			2 144	5,5	435		416	4,6
10	12	Strukton Rail AB ⁴⁾	1 987			2 556	-22,3	848		910	-6,8

- Marknaden har under de senaste åren diversifierats en hel del, många nya, mindre byggbolag har startat och ökar raskt i omsättning.
- Nämnas kan tex Serneke Group AB, Wäst-Bygg gruppen, MVB, Erlandsson Bygg, BoTrygg Bygg i Linköping.

Slutbeställare

- Trafikverket, > 30 miljarder/år totalt, ca 3,3 miljarder Euro, ungefär halva summan är nyproduktion. Halva marknaden för anläggningsbyggande.
- SL
- Trafikkontoren i Stockholm och Göteborg
- Landstingen
- LKAB
- Kraftbolagen och träindustrin
- Kommunerna
- ESS och MAX-lab i Skåne



Så funkar det...

- En exploatör/byggare har mark som avses bebyggas. Privata aktörer, såväl som offentliga beställare.
- Förutom alla formella bygglov osv, så ska en geoteknisk utredning utföras. Detta utförs undantagslöst av en geoteknisk konsult. Både undersökningar (borrbandvagn, lab-undersökningar och utredningar.
- Endast Skanska, NCC o PEAB av entreprenörerna har egna geotekniker/geokonstruktörer. Jobbar i princip endast internt. När marknaden diversifieras märks tydligt en efterfrågeökning på denna kompetens från entreprenadsidan.
- Endast Hercules, av grundläggningsentreprenörerna, har egen teknisk kompetens.



Så funkar det...

- En konstruktör eller geoteknisk konsult väljer/rekommenderar grundläggningssätt, exempelvis pålning. Ibland saknas helt kompetens för detta, ibland är det också fel metod/påltyp som väljes.
- TRV har fortfarande egen geoteknisk-/geokonstruktionskompetens, men annars har i princip inga beställare det.
- 30 % av TRVs entreprenader 2013 totalentreprenader med funktionskrav. 2018 ska det vara 50 %. Man hävdar att man hittills sparat 3,5 miljarder SEK. Eftersom allt mindre andel kommer att vara utförandeentreprenader (färdiga handlingar) kommer kraven på teknisk kompetens hos entreprenörerna att öka.



Så funkar det...

- Skillnaderna i kvalitet på de handlingar som kommer ut på räkning har under senare år ökat. De har i många fall blivit betydligt sämre, men också av högre kvalitet till vissa delar. Införandet av Eurokoderna har i viss mån bidragit till detta, men också det faktum att marknaden diversifierats.
- Normalt anges pållängd i anbudet. Påltyp kan vara vald, men det kan också vara upp till entreprenören att dimensionera/välja påle utifrån underlaget. Ofta är det tillåtet att komma med sidoanbud. Också i utförandeentreprenader kan påltypen vara utelämnad.



Så funkar det...

- Entreprenörerna lämnar därefter anbud på de handlingar som finns. Normalt är grundläggningsarbeten baserade på AMA Anläggning och MER vilka ges ut av Svensk Byggtjänst AB. Här finns det mesta om utförande, men också utförandestandard SS-EN 12699, Massundanträngande pålar gäller.
- Pålning utförs nästan alltid som en totalunderentreprenad. I alla anbud är gränsdragningarna viktiga. Arbetsmiljökrav, tex avgrusning/bärighet och säkerhetsavstånd är ofta potentiella stötestenar.
- När jobbet är i hamn ska det utföras i enlighet med AMA och SS-EN 12699.



Så funkar det...

- Pålarnas geotekniska bärförmåga ska verifieras. Normalt sker det mha dynamisk stötvågsmätning, varvid ett objektspecifikt stoppslagningskriterie tas fram under en inledande provpålning. Därefter sker en kontinuerlig verifiering och produktionskontroll i erforderlig omfattning.
- Pålprotokoll och slagningsprotokoll skall föras och överlämnas till beställaren.
- Priser på betongpålningensarbeten...



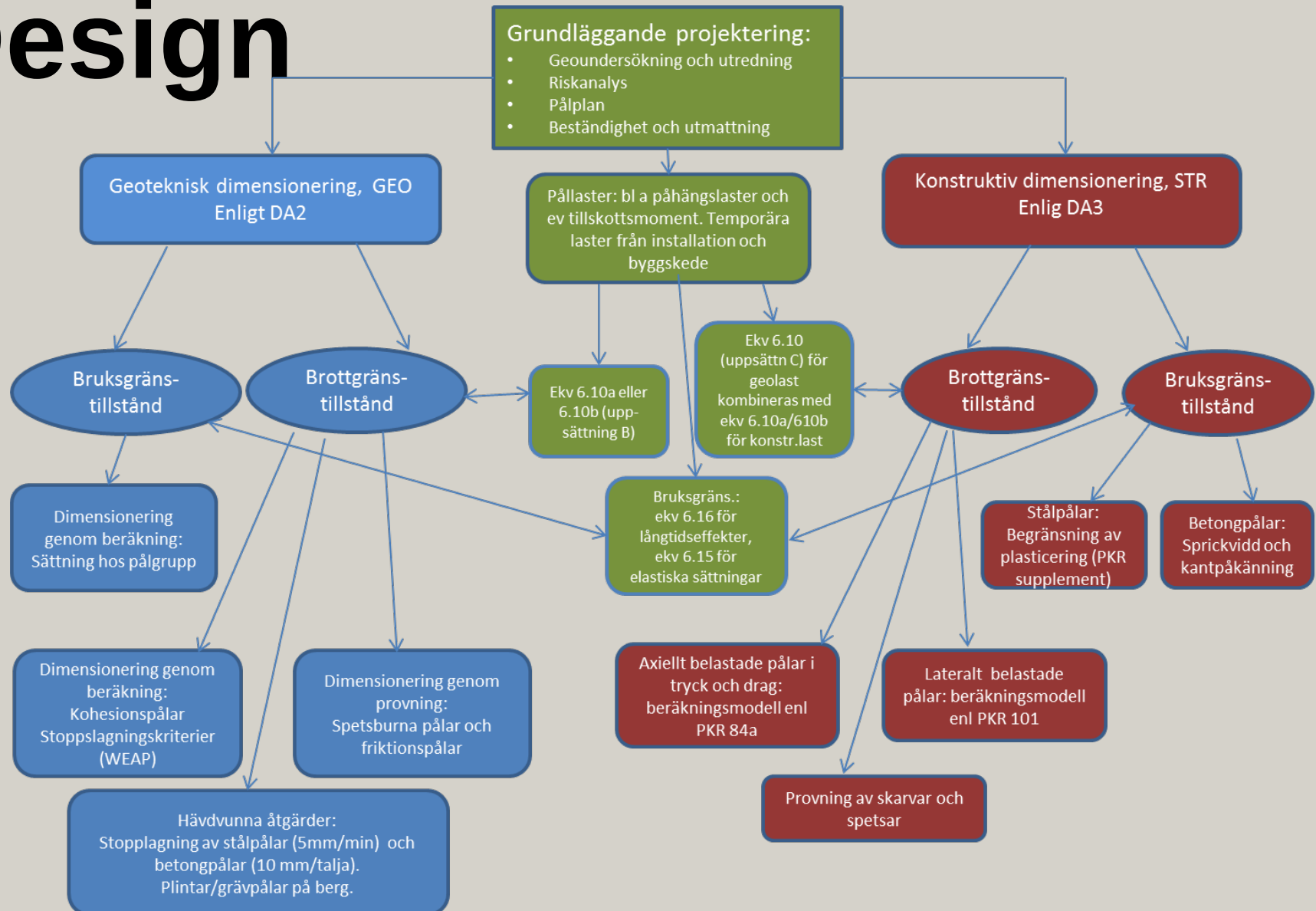
Så funkar det...

	Benämning	Innehåll
Normer och standarder		
[1]	SS-EN 1990	Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk.
[2]	SS-EN 1991-1-1	Laster på bärverk – Del 1-1:Allmänna laster – Tunghet
[3]	SS-EN 1992	Dimensionering av betongkonstruktioner
[4]	SS-EN 1993	Dimensionering av stålkonstruktioner
[5]	SS-EN 1997-1:2005	Dimensionering av geokonstruktioner
[6]	SS-EN 197-1	Cement –Del 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement
[7]	SS-EN 206-1	Betong – Del 1:Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse
[8]	SS 134204	Cement –Sammansättning och fordringar för sulfatresistenta cement (SR-cement)
[9]	SS 137003	Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige
[10]	SS 137010	Betongkonstruktioner – Täckande betongskikt
[11]	SS 137244	Betongprovning –Hårdnad betong – Avflagnig vid frysning
[12]	SS-EN 10080	Armeringsstål –Svetsbart armeringsstål – Allmänt
[13]	SS-EN 212540	Produktspecifikation för SS-EN 10080:2005 – Armeringsstål –Svetsbart armeringsstål – Tekniska leveransbestämmelser för stång, coils, svetsat nät och armeringsbalk
[14]	SS-EN 1090-2:2008	Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2:Stålkonstruktioner
Nationella anpassningar		
[15]	BFS 2013:10 EKS 9	EKS: Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder.
[16]	VVFS 2004:43	Trafikverkets (fd Vägverkets) grundföreskrifter om tillämpningen av europeiska beräkningsstandarder.
[17]	TRVFS 2011:12	Trafikverkets ändringar i föreskrifterna VVFS 2004:43
Utförandestandarder		
[18]	SS-EN 12699:2000	Utförande av geokonstruktioner – Massundanträngande pålar.
Tillverkningsstandarder		
[19]	SS-EN 12794:2005	Förtillverkade betongprodukter – Betongpålar
[20]	SS-EN 13369:2013	Förtillverkade betongprodukter –

Krav och Tekniska beskrivningar

[21]	TK Geo 11, 2011:047	Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner.
[22]	AMA Anläggning 13	Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten
Pålkommissionsrapporter		
[23]	Rapport 81, med supplement	Systempålar. Stödpålar av höghållfasta, korrosionsskyddade stålrör, slagna med lätta höghastighetshejare. Anvisningar för beräkning av dimensionerande bärförmåga.
[24]	Rapport 84a med supplement	Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna pålar med hänsyn till pålmateriel och omgivande jord
[25]	Rapport 94	Standardpålar av betong – lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga
[26]	Rapport 96:1 med supplement 1 och 2	Dimensioneringsprinciper för pålar – lastkapacitet
[27]	Rapport 100	Kohesionspålar
[28]	Rapport 106	Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod
Övrigt		
[29]	Info 2014:1	Pålkommisionen Pålstatistik för Sverige 2013
[30]	Info 2007:1 Pålgrundläggning	Pålkommisionen Grundinformation för projektörer
[31]	Tekniskt PM 1:2012	Pålkommisionen Accelererande hejare
[32]	Handboken Pålgrundläggning	Dimensionering och utförande av grundläggning på pålar
[33]	IEG Rapport 2:2008 rev 3 Tillämpningsdokument Grunder	IEG Tillämpningsdokument
[34]	IEG rapport 8:2008, rev 2 Tillämpningsdokument, EN 1997-1 Kapitel 7 Pålgrundläggning	IEG Tillämpningsdokument
[35]	Betongrapport nr 11	Svenska Betongföreningen, Vägledning för val av exponeringsklass enligt SS-EN 206-1

Design



Design

Geoteknik, undersökningar osv

- SS EN-1997 behandlar Geokonstruktioner. IEG:s Rapport 2:2008, rev 3, Grunderna i Eurokod 7 ger en generell beskrivning. Alla TD numera på SGF:s hemsida för gratis nedtankning;

<http://www.sgf.net/web/page.aspx?refid=597>

- Viktiga parametrar att klarlägga för betongpålning;

- Djup till berg
- Geotekniska parametrar hos jordlagren, inklusive parametrar som påverkar exponeringsklassen
- Dimensionerande skjuvhållfasthet $\overline{c_{ud}} = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot \overline{c_u}$

där η -värdet kan variera mellan 0,6 – 1,1 (normalt ca 0,9-0,95)

Design

Lasteffekter på pålar

- SS EN-1990 Grunder och SS EN-1991 Laster, är Eurokoderna som gäller för lastberäkningar. De nationella valen ges av TRV och Boverket.
- SS EN-1997 behandlar Geokonstruktioner, här finns information om tex påhängslastberäkning (7.3.3.2).
- Lasteffekter i STR (strukturell/konstruktiv bärförmåga), enligt DA3.
- Lasteffekter i GEO (geoteknisk bärförmåga), enligt DA2.

Design

Lasteffekter på pålar

- IEG:s Rapport 8:2008, rev 2, Tillämpnings Dokument
Pålgrundläggning ger en generell beskrivning. Ny revidering på gång.
- Pålkommissionens Rapport 106, kap 4, ger också god vägledning, gratis nedtankning;
<http://www.palkommissionen.org/web/page.aspx?refid=2>
- Lasteffekterna i GEO och STR kan skilja sig åt om det finns geotekniska laster (påhängslast, sidolast av jordtryck) och/eller om säkerhetsklassen skiljer sig åt.

Design

Lasteffekter på pålar

- Pålhängslaster beräknas enligt TD Pålgrundläggning, Pålkommissionens Rapport 100 och 103 och vägledning ges i Pålkommissionens Rapport 106, kapitel 4. Supplement till R100 för anpassning till Eurokoderna är på gång. Pålgrundläggningshandboken (SGI) kan också studeras.
- Lasteffekten i pålen genereras av att den omgivande marken är utsatt för långtidsbundna sättningar.

Design

Lasteffekter på pålar

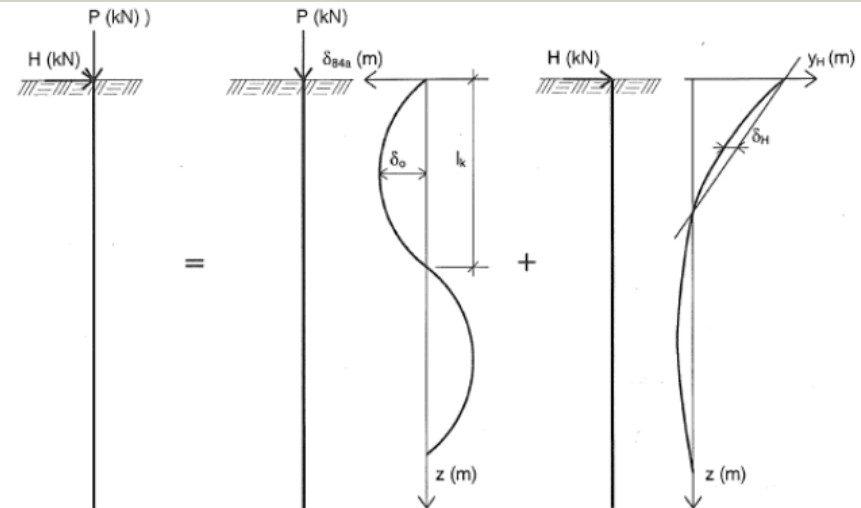
Lasteffekter som behövs för att dimensionera en påle utsatt för påhängslaster;

STR	STR	STR	STR	GEO	GEO
ULS max	ULS "perm"	SLS 6.14b	SLS 6.16b	ULS max	SLS 6.16b
Alla upptänkliga lastkomb...	Utan några variabla laster, 6.10a, för komb. med påhäng	Största SLS-lasten, tillåter eg plastiska def.	"Kvasi-permanent", för komb. med påhäng	Egentligen behövs det flera här också.	Enbart sättningar.

Design

Lasteffekter på pålar

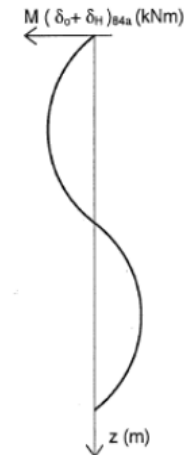
En påförd horisontell lasteffekt genererar i pålen dessutom ett **tilläggsmoment** och en **tilläggsförskjutning**



Figur 4.3b.

Figur 4.3c.

Figur 4.3d.



Figur 4.3e.



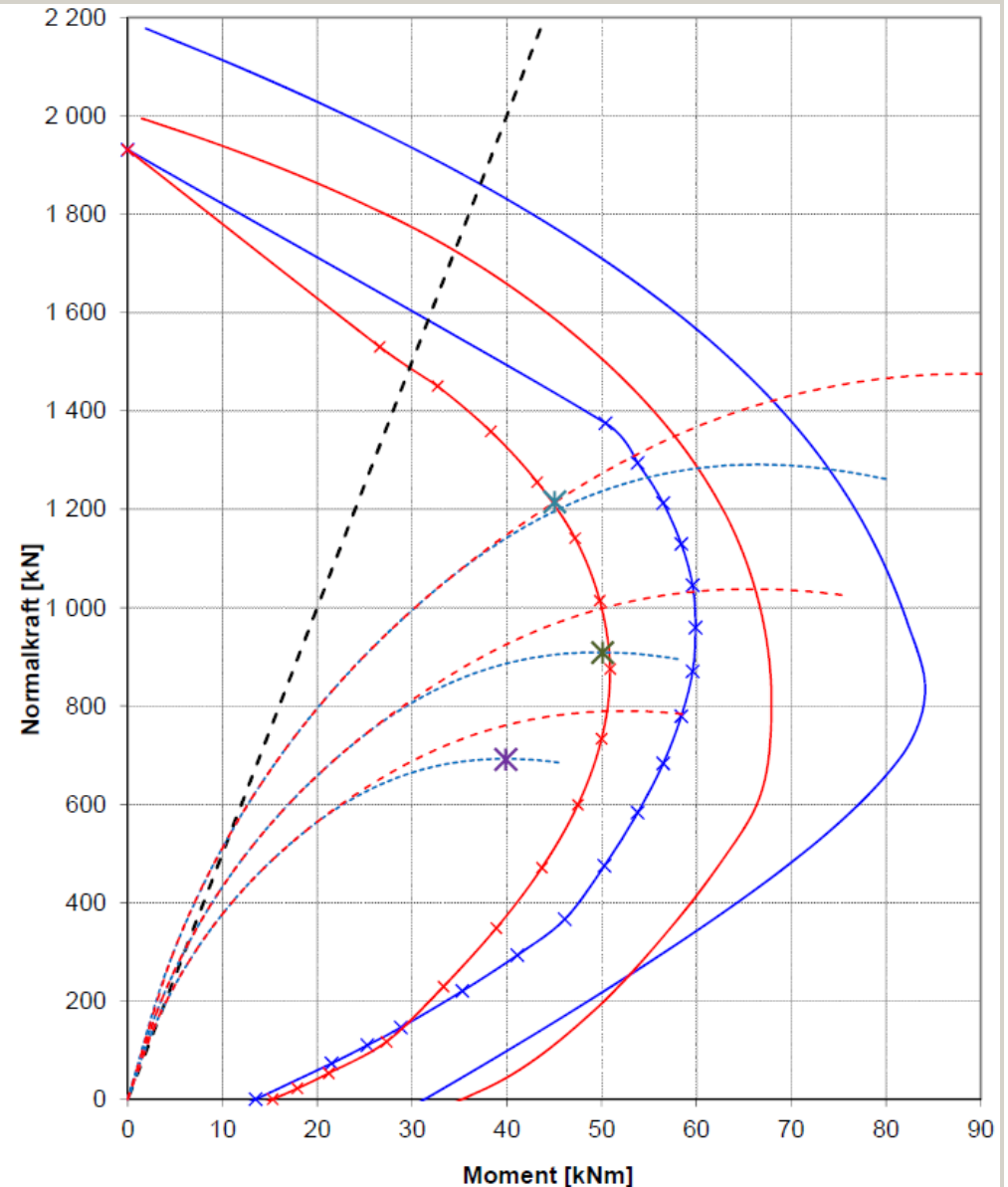
Figur 4.3f.

Figur 4.3b – 4.3f. Metod 2 för axial- och transversal- och/eller böjmomentbelastad påle.

Design

Strukturell bärförmåga

- Knäckning/stukning
- Bergskor



Design

Exempel på **strukturell bärförmåga** för en "SP2";
270-påle med 8 st 12-järn och 25 mm tb

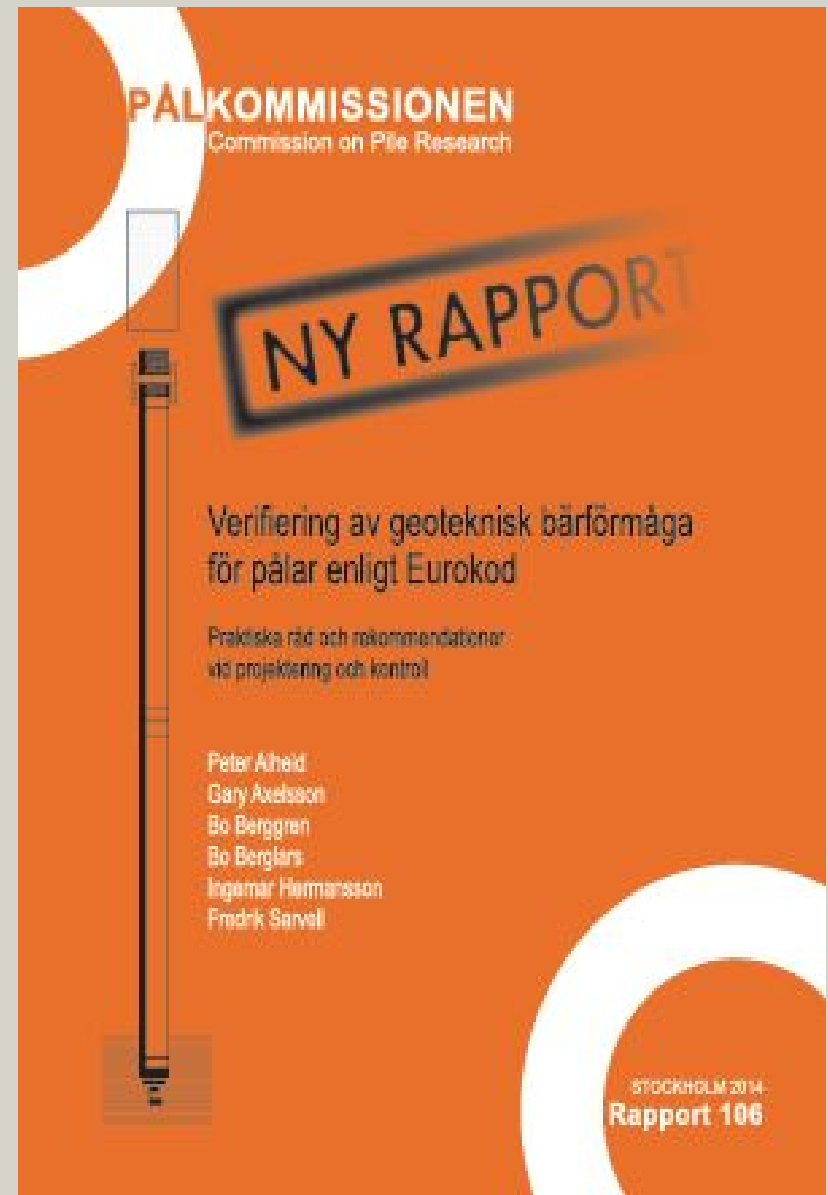
HP270-0812, skarvad, myc=mys=0,8, tb=25 mm, C50/60

C _{ud} [kPa]	(ULS) [kN]		(SLS) [kN]	
	Tryck	Drag	Tryck	Drag
3	698	437	815	320
4	841		903	
6	1098		1014	
8	1328		1085	
10	1417		1137	
12	1484		1178	
15	1556		1227	
20	1637		1285	

Design

Geoteknisk bärförmåga

- Pålkommisionen har nyligen publicerat Rapport 106 – Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod.
- Geoteknisk bärförmåga för betongpålar kan verifieras på tre sätt;
 - Hävdvunnen åtgärd
 - Beräkning
 - Provpålning
- Hävdvunnen åtgärd innebär att man använder schabloniserade stoppslagskriterier. Den uppburna lasteffekten begränsas till ca 850 kN för en 270-påle och 640 kN för en 235-påle.



Design

Geoteknisk bärförmåga

Beräkning

- Beräkning kan ske av kohesionspålar och av "friktionspålar", dvs pålar som bär huvuddelen av sin last på manteln. Simulering med sk WEAP-anlys betraktas också som beräkning, men får endast användas för rent spetsbärande pålar. Bra redskap dock för att optimera installationsfasen, få fram rätt slagningsutrustning och kontrollera spänningarna i pålen under installationen.

För kohesionspålar gäller;

- Enbart med beräkningar, PKR100 (supplement på gång) och TD Pålar (revideras nu), dessa "lirar" inte riktigt ihop.
- Något "modifierad" modellpåleanalogi, enligt TD Pålar, med sammanställda jordparametrar (exvis SGF Notat 4:2005, Släntstabilitetsanvisn.).
- Reduktionsfaktorer enl SS EN 1997, tabell A.10 (inga nationella val gjorda).
- Olika modellfaktorer BFS vs TRVFS.

Design

Geoteknisk bärförmåga

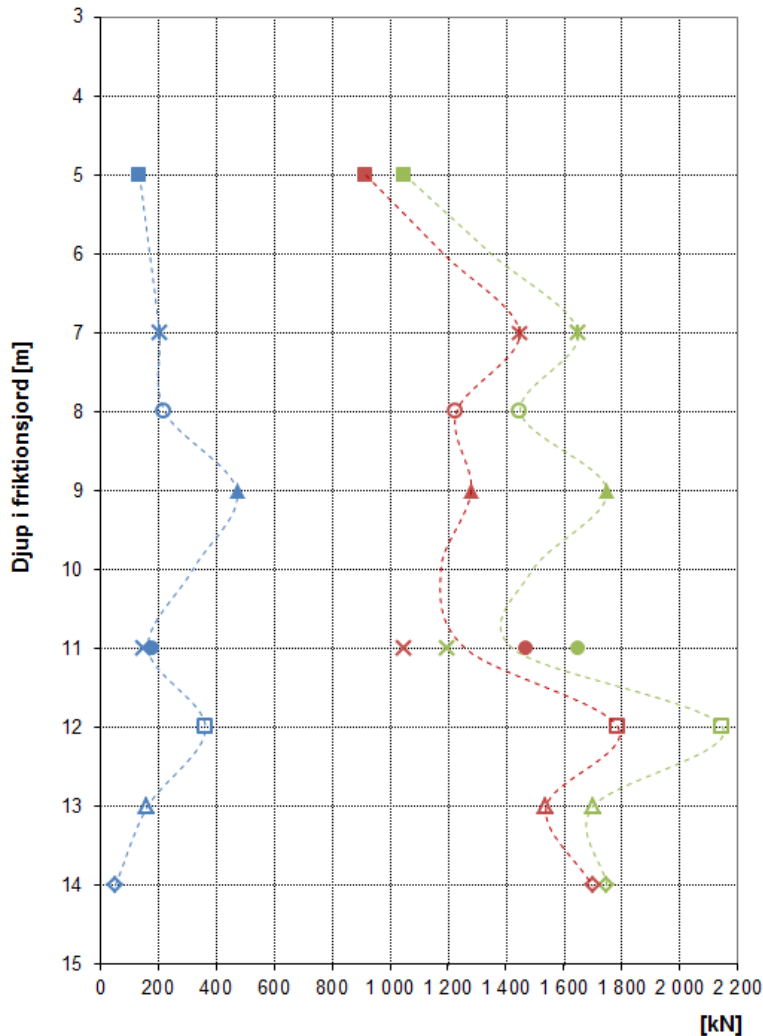
Beräkning

- För friktionspålar gäller;
 - Olika metoder, olika modellfaktorer. Enda vettiga är metoder baserade på cpt-sonderingar. Obs, ICP-metoden ger 10-dygnsvärden på bärförmågan. Se vidare Pålkommisionens rapport 103.
 - Här fungerar modellpåleanalogin betydligt bättre, en metod "från kontinenten" och deras jordar?
 - Enbart beräkningar ger höga totalsäkerheter, med all rätt. Baseras både på spets- och mantelbärförmåga.
 - Använd beräkningar till längduppskattningar och verifiera med stötvågsmätning och CAPWAP-analyser med signalmatchningar.

Design

Geoteknisk bärförmåga friktionspålar

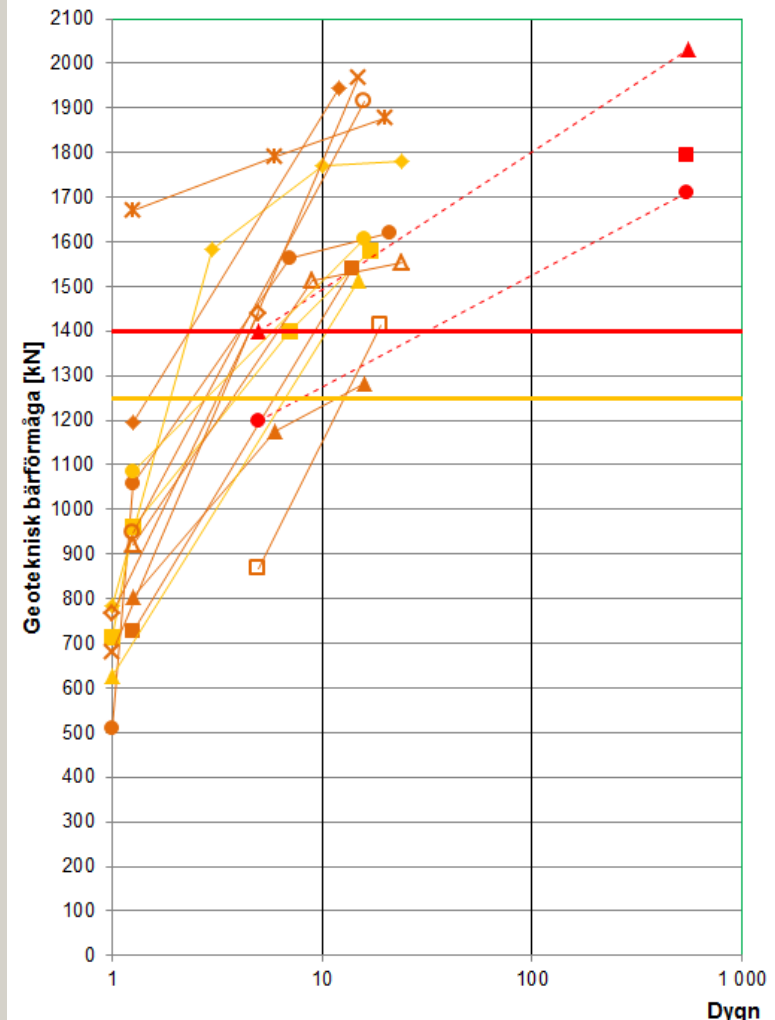
Geoteknisk bärförmåga - Friktionspåle



Tillväxt av bärförmågan mot djupet, till vänster. Pålar som stått tillräckligt lång tid.

Tillväxt över tiden för pålar med full längd till höger

Tillväxt av geoteknisk bärförmåga - Friktionspåle



Design

Geoteknisk bärförmåga

Provpålning



- Den absoluta majoriteten av alla pålar i Sverige verifieras både integritetsmässigt och bärförmågemässigt genom provpålning (och produktionskontroll) med dynamisk stötvågsmätning. Pålarna är till allra största delen spetsburna. Mätningarna sker oftast med fjärrmätning. Mycket sällan används statisk provbelastning.

$$R_d = \frac{1}{\gamma_t \gamma_{Rd}} \cdot \left\{ \frac{R_{medel}}{\xi_5} : \frac{R_{min}}{\xi_6} \right\}$$

γ_{Rd} = Modellfaktor, 1,0 för CASE-metoden och 0,85 om mätkurvorna analyseras med CAPWAP eller om pålarna är stoppslagna i mycket fast morän eller mot berg. Notera att produkten mellan modellfaktor och korrelationskoefficient inte får understiga 1,0.

Design

Geoteknisk bärförmåga Provpålning forts

Korrelationskoefficienter, ξ för bestämning av karakteristisk geoteknisk bärförmåga hos pålar baserat på resultat från dynamisk provbelastning ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8} (n – antal provade pålar)

ξ för $n =$	3^7	4	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 40	Samtliga pålar
ξ_5	1,60	1,55	1,50	1,45	1,42	1,40	1,35	1,30
ξ_6	1,50	1,45	1,35	1,30	1,25	1,25	1,25	1,25

1 I tabellen givna ξ -värden gäller för dynamisk provbelastning utvärderad med CASEmetoden.

2 I tabellen givna ξ -värden multipliceras med modellfaktorn 0,85 när signalmatchning av stötvågorna utförs eller då permanent sjunkning ≤ 2 mm per mätslag samt utvärderad spetsfjädring $< D/60$ för spetsburna pålar.

3 Om grundläggningen består av olika påltyper behandlas var typ för sig vid val av antal provpålar, n .

4 Vid utvärdering av bärförmåga vid drag från signalmatchning får maximalt 70 % av mantelns bärförmåga utnyttjas. Modellfaktorn för bärförmåga vid drag ska när värderingen baseras på signalmatchning väljas lika med 1,3.

5 Signalmatchning ska alltid utföras för huvudsakligen mantelburna pålar.

6 Påslagningsformler får inte kombineras med dessa korrelationskoefficienter.

7 Tillämpbar endast vid enhetliga geotekniska förhållanden och med ett avstånd mellan pålar inom kontrollobjektet på maximalt 25 meter. Med kontrollobjekt avses en grupp av pålar med enhetligt installations- och verknings sätt i en enhetlig jordvolym.

8 Vid järnvägstillämpningar får, i de fall bärförmågan inte bestäms av lokalt värde på materialegenskapen och byggnadsverket har tillräcklig styvhet och hållfasthet för att överföra laster från svaga till starka pålar, korrelationskoefficienterna ξ_5 och ξ_6 divideras med 1,1.

Design

Geoteknisk bärförmåga

Provpålning forts.

Bärförmåga	Symbol	TRVFS	BFS *
Spets	γ_b	1,2	1,3
Mantel (tryck)	γ_s	1,2	1,3
Total/kombinerad (tryck)	γ_t	1,2	1,3
Mantel (dragning)	$\gamma_{s;t}$	1,3	1,4

Den ”totala säkerhetsfaktorn” kan därmed variera ganska kraftigt.

- För ett Boverksjobb med minimal mätning, enbart CASE och inga bergstopp, blir den ca 2,1 för medelvärdena och 1,95 för minvärdena.
- I ett Trafikverksjobb med mycket mätning på pålar i ett styvt fundament , antingen på berg eller med CAPWAP-analys blir den 1,35 för medelvärdena och som lägst 1,2 för minvärdena.

Design

Geoteknisk bärförmåga

Provpålning forts.

Vad kan man nå för dimensionerande värden?

- Typiska "karakteristiska" värden för betongpålar, som står på berg är 2400 - 2600 kN på en 270-påle och 1800 - 1900 kN på en 235-påle.
- Med ovanstående "totalsäkerhetsfaktorer" innebär det att man i bästa fall kan nå ett dimensionerande värde på ca 1850 kN med en 270-påle på ett Trafikverksjobb.
- Med normala värden för 270-pålar stoppslagna i morän, 2000 - 2200 kN, i ett Boverksjobb med en normal omfattning på mätningen resulterar dock i mer modesta/typiska siffror på ca 1250 kN.



HERCULES

GRUNDLÄGGNING ■ ■ ■



Peter Alheid
Hercules Grundläggning AB
Innovation & Design
Gullbergs Strandgata 2
405 14 Göteborg
+46(0)31-7715303
+46(0)706-565939
peter.alheid@hercules.se
www.hercules.se

