

INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN
ROYAL SWEDISH ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES

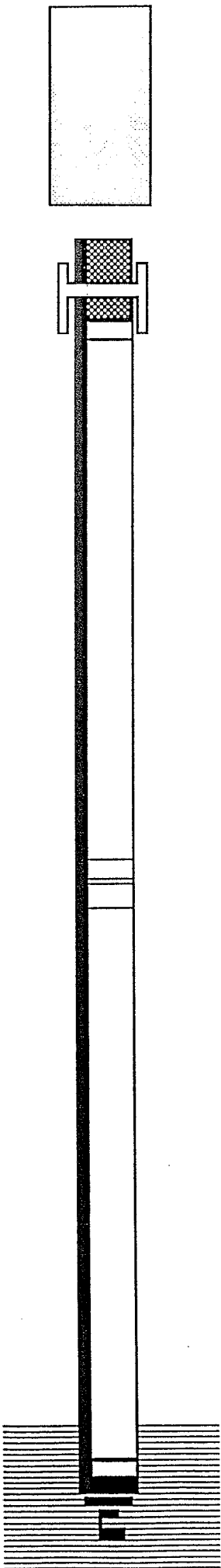
PÅLKOMMISSIONEN

Commission on Pile Research

STANDARDPÅLAR AV BETONG - lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga

Linköping 1996

rapport 94



INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN
ROYAL SWEDISH ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES

PÅLKOMMISSIONEN

Commission on Pile Research

rapport 94

STANDARDPÅLAR AV BETONG – lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga

Linköping 1996

Rapport	IVA Pålkommisionen 581 93 Linköping
Beställning	Statens geotekniska institut Biblioteket Tel. 013-20 18 04 Fax. 013-20 19 14
ISSN	0347-1047
ISRN	IVA/PAL/R--96/94--SE
Redigering och layout	SGL, Avd. för Information och Marknad
Upplaga	600 ex
Tryck	Roland Offset, Linköping, januari 1996

Förord

I samband med övergång till gränstillståndsdimensionering, partialsäkerhetsfilosofi och säkerhetsklassificering av byggnadskonstruktioner i början av 1990-talet utvecklades schablonregler för verifiering av pålar genom stoppslagning, som i huvudsak var baserade på tidigare regler i svenska byggnormer. Sådana schabloner finns publicerade i olika handböcker och normer utgivna av bland andra Vägverket och Banverket.

Under 1994 beslöt Pålkommisionen på initiativ från bland andra Pålentreprenörföreningen att ta fram en rapport om hur standardiserade betongpålar kan dimensioneras och utföras i fall där ingen provning, normalt stötvågmätning, utförs på arbetsplatsen. Rapporten har utformats så att den kan vara giltig för hela svenska marknaden och för såväl byggnader som anläggningar. Giltigheten är begränsad till spetsburna pålar som stoppslås i fast jord eller mot berg.

Utredningen har genomförts av

<i>Gunnar Holmberg</i>	Skanska Teknik AB och
<i>Carl - John Grävare</i>	Pålanalys i Göteborg AB.

Utredningen har ingått som en deluppgift för Pålkommisionens arbetsgrupp - Gemensamma dimensioneringsprinciper för pålar. Denna arbetsgrupp leds av en styrgrupp bestående av:

<i>Åke Bengtsson</i>	ELU Konsult AB, projektledare
<i>Per Löfling</i>	Vägverket
<i>Björn Dehlbom</i>	Banverket
<i>Lars Erixon/Mats Green</i>	Pålentreprenörföreningen
<i>Connie Olsson</i>	Pålkommisionen, sekr

Rapporten har remissbehandlats hos Pålkommisionens medlemmar under våren 1995.

Utredningen har finansierats över Pålkommisionens budget med särskilt bidrag från Banverket, Pålentreprenörföreningen och Vägverket.

Linköping i december 1995

Innehållsförteckning

Förord		2. Hantering	14
Summary	6	3. Installation	15
Läsanvisning	7	3.1 Lasteffekt	15
Beteckningar	8	3.2 Lastkapacitet	16
Begrepp	9	4. Installerad påle	17
I. Standardpålar av betong - verifiering av geoteknisk bärförmåga utan provning	10	4.1 Lastkapacitet	17
1.1 Giltighet	10	4.1.1 Förutsättningar	
1.1.1 Förutsättningar		4.1.2 Påle typ SP1	
1.1.2 Pålelement, skarv, bergsko		4.1.3 Påle typ SP2	
1.1.3 Geotekniska förhållanden		4.1.4 Påle typ SP3	
1.1.4 Installation		4.1.5 Skarvar	
1.1.5 Miljöklasser		4.1.6 Bergskor	
1.1.6 Utförandedokumentation		4.2 Geoteknisk bärförmåga	20
1.1.7 Åtgärder för pålar utanför giltighetsbegränsningen		4.2.1 Förutsättningar	
1.2 Dimensionerande bärförmåga för påle typ SP1	12	4.2.2 Påle typ SP1	
1.2.1 Bruksgränstillstånd		4.2.3 Påle typ SP2 och SP3	
1.2.2 Brottgränstillstånd			
1.2.3 Olyckslast		Referenser	23
1.3 Dimensionerande bärförmåga för påle typ SP2 och SP3	13	Bilagor	
1.3.1 Bruksgränstillstånd		1. Betongpålar med kvadratisk tvärsnitt - Fordringar - SS 81 11 03	25
1.3.2 Brottgränstillstånd		2. Pålskarv - Typritningar, typ ABB och typ Hercules	31
1.3.3 Olyckslast		3. Betongvaror - Bergskor av stål för fastgjutning i kvadratiske betongpålar - Fordringar - SS 81 11 96	35
		4. Betongvaror - Bergskodubbar för betong- pålar - Fordringar - SS 81 11 92	41

Summary

Bearing Capacity of Driven Standard Concrete Piles

Limit state design, use of partial safety factors and a system for safety classification were introduced in Sweden about 1990. Existing rules for pile design were then revised and published by different organisations. In 1994 the Swedish Commission on Pile Research decided to work out common design rules for concrete piles. The result is presented in this report.

The report concerns the design of point bearing piles driven to refusal in firm soil and rock. It deals with bearing capacity of standard concrete piles of type SP1, SP2 and SP3, installed without testing. The bearing capacity values stated in Chapter 1 are only valid for:

- piles exposed to axial load
- standardised pile parts, joints and rock shoes
- favourable geotechnical conditions
- normal installation conditions

The bearing capacity is displayed in tables for different conditions of pile driving to refusal. The highest value of the design bearing capacity is 550 kN for pile type SP1 and 750 kN for pile type SP2 and SP3, safety class 2.

In chapter 2-4 the basis for the bearing capacity values given in Chapter 1 is accounted for. Conditions, design methods and calculation results are given for handling, for installation and for installed pile. This information can be used for verification of piles with higher bearing capacity than that presented in Chapter 1.

In the appendices the Swedish Standard and the technical drawings for pile parts, joints and rock shoes are included.

Läsanvisning

Med påle avses påle inklusive skarv och sko. Den dimensionerande bärförmågan för en påle är beroende av ett stort antal faktorer och villkor. Bärförmågan begränsas dels av pålens lastkapacitet och dels av dess geotekniska bärförmåga. Lägsta värdet är dimensionerande.

En påles lastkapacitet varierar med belastningens art, dvs varierar vid hantering och installation och för installerad påle. Den geotekniska bärförmågan definieras bara i brottgränstillstånd och för installerad påle.

I rapportens avsnitt 1 redovisas dimensionerande bärförmåga för axiellt belastade standardpålar, dvs det lägsta värdet av lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga, beräknat i olika skeden och under vissa givna förutsättningar. I avsnitt 2 - 4 redovisas delresultat som utgör underlag för värdena i avsnitt 1.

I rapporten använda beteckningar och begrepp finns listade före avsnitt 1.

Önskas uppgift om dimensionerande bärförmåga för axiellt belastade standardpålar av betong - läs avsnitt 1.

Med "indata" från aktuellt fall erhålls dimensionerande bärförmåga för tryckbelastad påle:

- i bruksgränstillstånd som funktion av jordens odränerade skjuvhållfasthet
- i brottgränstillstånd vid olika slagningsvillkor
- vid olyckslast enligt angiven schablon

För dragbelastad påle anges dimensionerande bärförmåga enligt schablon eller beräknat enligt angivet samband.

Under förutsättning att de villkor som anges under "Giltighet" i avsnitt 1.1 är uppfyllda i det enskilda fallet erfordras ingen ytterligare verifiering. Samtliga lastfall kan då anses vara verifierade för såväl pålelement som beslag, dvs skarv och sko.

Skulle villkoren ej vara uppfyllda i det aktuella fallet - en sådan situation kan uppkomma i samband med att pålningsarbetet utförs - erfordras kompletterande verifiering. I avsnitt 1.1.7 anges vilka åtgärder som då kan vidtas.

Pålar som ej dimensioneras enligt schablonmetoden i avsnitt 1 dimensioneras "fullt ut" enligt gällande konstruktionsregler, dvs dimensioneringen skall omfatta pålelement och beslag i olika gränstillstånd och i samtliga skeden; hantering, installation och installerad påle.

Önskas uppgift om hur och med vilka förutsättningar uppgifterna i avsnitt 1 tagits fram - läs avsnitt 2 - 4.

Där angivna uppgifter kan även användas som deluppgifter vid verifiering av pålar med annan metod än den schablonmetod som redovisas i avsnitt 1.

Önskas uppgift om krav på material och mått - läs bilagorna

I bilagor till rapporten redovisas svensk standard för pålar (modifierad), bergskor (modifierad) och bergskodubbar samt typritningar för två typer av skarvar.

Beteckningar

A	pålens area	γ_m	partialkoefficient som beaktar osäkerheten i materialegenskap
A_o	påltvärsnittets betongarea	γ_n	partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass
A_s	påltvärsnittets stålarea		
c	kohesion	φ	kryptal för betong
c_u	lerans odränerade skjuvhållfasthet	φ_{ef}	effektivt kryptal för betong
c_{ud}	dimensionerande värde på lerans odränerade skjuvhållfasthet		
c_{uk}	karakteristiskt värde på lerans odränerade skjuvhållfasthet, reducerad mht lerans flytgräns	μ_o	reduktionsfaktor för betongens tryckhållfasthet med hänsyn till påverkan av drivning och stoppslagning
f_{co}	dimensionerande värde på betongs tryckhållfasthet	μ_s	reduktionsfaktor för armeringens hållfasthet med hänsyn till påverkan av drivning och stoppslagning
f_{st}	dimensionerande värde på armeringens draghållfasthet		
f_{yk}	karakteristiskt värde på stålets sträckgräns		
f_{yd}	dimensionerande värde på stålets sträckgräns		
F	axiallast		
F_{im}	medelvärde på initialkraften vid slagning		
F_d	dimensionerande axiallast		
G	pålens egentygnd		
l_k	elastisk knäcklängd		
R	bärförmåga		
R_k	karakteristisk bärförmåga		
R_d	dimensionerande bärförmåga		
W	elastiskt böjmotstånd		

Begrepp

Datorsimulering

Vågekvationsanalys för att bedöma drivbarhet och slagningskriterier. Olika kombinationer av hejare, påle och jord- eller bergmodell studeras. WEAP är ett datorprogram som används vid sådan analys. Datorsimulering av påslagning beskrivs närmare i Pålkommisionens Rapport 92.

Dimensionerande bärförmåga

Med dimensionerande bärförmåga för en installerad påle menas den minsta av lastkapacitet och påvisad geoteknisk bärförmåga.

Drivbarhet

Egenskap hos en påle i en jord för kombination av påle och slagningsutrustning.

Geostatisk beräkning

Beräkning av geoteknisk bärförmåga baserad på egenskaper hos jord och bergmaterial (ej provning).

Geoteknisk bärförmåga

Med geoteknisk bärförmåga menas en påles förmåga att överföra lasteffekter till omgivande jord och/eller berg utan att aktuella gränstillståndskrav överskrids.

Den geotekniska bärförmågan är objektspecifik då den även beror av geotekniska förhållanden, installation och eventuell stoppslagning.

Pålens lastkapacitet under installationen kan begränsa den geotekniska bärförmågan som kan påvisas.

Inmejsling i berg

Drivning med låg fallhöjd så att bergskon inte glider i sidled på bergytan. Inmejsling skall utföras tills dubben trängt in så långt i berget att den fått betryggande fäste.

Lasteffekt

Med lasteffekt menas den inverkan inklusive last orsa-

kad av jordrörelser som i olika gränstillstånd före, under och efter installationen kan komma att påverka en påle.

Lastkapacitet

Med lastkapacitet menas en påles förmåga att bära lasteffekter före, under och efter installation utan att motsvarande gränstillståndskrav för pålens alla delar inklusive skarvar och skor överskrids.

Lastkapaciteten är objektspecifik då den är beroende av av den sidostöttande effekten från omgivande jord och av aktuellt slagningsarbete vid installationen.

Vid beräkning av den dimensionerande lastkapaciteten skall hänsyn tas till pålmaterialets förändrade egenskaper till följd av slagningspåverkan.

Pålen skall dimensioneras med hänsyn till såväl brottgränstillståndets som bruksgränstillståndets krav. Speciellt för betongpålar blir bruksgränstillståndet ofta dimensionerande.

Slagbarhet

Egenskap hos pålelement vid installation.

Standardpåle

Påle utförd enligt svensk material- och måttstandard. I denna rapport anges vissa modifieringar till gällande standard. Med begreppet standardpåle avses i denna rapport pålar utförda enligt modifierad svensk standard, vilken bifogas som bilaga.

Stoppslagning

Kontroll i slutet av påslagningen att pålen uppfyller föreskrivna krav beträffande sjunkning.

Vattensprängning

Skador på påle orsakad av vatten som omväxlande sugts in i och pressas ut från sprickor i pålen under slagning. Vattensprängning beskrivs närmare i Pålkommisionens rapport 88.

Kapitel 1.

Standardpålar av betong - verifiering av geoteknisk bärförmåga utan provning

1.1 GILTIGHET

1.1.1 Förutsättningar

Rapporten anger dimensionerande bärförmåga för axiellt belastade pålar och gäller för hela den svenska marknaden, dvs hus och anläggningar. För påle belastad med axiellast och moment eller transversallast krävs särskild utredning. Bärförmågan i brottgränstillstånd för installerad påle begränsas med hänsyn till lasteffekten under stoppslagningen till max 550 kN för påltyp SP1 och max 750 kN för påltyp SP2 och SP3 i säkerhetsklass 2.

Det är tillåtet att hänvisa till tillämpliga delar i rapporten vid pålprojekteringen även om samtliga förutsättningar för giltigheten inte är uppfyllda.

Om utförandekontrollen visar att förutsättningarna inte är uppfyllda krävs särskild verifiering av pålens bärförmåga. Några möjliga sätt anges i 1.1.7.

Geoteknisk utredning ska utföras. Utredningen ska användas som underlag vid bedömning av:

- Drivbarhet
- Erforderligt slagningsarbete
- Eventuella hinder (block)
- Stoppslagningsnivå
- Jordens sidomotstånd
- Påhängslaster orsakade av negativ mantelkohesion

Pålarna hanteras enligt av tillverkaren upprättad hanteringsanvisning.

1.1.2 Pålelement, skarv och bergsko

De till rapporten bifogade standardbladen avseende standardpålar, bergsko och bergdubb är återgivna med vederbörligt tillstånd. Officiellt gällande är endast senast av SIS publicerad utgåva.

Utredningen omfattar slagen betongpåle typ SP1, SP2 och SP3 utförda enligt svensk standard SS 81 11 03 modifierad med avseende på armeringskvalité och tolerans på täckande betongskikt. Den modifierade standarden återfinns i bilaga 1. Betongen ska vara av

draghållfasthetsklass lägst T2,5. Cement som används vid tillverkning ska uppfylla kraven för CEM I i ENV 197-1:1992, med tillägg och begränsningar som framgår av NAD(S)/ENV 197-1:1992. Cement ska vara av typ BV/LA/SR.

Kravet på användning av cement med begränsad värmeutveckling, BV, bortfaller om det påvisas att risk för temperatursprickor under härdningsförloppet inte föreligger.

Kravet på användning av lågalkaliskt cement, LA, bortfaller om det påvisas att alkalireaktiv ballast inte används.

Kravet på användning av sulfatresistent cement, SR, bortfaller om det dels påvisas att sulfidhaltig ballast inte används, dels påvisas att den installerade pålen inte kommer att utsättas för sulfatangrepp.

Pålen ska i sin helhet vara omgiven av jord och vara i huvudsak spetsburen.

Pålelement får skarvas med momentstyv skarv som klarar av att överföra de lasteffekter skarven utsätts för under och efter installationen (se kapitel 3 och 4).

Pålen ska vara försedd med fast bergsko enligt svensk standard SS 81 11 96 modifierad med avseende på förankringsjärnens kvalité. Modifierad svensk standard återfinns i bilaga 3. Bergsko får alternativt utföras med lutande mantelplåt eller förstorad bottenplatta (se kapitel 4.1.6).

Påle försedd med bergsko för borrarad bergdubb omfattas inte av rapporten.

1.1.3 Geotekniska förhållanden

Jordförhållandena ska vara sådana att den geotekniska bärförmågan kan erhållas vid spetsen (stoppslagning i jord eller mot berg) utan att maximalt slagningsarbete angivet i *tabell 1.1* överskrids. Rapporten omfattar påle slagen i kohesionsjord samt påle slagen i lätt driven friktionsjord.

Jorden får inte innehålla block i sådan omfattning att risken för uppkomst av skador i pålen under slagningen är påtaglig. Jordförhållandena (driv-

Tabell 1.1. Maximal fallhöjd och maximalt antal slag.

Påltyp	antal slag*	fallhöjd vid drivning (m)	fallhöjd vid stoppslagning
SP1	2500	0,4	se tabell 1.3
SP2	3500	0,4	se tabell 1.5
SP3	3500	0,4	se tabell 1.5

* avser totalt antal slag, varav maximalt 300 vid stoppslagning

motstånd och vattentillgång) ska vara sådana att risken för vattensprängning är liten. Jorden ska ha en lägsta odränerad skjuvhållfasthet motsvarande $c_{uk}/\gamma_m \geq 4$ kPa, där c_{uk} är ett karakteristiskt värde för jordens odränerade skjuvhållfasthet, reducerat enligt SGI Information 3 [4] och γ_m är en partialkoefficient som beaktar osäkerheten i värdet på c_{uk} . Värdet för c_{uk} och γ_m är beroende av förhållandena på platsen och ska bestämmas genom geoteknisk utredning. Om ej annat föreskrivs i geoteknisk utredning ska c_{uk} bestämmas som ett medelvärde för ett 4 m tjockt jordlager utefter pålens mantelyta. Storleken på koefficienten γ_m ska väljas enligt reglerna i BKR 94 avsnitt 4:31 och 4.32.

1.1.4 Installation

Installation av påle ska göras så skonsamt som möjligt med frifalls- eller linhejare med hejarvikt 3-5 ton. Fallhöjden ska anpassas efter drivmotstånd, dock högst enligt tabell 1.1.

Vid slagning med pålspetsen i lös jord, t ex lös lera och torv, begränsas fallhöjden till 0,15 m för samtliga påltyper.

Inmejsling i berg ska ske med minst 300 slag med låg fallhöjd innan stoppslagning påbörjas.

Vid stoppslagning med sjunkning ≤ 3 mm /10 slag minskas maximal fallhöjd med 0,1 m.

Fallhöjd vid lutande påle avser vertikal fallhöjd.

1.1.5 Miljöklasser

Rapporten gäller i sin helhet för pålar avsedda att använda i miljöklass A2, måttligt armeringsaggressiv miljö och B2 något betongaggressiv miljö, se BBK 94 7.3 [1]. Det innebär att standardpålar med 30 mm täckande betongskikt till huvudarmeringen som är tillverkade av betong med $v_{ct} \leq 0,45$ (se BBK 94 3.9.5) med stöd av rapporten kan användas där pålen är omgiven av naturligt lagrad jord, som inte är nämnvärt aggressiv.

1.1.6 Utförandedokumentation

Under utförandet ska pålningsprotokoll upprättas.

Uppgifter som ska dokumenteras är:

- Slagningsutrustning
- Pålarnas längd (rest längd och effektiv längd)
- Fallhöjd och antal slag för att verifiera att förutsatt slagningsarbete ej överskrids. Om antalet slag är mindre än hälften av vad som gäller för den här rapportens giltighet räcker det att de inledande pålarna slagräknas noggrant.
- Sjunkning samt fallhöjd vid stoppslagning
- Eventuell bortslagning
- Inmätning av pålarnas läge i plan, lutning och nivåer för pålspets och pålavskärning efter kapning

1.1.7 Åtgärder för pålar utanför giltighetsbegränsningen

Om förutsättningarna enligt ovan inte uppfylls ska åtgärder väljas i samråd med beställare och konstruktör. Möjliga åtgärder anges nedan.

Om stoppslagning ej kan erhållas för avsedd geoteknisk bärförmåga med slagningsarbete maximerat enligt tabell 1.1:

- Verifiera den geotekniska bärförmågan genom dynamisk provbelastning (stöt vågsmätning).
- Fortsätt slagningen tills stoppslagningskriterierna uppnåtts och därefter verifiera lastkapaciteten genom integritetskontroll eller genom beräkning baserad på detaljerad slagräkning.
- Stoppslå för en lägre geoteknisk bärförmåga. Konstruktör anger kompletterande åtgärder.

Om skadlig påverkan på pålen indikeras under slagningen såsom sidoförskjutning, tvångskrökning eller ökad bortslagning:

- Verifiera pålens integritet och lastkapacitet genom stöt vågsmätning. Eventuellt byte till starkare påle.
- Utför noggrann slagräkning.

1.2 DIMENSIONERANDE BÄRFÖRMÅGA FÖR PÅLE TYP SPI

1.2.1 Bruksgränstillstånd

Dimensionerande bärförmåga (R_d) för påle typ SPI enligt *tabell 1.2*. I bruksgränstillstånd är pålens lastkapacitet dimensionerande för pålens bärförmåga.

Tabell 1.2. Lastkapacitet i bruksgränstillstånd.

c_{uk}/γ_m (kPa)	Skarvad påle Lastkapacitet (kN)	Oskarvad påle Lastkapacitet (kN)
4	450	595
5	475	605
6	495	605
7	510	605
8	520	605
9	530	605
10	540	605
11	550	605

I bruksgränstillstånd tillåts inga dragkrafter i pålen.

1.2.2 Brottgränstillstånd

Dimensionerande bärförmåga (R_d) för påle typ SPI enligt *tabell 1.3*. I brottgränstillstånd är geoteknisk bärförmåga dimensionerande för pålens bärförmåga.

$\gamma_n = 1,0$ i säkerhetsklass 1 (SK1)

$\gamma_n = 1,1$ i säkerhetsklass 2 (SK2)

$\gamma_n = 1,2$ i säkerhetsklass 3 (SK3)

Dimensionerande bärförmåga R_d för dragkraft i påle beräknas ur sambanden:

■ I friktionsjord:

$L = 3 \text{ m}$ $\gamma_n \cdot R_d = 0$
 $L \geq 12 \text{ m}$ $\gamma_n \cdot R_d = 55 \text{ kN}$
 $3 \text{ m} > L < 12 \text{ m}$ rätlinjig interpolering mellan värden ovan

där L är pålens längd i friktionsjord.

■ I kohesionsjord:

$$\gamma_n \cdot R_d = c_{uk}(L - 3)/4 \quad (1.1)$$

där L är pålens längd i kohesionsjord och c_{uk} medelvärde av karakteristisk odränerad skjuvhållfasthet hos medverkande jord, dock högst 50 kPa.

Dimensionerande bärförmåga maximeras dock med hänsyn till pålens lastkapacitet till $\gamma_n \cdot R_d = 350 \text{ kN}$ i brottgränstillstånd.

1.2.3 Olyckslast

Dimensionerande bärförmåga för olyckslast sätts till 150 % av bärförmågan i brottgränstillstånd för SK1.

För dragkraft maximeras dock bärförmågan till 400 kN.

Tabell 1.3. $R_d \cdot \gamma_n$ i kN i brottgränstillstånd vid stoppslagning med sjunkning högst 10 mm/10 slag respektive 3 mm/10 slag. Dimensionerande bärförmåga erhålles genom att dividera tabellvärdet med γ_n . Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP1	FRIFALLSHEJARE						LINHEJARE					
mm/ 10 slag	Fallh. m	3t	4t		5t		3t	4t		5t		
			L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m		L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m	
10	0,2	350	410	450	480	550	350 415 480 570	410	450	480	550	
	0,3	480	540	605	590	<u>605</u>		480	530	540	580	
	0,4	570	605		<u>605</u>			540	605	590	<u>605</u>	
	0,5	<u>605</u>						605		<u>605</u>		
	0,6											
3	0,2	385	450	500	530	605	385 460 525	450	500	530	605	
	0,3	525	605	<u>605</u>	605			525	580	590		
	0,4	605						605	<u>605</u>	<u>605</u>		
	0,5											

1.3 DIMENSIONERANDE BÄRFÖRMÅGA FÖR PÅLE TYP SP2 OCH SP3

1.3.1 Bruksgränstillstånd

Dimensionerande bärförmåga (R_d) för påle typ SP2 och SP3 enligt tabell 1.4. I bruksgränstillstånd är pålens lastkapacitet dimensionerande för pålens bärförmåga.

Tabell 1.4. Lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillstånd.

c_{uk}/γ_m (kPa)	Skarvad påle Lastkapacitet (kN)	Oskarvad påle Lastkapacitet (kN)
4	615	770
5	650	805
6	670	825
7	690	825
8	710	825
9	725	825
10	740	825
11	750	825
12	760	825
15	785	825
20	815	825

I bruksgränstillstånd tillåts inga dragkrafter i pålen.

1.3.2 Brottgränstillstånd

Dimensionerande bärförmåga (R_d) för påle typ SP2 och SP3 enligt tabell 1.5. I brottgränstillstånd är geoteknisk bärförmåga dimensionerande för pålens bärförmåga.

Tabell 1.5. $R_d \cdot \gamma_n$ i kN i brottgränstillstånd vid stoppslagning med sjunkning högst 10 mm/10 slag respektive 3 mm/10 slag. Dimensionerande bärförmåga erhålles genom att dividera tabellvärdet med γ_n . Underströkna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP2 och SP3		FRIFALLSHEJARE			LINHEJARE		
mm/ 10 slag	Fallh. m	3t	4t	5t	3t	4t	5t
10	0,2	410	475	500			
	0,3	525	620	670	410	475	500
	0,4	630	730	800	460	550	585
	0,5	725	825	<u>825</u>	525	620	670
	0,6				605	705	775
3	0,2	450	525	550			
	0,3	580	680	740	450	525	550
	0,4	690	800	<u>825</u>	515	585	630
	0,5	800	<u>825</u>		580	680	740
	0,6				670	775	825

* Sänkt fallhöjd till 0,4 m för $L < 8$ m.

$\gamma_n = 1,0$ i säkerhetsklass 1 (SK1)

$\gamma_n = 1,1$ i säkerhetsklass 2 (SK2)

$\gamma_n = 1,2$ i säkerhetsklass 3 (SK3)

Dimensionerande bärförmåga R_d för dragkraft i påle beräknas ur sambanden:

■ I friktionsjord:

$L = 3$ m

$$\gamma_n \cdot R_d = 0$$

$L \geq 12$ m

$$\gamma_n \cdot R_d = 55 \text{ kN}$$

$3 \text{ m} > L < 12 \text{ m}$

rätlinjig interpolering mellan värden ovan

där L är pålens längd i friktionsjord.

■ I kohesionsjord:

$$\gamma_n \cdot R_d = c_{uk} (L - 3)/4 \quad (1.2)$$

där L är pålens längd i kohesionsjord och c_{uk} medelvärde av karakteristisk odränerad skjuvhållfasthet hos medverkande jord, dock högst 50 kPa.

Dimensionerande bärförmåga maximeras dock med hänsyn till pålens lastkapacitet till $\gamma_n \cdot R_d = 390$ kN i brottgränstillstånd.

1.3.3 Olyckslast

Dimensionerande bärförmåga för olyckslast sätts till 150 % av bärförmågan i brottgränstillstånd för SK1.

För dragkraft maximeras dock bärförmågan till 450 kN.

Kapitel 2.

Hantering

Pålelement typ SP1, SP2 och SP3 med max längd 13 m enligt SS 81 11 03 [1] har dimensionerats enligt Pålkommisionens rapport 75 [2] för att kunna uppta de lasteffekter som uppkommer vid normal hantering i fabrik och lyftning vid pålkran.

Pålarna har dimensionerats i brottgränstillståndet för belastningsfallen lyftning, hantering och lagring. En påle har därvid antagits vara påverkad av en dynamisk last vars ekvivalenta statiska värde har satts till 1,5 ggr pålens egentyngd G . Dimensionerande lasteffekt S_d har beräknats som:

$$S_d = \gamma_f \cdot 1,5 \cdot G \quad (2.1)$$

där $\gamma_f = 1,15$.

För belastningsfallen lyftning, hantering och lagring har en dimensionering utförts i bruksgränstillståndet varvid sprickbredden vid hantering kontrolleras.

Sprickbredden har beräknats enligt BBK 94 för en statisk ekvivalent last som uppgår till 1,25 ggr pålens egentyngd. Dimensionerande lasteffekt S_d har beräknats som:

$$S_d = \gamma_f \cdot 1,25 \cdot G \quad (2.2)$$

där $\gamma_f = 1,0$.

Den beräknade sprickbredden vid hantering uppgår till högst 0,3 mm.

Vid dimensionering för belastningsfallet lyftning ur form har betonghållfastheten förutsatts motsvara minst fordringarna för betong K25. Vid dimensionering för belastningsfall efter leverans från fabrik har betonghållfastheten förutsatts motsvara minst fordringarna för K50.

Tillverkaren ska upprätta en hanteringsanvisning.

Kapitel 3.

Installation

3.1 LASTEFFEKT

Vid installationen påverkas pålen av initialkraften från hejaren (kraften som alstras av slaget) och av reflekterade stötvågor från pålens spets. Medelvärde på initialkraften F_{im} kan sättas till

$$F_{im} = b \cdot A \sqrt{k \cdot h} \quad (3.1)$$

där

F_{im} = initialkraften i MN

A = pålens tvärsnittsytta i m²

h = fallhöjd i m

$b = 28$ för linhejare

$b = 30$ för frifallshejare

$k = 0,8$ för linhejare

$k = 1,0$ för frifallshejare

För lutande pålar har förutsatts att initialkraften kan beräknas enligt ovan med fallhöjden (h) som vertikal höjd i m.

Vid dimensionering för utmattning under drivningsskedet har påltvärsnittet kontrollerats för en dimensionerande tryckkraft enligt nedan.

$$F_{cd} = \gamma_f \cdot F_{im} \quad (3.2)$$

där $\gamma_f = 1,0$

Dimensionerande tryckkraft vid drivning redovisas för påle typ SP1, SP2 och SP3 i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Dimensionerande tryckkraft i kN vid drivning enligt ekv. 3.2.

Påltyp	Fallhöjd (m)	Frifallshejare	Linhejare
SP1	0,4	1050	875
SP2,SP3	0,4	1385	1155

Dimensionerande tryckkraft i pålen vid lastfallet stoppslagning har beräknats utifrån karakteristisk geoteknisk bärförmåga. Datorsimuleringar som utförts för olika pållängder vid sjunkningen 10 mm/10 slag visar att dimensionerande tryckkraft vid stoppslagning kan sättas till:

$$F_{cd} = 1,2 \cdot \gamma_f \cdot R_k \quad (3.3)$$

där

R_k = karakteristisk geoteknisk bärförmåga = 2,1 ggr tabellvärde för geoteknisk bärförmåga i säkerhetsklass 1 i kapitel 4.2.

$\gamma_f = 1,0$ vid dimensionering för utmattning

$\gamma_f = 1,3$ vid dimensionering i brottgränstillstånd

Vid sjunkningen 3 mm/10 slag har förutsatts 10 % större tryckkraft.

Dimensionerande tryckkraft vid stoppslagning redovisas i tabell 3.2 och 3.3.

Maximal dragkraft kan uppstå antingen vid drivning i lös jord eller vid stoppslagning i jord.

Vid drivning i lera har dimensionerande dragkraft satts till:

$$F_{td} = 0,4 \cdot \gamma_f \cdot F_{im} \quad (3.4)$$

Datorsimuleringar som utförts visar att dimensionerande dragkraft i påle vid hård slutslagning kan sättas till:

$$F_{td} = 0,2 \cdot \gamma_f \cdot F_{im} \quad (3.5)$$

Tabell 3.2. Dimensionerande tryckkraft i kN vid stoppslagning av påle typ SP1 enligt ekv. 3.3. Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP1	FRIFALLSHEJARE						LINHEJARE					
	Fallh. mm/ 10 slag	m	3t	4t		5t		3t	4t		5t	
				L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m		L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m
10	0,2		1145	1345	1475	1575	1800					
	0,3		1575	1770	1985	1935	<u>1985</u>	1145	1345	1475	1575	1805
	0,4		1870	2100		<u>2080</u>		1360	1575	1735	1770	1900
	0,5		<u>1985</u>					1575	1770	1985	1935	<u>1985</u>
	0,6							1870	2100		<u>2080</u>	
3	0,2		1260	1475	1640	1735	1985					
	0,3		1720	1985	<u>1985</u>	2100		1260	1475	1640	1735	1935
	0,4		2050					1510	1720	1900	1935	
	0,5							1720	1985	<u>2030</u>	<u>1985</u>	

Tabell 3.3. Dimensionerande tryckkraft i kN vid stoppslagning av påle typ SP2 och SP3 enligt ekv. 3.3. Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP2 och SP3		FRIFALLSHEJARE			LINHEJARE		
mm/ 10 slag	Fallh. m	3t	4t	5t	3t	4t	5t
10	0,2	1345	1555	1640			
	0,3	1720	2030	2195	1345	1560	1640
	0,4	2065	2390	2620	1510	1805	1920
	0,5	2375	2705	<u>*2785</u>	1720	2035	2195
	0,6				1985	2310	2540
3	0,2	1475	1720	1800			
	0,3	1900	2230	2425	1475	1720	1800
	0,4	2260	2620	<u>2720</u>	1690	1920	2065
	0,5	2620	<u>2800</u>		1900	2230	2425
	0,6				2195	2540	<u>2705</u>

* Sänkt fallhöjd till 0,4 m för L < 8m

3.2 LASTKAPACITET

Betongens och armeringens hållfasthet avtar vid dimensionering med hänsyn till utmattning. I BBK 94, 2.4.3 och 2.5.3 anges hållfasthetsvärden som har förutsatts vara godtagbara vid normala pålningsarbeten.

Beträffande dimensionering med hänsyn till utmattning har föreskrifter och metoder enligt BBK 94, avsnitt 3.3, tillämpats.

Dimensionerande hållfasthet för betong och armeringsstål i brottgränstillståndet har erhållits ur BBK 94, som vid dimensionering för olyckslast. Vid dimensionering av betongpålar för slagning har hållfasthetsvärden enligt BBK 94 multiplicerats med 1,33 (enligt Pålkommisionens rapport 75) till följd av kortvarig belastning. Vid beräkning av lastkapacitet för drag-

kraft har dock armeringens draghållfasthet enligt BBK 94 använts utan förstöringsfaktor.

Beräkningen av pålens lastkapacitet med hänsyn till utmattning har utförts under förutsättning att dimensionerande kraft F_{ed} angriper med 20 mm excentricitet under hela slagningen.

Påltvärsnittet har kontrollerats i brottgränstillstånd för under slagningen uppträdande normalkraft och moment motsvarande en excentricitet hos normalkraften på 20 mm enligt BBK 94, avsnitt 3.6.1.

Lastkapaciteten för tryckkraft vid stoppslagning redovisas i *tabell 3.4*.

Tabell 3.4. Lastkapacitet för tryckkraft under slagning.

Påltyp	Lastkapacitet vid drivning(kN)	Lastkapacitet vid stoppslagning (kN)
SP1	1200	2100
SP2	1570	2800
SP3	1720	2800

Lastkapaciteten för dragning, redovisad i *tabell 3.5*, har beräknats för uppsprucken betong där armeringens dragkraftskapacitet är beräknad som $f_{yd} \cdot A_s$ med $f_{yd} = f_{yk}$.

Tabell 3.5. Lastkapacitet för dragkraft under slagning (beräknad för skarvad påle).

Påltyp	Dragkraftskapacitet vid slagning (kN)
SP1	400
SP2	450
SP3	625

Kapitel 4.

Installerad påle

4.1 LASTKAPACITET

4.1.1 Förutsättningar

Lastkapaciteten har beräknats i enlighet med Pålkommisionens rapport 84a i brottgränstillstånd, för långtidslast i bruksgränstillstånd och för olyckslast. För kvadratiska standardpålar har två utböjningsriktningar beaktats, dels en med böjningsaxel parallell med en sida och dels en med diagonal böjningsaxel.

Redovisade värden i denna skrift baseras på följande förutsättningar:

- Betongkvalitet	minst K50
- Betongens kryptal för långtidslast	1,3
- Betongens kryptal för olyckslast	1,0
- Jordens bäddmodul för långtidslast	$50c_{ud}/d$
- Jordens bäddmodul för olyckslast	$150c_{ud}/d$
där $c_{ud} = c_{uk} / (\gamma_m \cdot \gamma_R)$	
- Ekvivalent bäddmodul vid plasticering i jorden har baserats på lika arbete (se Pålkommisionens rapport 84a)	
- Täckande betongskikt till längsarmeringen	30 mm
- Initialkrokighet för skarvad påle inkl. snedställighet i skarv 1:75	$l_k/150$
- Initialkrokighet för oskarvad påle	$l_k/300$
där l_k är knäcklängd i omgivande jord	

Påltvärsnittens lastkapacitet har i brottgränstillstånd och för olyckslast beräknats med en minsta excentricitet för axiallasten på 20 mm (enligt BBK 94).

I skarv till SP1 har skarvens förankringsjärn förutsatts vara 4Ø16 av kvalitet lägst K500. Till SP2 och SP3 har 4Ø20 av kvalitet lägst K500 förutsatts.

Vid beräkning av påles lastkapacitet har betongens dimensionerande tryckhållfasthet f_{co} reducerats med hänsyn till slagning med $\mu_c = 0,7$ (se Pålkommisionens rapport 84a).

Reduktionsfaktorn för stålets tryckhållfasthet efter installation μ_s har satts till 1,0.

Lastkapacitetsvärden redovisade i tabell 4.1 - 4.6 gäller för pålar belastade med enbart axiell last och helt omgivna av jord, med en lägsta hållfasthet motsvarande $c_{uk}/\gamma_m \geq 4$ kPa, där c_{uk} är ett karakteristiskt

värde för jordens odränerade skjuvhållfasthet reducerat enligt SGI Information 3 [4] och γ_m är en partialkoeficient som tar hänsyn till osäkerheten i värdet på c_{uk} . Värden för c_{uk} och γ_m är beroende av förhållandena på platsen och ska bestämmas genom geoteknisk utredning. Om ej annat föreskrivs i geoteknisk utredning ska c_{uk} bestämmas som ett medelvärde för ett 4 m tjockt jordlager utefter pålens mantelyta. Storleken på koeficienten γ_m ska väljas enligt reglerna i BKR 94 avsnitt 4:31 och 4.32.

4.1.2 Påle typ SP1

Lastkapacitet för SP1 redovisas för skarvad och oskarvad påle i *tabell 4.1* respektive 4.2.

Tabell 4.1. Lastkapacitet för skarvad påle typ SP1 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgräns- tillstånd (kN)
4	635	580	530	1070	450
5	715	650	595	1140	475
6	765	695	640	1170	495
7	800	725	665	1170	510
8	830	750	690	1170	520
9	850	770	705	1170	530
10	875	795	725	1170	540
11	885	805	735	1170	550
12	895	810	745	1170	560
15	915	835	765	1170	580
20	945	860	790	1170	600

Tabell 4.2. Lastkapacitet för oskarvad påle typ SP1 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgräns- tillstånd (kN)
4	765	695	635	1120	595
5	790	715	655	1150	625
6	815	740	675	1170	645
7	835	755	695	1185	660
8	850	770	705	1195	675
9	860	780	715	1195	685
10	875	795	725	1195	695
11	885	805	735	1195	705
12	895	810	745	1195	715
15	915	835	765	1195	730
20	945	860	790	1195	750

4.1.3 Påle typ SP2

Lastkapacitet för SP2 redovisas för skarvad och oskarvad påle i *tabell 4.3* respektive 4.4.

Tabell 4.3. Lastkapacitet för skarvad påle typ SP2 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgräns- tillstånd (kN)
4	815	740	680	1395	615
5	930	845	775	1485	650
6	1010	915	840	1515	670
7	1070	970	890	1535	690
8	1100	1000	915	1545	710
9	1115	1010	925	1555	725
10	1130	1025	940	1560	740
11	1145	1040	955	1565	750
12	1155	1050	965	1570	760
15	1185	1080	980	1570	785
20	1220	1110	1020	1570	815

Tabell 4.4. Lastkapacitet för oskarvad påle typ SP2 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgräns- tillstånd (kN)
4	995	905	830	1455	770
5	1030	935	855	1485	805
6	1055	955	875	1515	835
7	1080	980	900	1535	855
8	1100	1000	915	1545	875
9	1115	1010	925	1555	890
10	1130	1025	940	1560	900
11	1145	1040	955	1565	915
12	1155	1050	965	1570	920
15	1185	1080	980	1570	945
20	1220	1110	1020	1570	975

4.1.4 Påle typ SP3

Lastkapacitet för SP3 redovisas för skarvad och oskarvad påle i *tabell 4.5* respektive *4.6*.

Tabell 4.5. Lastkapacitet för skarvad påle typ SP3 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgränstillstånd (kN)
4	915	830	765	1490	620
5	1015	925	845	1570	650
6	1075	980	895	1615	675
7	1120	1020	935	1645	695
8	1155	1050	960	1660	710
9	1185	1075	985	1660	725
10	1210	1100	1005	1660	735
11	1230	1120	1025	1660	750
12	1250	1135	1040	1660	760
15	1295	1175	1080	1660	785
20	1340	1215	1115	1660	815

Tabell 4.6. Lastkapacitet för oskarvad påle typ SP3 i brottgränstillstånd för olika säkerhetsklasser SK1 - SK3, lastkapacitet för långtidslast i bruksgränstillståndet samt lastkapacitet vid dimensionering, för olyckslast.

c_{uk}/γ_m (kPa)	SK1 (kN)	SK2 (kN)	SK3 (kN)	Olyckslast (kN)	Bruksgränstillstånd (kN)
4	1055	960	880	1575	850
5	1100	1000	915	1615	885
6	1135	1030	945	1645	915
7	1165	1060	970	1670	940
8	1190	1080	990	1695	955
9	1210	1100	1005	1710	975
10	1225	1115	1020	1720	985
11	1245	1130	1035	1730	1000
12	1260	1145	1050	1740	1010
15	1295	1175	1080	1760	1035
20	1340	1215	1115	1780	1065

4.1.5 Skarvar

På marknaden förekommande typer av skarvar som är godkända enligt denna skrift finns redovisade i **bilaga 2**. Skarv till SP1 ska vara försedd med förankringsjärn 4 Ø16 av kvalitet lägst K500. Skarv till SP2 och SP3 ska vara försedd med förankringsjärn 4 Ø20 av kvalitet lägst K500. Förankringsjärn fästes till skarvbeslaget så att infästningen klarar påkänningarna under installationen av pålen och har en hållfasthet efter installation, som inte underskrider förankringsjärnets hållfasthet.

Pålar får dessutom skarvas med andra skarvar som är godkända av godkännande myndighet för ifrågava-

rande entreprenad. För Vägverket och Banverket krävs godkännande från respektive myndighet medan skarvar för andra objekt kan godkännas av SITAC.

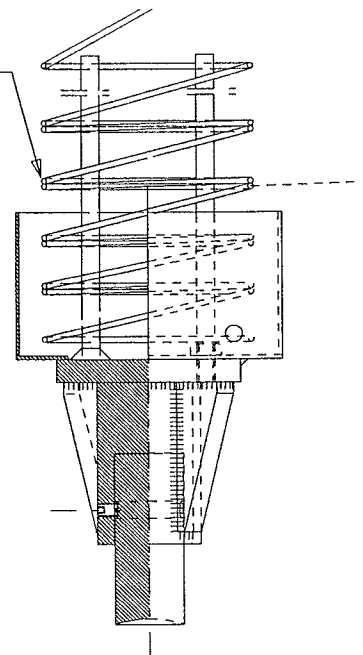
Maximal snedställighet i skarv får vara 1:150 i enskilt skarvbeslag.

4.1.6 Bergskor

Bergskor med platta, fjädrar, hylsa, dubb och förankringsjärn enligt svensk standard SS 81 11 96 (**bilaga 3**) och SS 81 11 92 (**bilaga 4**) är godkända om pålen spjälkarmeras för uppträdande krafter. Tryckkraft vid stoppslagning enligt *tabell 3.2* och *3.3* är dimensionerande för spjälkarmeringsmängden. Spjälkarmering till SP1 och placering av armering med flytgräns $f_{yk} \geq 390$ MPa, se *figur 4.1*. För SP2 och SP3, se *figur 4.2*. Spjälkarmeringsmängden är beräknad enligt BBK 94, avsnitt 3.10. Lådan kan utföras enligt svensk standard eller med lutande sidor. Bergskor enligt nedan får utföras med förlängd bergdubb.

Bergskor med bottenplatta som är lika stor som pålens tvärmått, se *figur 4.3*, med en tjocklek av 20 mm och stålqualité S275JR eller bättre och för bergsko till SP1 och S460ML eller bättre till SP2 och SP3 har en tillräcklig lastkapacitet utan spjälkarmering.

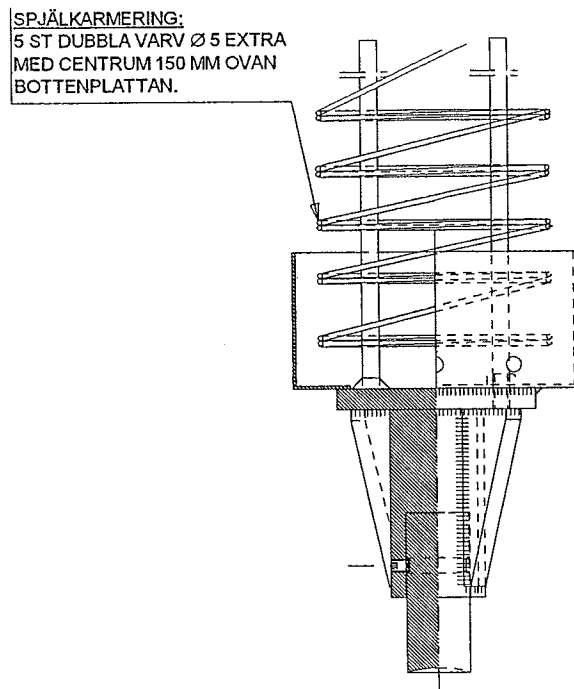
SPJÄLKARMERING:
4 ST DUBBLA VARV Ø 5 EXTRA
MED CENTRUM 125 MM OVAN
BOTTENPLATTAN.



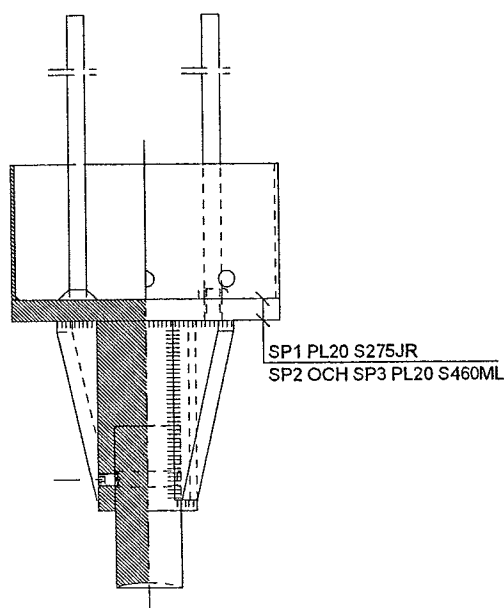
Figur 4.1. Bergsko till en påle typ SP1 enligt svensk standard SS 81 11 96.

$$\gamma_n \cdot R_d = 965 \text{ kN.}$$

Dessutom får bergskor användas som är godkända av den myndighet som svarar för godkännande för ifrågavarande entreprenad. För Vägverket och Banverket krävs godkännande från respektive myndighet medan bergskor för andra objekt kan godkännas av SITAC.



Figur 4.2. Bergsko till en påle typ SP2 och SP3 enligt svensk standard SS 81 11 96. $\gamma_n \cdot R_d = 1210$ kN.



Figur 4.3. Bergsko till påltyp SP1, SP2 och SP3 med en förstord bottenplatta. För påle typ SP1 är $\gamma_n \cdot R_d = 1115$ kN. För påle typ SP2 och SP3 är $\gamma_n \cdot R_d = 1370$ kN.

4.2 GEOTEKNISK BÄRFÖRMÅGA

4.2.1 Förutsättningar

Bärförmågan har bestämts genom datorsimulering med programmet GRL WEAP. Härvid har följande förutsättningar använts:

- Elastisk deformation vid brott i jord (quake) både i mantel och spets på 2,5 mm.
- Dämpning på mantel 0,65 s/m och på spets 0,5 s/m.
- Mantelmotstånd ca 10 %, resten spetsmotstånd.
- Hejarens effektivitet för frifallhejare 0,8, för linhejare 0,5.
- Dynans massa är 300 kg, styvheten på slagkubben är 1000 kN/mm och styvheten på dynträt är 400 kN/mm för SP1 och 600 kN/mm för SP2 och SP3. Detta motsvarar ett dynträ av plywood med tjockleken ca 50 mm ihopslaget med minst 300 slag.
- Använda pållängder är 5, 10 och 20 m.
- Pålens E-modul antogs vara 40 GPa.
- Pålens tunghet 24,5 kN/m³.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd har beräknats med partialkoefficienterna $\gamma_m \cdot \gamma_{Rd} = 2,1$.

4.2.2 Påle typ SP1

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för påle typ SP1 redovisas vid sjunkningen 10 respektive 3 mm per 10 slag i tabell 4.7-4.9.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft beräknas enligt 1.2.2. Alternativt kan bärförmågan för drag bestämmas genom provning eller geostatisk beräkning.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för olyckslast beräknas enligt 1.2.3.

Tabell 4.7. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP1 i SK1.
Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP1											
FRIFALLSHEJARE											
mm/ 10 slag	Fallh. m	3t	4t		5t		LINHEJARE				
			L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m	3t	4t		5t	
								L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m
10	0,2	350	410	450	480	550					
	0,3	480	540	605	590	<u>605</u>	350	410	450	480	550
	0,4	570	640		<u>635</u>		415	480	530	540	580
	0,5	<u>605</u>					480	540	605	590	<u>605</u>
	0,6						570	640		<u>635</u>	
3	0,2	385	450	500	530	605					
	0,3	525	605	<u>605</u>	640		385	450	500	530	605
	0,4	625					460	525	580	590	
	0,5						525	605	<u>620</u>	<u>605</u>	

Tabell 4.8. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP1 i SK2.
Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP1	FRIFALLSHEJARE						LINHEJARE					
	Fallh. mm/ 10 slag	3t	4t		5t		3t	4t		5t		
			L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m		L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m	
10	0,2	320	370	410	435	500	320 375 435 490 520	370	410	535	500	
	0,3	435	490	550	535	<u>550</u>		435	480	490	525	
	0,4	520	580		<u>575</u>			490	550	535	<u>550</u>	
	0,5	<u>550</u>						580		<u>575</u>		
	0,6											
3	0,2	350	410	455	480	550	350 420 475	410	455	480	550	
	0,3	475	550	<u>550</u>	580			475	525	535		
	0,4	565						550	<u>560</u>	<u>550</u>		
	0,5											

Tabell 4.9. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP1 i SK3.
Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP1	FRIFALLSHEJARE						LINHEJARE					
mm/ 10 slag	Fallh. m	3t	4t		5t		3t	4t		5t		
			L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m		L≥8 m	L<8 m	L≥8 m	L<8 m	
10	0,2	290	340	375	400	455						
	0,3	400	450	505	490	<u>505</u>	290	340	375	400	460	
	0,4	475	530		<u>525</u>		345	400	440	450	480	
	0,5	<u>505</u>					400	450	505	490	<u>505</u>	
	0,6						475	530		<u>525</u>		
3	0,2	320	375	415	440	505						
	0,3	435	520	<u>505</u>	530		320	375	415	440	505	
	0,4	520					380	435	480	490		
	0,5						435	505	<u>515</u>	<u>505</u>		

4.2.3 Påle typ SP2 och SP3

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för påle typ SP2 och SP3 redovisas vid sjunkningen 10 respektive 3 mm per 10 slag i tabell 4.10-4.12.

Tabell 4.10. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP2 och SP3 i SK1. Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP2 och SP3 mm/10 slag	Fallh. m	FRIFALLSHEJARE Hejarvikt			LINHEJARE Hejarvikt		
		3t	4t	5t	3t	4t	5t
10	0,2	410	475	500			
	0,3	525	620	670	410	475	500
	0,4	630	730	800	460	550	585
	0,5	725	825	<u>*850</u>	525	620	670
	0,6				605	705	775
3	0,2	450	525	550			
	0,3	580	680	740	450	525	550
	0,4	690	800	<u>830</u>	515	600	630
	0,5	800	<u>855</u>		580	680	740
	0,6				670	775	<u>825</u>

* Sänkt fallhöjd till 0,4 m för L < 8m.

Tabell 4.11. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP2 och SP3 i SK2. Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP2 och SP3 mm/10 slag	Fallh. m	FRIFALLSHEJARE Hejarvikt			LINHEJARE Hejarvikt		
		3t	4t	5t	3t	4t	5t
10	0,2	370	430	455			
	0,3	475	560	610	370	430	455
	0,4	570	660	725	420	500	530
	0,5	660	750	<u>*770</u>	475	560	610
	0,6				550	640	705
3	0,2	410	475	500			
	0,3	525	620	670	410	475	500
	0,4	625	725	<u>750</u>	470	550	570
	0,5	725	<u>775</u>		525	620	670
	0,6				610	705	<u>750</u>

* Sänkt fallhöjd till 0,4 m för L < 8m.

Tabell 4.12. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga i brottgränstillstånd för påle SP2 och SP3 i SK3. Understrukna tabellvärden innebär att fallhöjden ska sänkas med 5 cm.

SP2 och SP3 mm/10 slag	Fallh. m	FRIFALLSHEJARE Hejarvikt			LINHEJARE Hejarvikt		
		3t	4t	5t	3t	4t	5t
10	0,2	340	395	415			
	0,3	435	515	560	340	395	415
	0,4	525	610	665	380	460	485
	0,5	605	685	<u>*705</u>	435	515	560
	0,6				505	585	645
3	0,2	375	435	450			
	0,3	480	565	615	375	435	460
	0,4	575	665	<u>690</u>	430	500	525
	0,5	665	<u>710</u>		480	565	615
	0,6				560	645	<u>685</u>

* Sänkt fallhöjd till 0,4 m för L < 8m.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft beräknas enligt 1.3.2. Alternativt kan bärförmågan för drag bestämmas genom provning eller geostatisk beräkning.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för olyckslast beräknas enligt 1.3.3.

Referenser

- [1] BBK 94, Boverkets handbok om betongkonstruktioner, Band 1, Konstruktion (1994). AB Svensk Byggtjänst.
- [2] Förtillverkade betongpålar. Förslag till standard med dimensioneringsunderlag (1984). Rapport 75, IVA Pålkommissionen.
- [3] BKR 94:2, BFS 1993:58, Boverkets Konstruktionsregler 94:2 (1995). Boverket.
- [4] Larsson, R, Bergdahl, U & Eriksson, L (1985). Utvärdering av skjuvhållfasthet i kohesionsjord. Information 3, Statens geotekniska institut.
- [5] Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna pålar med hänsyn till pålmaterial och omgivande jord (1995). Rapport 84a, IVA Pålkommissionen.

BILAGA I

Betongpålar med kvadratisk tvärsnitt – Fordringar

SS 81 11 03

Dessa standardblad är modifierade. Uppgifter som modifierats är angivna med rött.

Standardbladen är återgivna med vederbörligt tillstånd. Officiellt gällande är endast senast av SIS publicerad utgåva.

Betongpålar med kvadratisk tvärsnitt — Fordringar

Square concrete piles — Specification

Innehåll	0	Orientering
	1	Omfattning och tillämpning
	2	Referenser
	3	Påltyper
	4	Fordringar
	4.1	Mått och toleranser
	4.2	Armering
	4.3	Täckande betongskikt
	4.4	Sprickor
	4.5	Betong
	4.6	Beslag
	4.7	Lyftbyglar
	5	Krav vid hantering
	6	Beteckning
	7	Märkning

0 Orientering

I och med utgivningen av denna standard upphör tidigare standarder för betongpålar, SIS 81 11 01, SIS 81 11 02, SIS 81 11 93, SIS 81 11 94, SIS 81 11 97, SIS 81 11 98 och SIS 81 11 99 att gälla.

Standarden baseras på Rapport nr 75 från Pålkommissionen.

1 Omfattning och tillämpning

Denna standard anger fordringar på mått och material för betongpålar.

Standarden omfattar kvadratiske betongpålar med ospänd armering. Pålarne är avsedda att användas under normala förhållanden där pålarne längs hela sin längd är omgivna av naturligt lagrad jord som inte är nämnvärt aggressiv. Detta motsvarar måttligt armeringsaggressiv miljö enligt BBK 79.

Standarden gäller inte för pålar som skall stå fritt i luft eller vatten på delar av sin längd. Den gäller inte heller för pålar som skall användas under andra för betongpålar aggressiva förhållanden, t ex om det föreligger hög halt av marmoraggressiv kolsyra. Även i andra fall kan det vara motiverat att man väljer andra pålar än standardpålar. Exempelvis kan bergskon slopas under speciellt gynnsamma slagningsförhållanden.

2 Referenser

SS 11 26 26	Metalliska material — Bockprovning
SS 14 13 11	Allmänt konstruktionsstål — SS-stål 13 12
SS 14 14 12	Allmänt konstruktionsstål — SS-stål 14 12
SIS 21 25 15	Armeringsstång. Kamstång, Ks 60 och Ks 60 S
SIS 81 11 96	Bergskon av stål för fastgjutning i kvadratiske betongpålar.

UDK 69.02:624.155:693.55

Beteckningen SS för svensk standard infördes 1978. Svensk standard med beteckning SEN, SIS eller SMS får beteckningen SS vid revidering.

3 Påltyper Standarden omfattar tre påltyper SP 1, SP 2 och SP 3, som skall uppfylla fordringarna enligt avsnitt 4.

4 Fordringar

4.1 Mått och toleranser

4.1.1 Längd och tvärmått Pålarna får vara högst 13 000 mm långa. De får inte vara kortare än vad basmåttet anger, men får vara upp till 100 mm längre.

Basmåtten för tvärmåtten (breddmåtten) skall vara 235 mm för påltyp SP 1, och 270 eller 275 mm för påltyp SP 2 och SP 3. Tvärmått får underskrida basmåttet med högst 10 mm. Skillnaden mellan tvärmåtten får inte överstiga 25 mm.

4.1.2 Vinkelavvikelse hos ändyta

Ändytan hos pålhuvudet får ha en vinkelavvikelse av högst 1:100 i förhållande till ett plan vinkelrätt mot pålelementets centrumlinje.

4.1.3 Rakhet

Pålelementet skall vara så rakt att mittlinjen hos varje sidoyta har högst 8 mm pilhöjd på en godtyckligt vald mätlängd av 4 m.

Skarvad påle får i skarven ha en vinkelavvikelse som är högst 1:75.

4.2 Armering

4.2.1 Längsarmering Alternativt får armering K500 användas

Pålarna skall vara armerade i längdled enligt tabell 1, med armeringsstänger Ks 60 eller Ks 60 S enligt SIS 21 25 15.

Stängerna skall vara oskarvade.

Tabell 1 — Längsarmering

Påltyp	Armering
SP 1	4 Ø 16
SP 2	4 x 2 ¹⁾ Ø 12
SP 3	4 x 2 ¹⁾ Ø 16

1) buntar

4.2.2 Bygelarmering

Byglar

Pålarna skall vara försedda med bygelarmering i form av en spiral av ståltråd Ø 5. Spiralen läggs med 10 varv på en sträcka av en meter räknat från varje pålände eller pålelementände. På resterande del läggs spiralen med 5 varv/m i pålarna SP 1 och SP 3, och med 7 varv/m i påle SP 2. Spiralbygeln avslutas med ett helt slutvarv, se figur 1. Centrumavståndet mellan trådarna får variera högst 40 mm.

Stålsort

Byglarna skall tillverkas av ståltråd med sträckgränsen (0,2- gräns) minst 390 MPa. Tråden skall kunna bockas enligt SS 11 26 26 över en dorn med 8 mm diameter utan att sprickor uppkommer.

4.3 Täckande betongskikt 30^{+10}_{-5}

4.3 Täckande betongskikt

Det täckande betongskiktet till längsarmeringen skall vara 30 ± 5 mm.

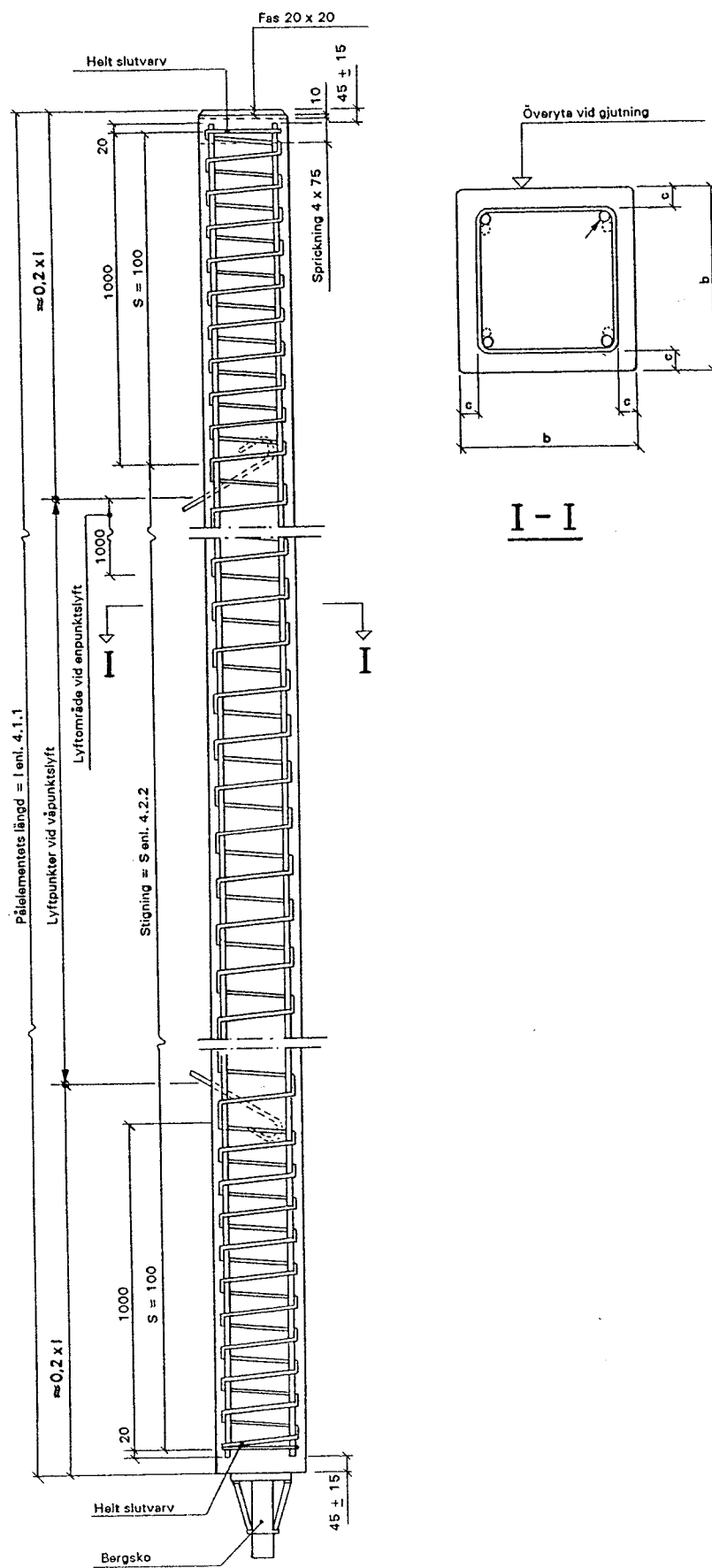
4.4 Sprickor

En påle i obelastat tillstånd får inte ha större sprickor än enligt tabell 2.

Tabell 2 — Maximal storlek sprickor

Spricktyp	Längd	Bredd
Tvärgående	< halva påltvärsnittet	< 0,2 mm
Längsgående	< 100 mm	< 0,3 mm

- 4.5 Betong** Pålarna skall vara tillverkade i utförandeklass I av vattentät betong i lägst hållfasthetsklass K50 med vct högst 0,45. Betongen skall uppfylla kraven i BBK 79, utgåva 2.
- När pålarna lyfts ur formen skall de ha en hållfasthet motsvarande minst K25.
- 4.6 Beslag** Pålens nederände skall vara försedd med fastgjuten bergsko enligt SIS 81 11 96. Överändan skall vara försedd med en sprickring 4 x 75 mm av SS-stål 13 12, enligt SS 14 13 12.
- 4.7 Lyftbyglar** Lyftbygel skall vara utförd av stål i seghetsklass B med kvalitet minst motsvarande SS-stål 14 12, enligt SS 14 14 12. Placering av lyftbyglar enligt figur 1.
- 5 Krav vid hantering** Vid resning av pålelement längre än 8 m med pålstropp, skall denna anbringas inom ett på pålen markerat lyftområde 2,5 — 3,5 m från pålelementets ände.
- 6 Beteckning** Betongpålar enligt denna standard betecknas Påle SS 81 11 03, påltyp enligt avsnitt 3.
- Exempel: Påle SS 81 11 03, SP 1.
- 7 Märkning** Pålar enligt denna standard skall förseas med märkning enligt följande
- beteckning enligt avsnitt 6
 - tillverkarens igenkänningsmärke
 - tillverkningsdatum
 - kontrollmärke
 - längd
 - vikt per meter
 - lyftområde enligt avsnitt 5
 - färgmärkning
 - SP 1 grön
 - SP 2 blå
 - SP 3 gul
- Kommentarer** Den nya utgåvan av standarden specificerar enbart pålelementen och innehåller inte några uppgifter om pålarnas lastkapacitet. Denna måste bestämmas från fall till fall beroende på bl a geotekniska förhållanden, stoppslagningsförfarande och grundkonstruktionens utformning. För en slagen pålgrupp bör, med beaktande av alla avvikelser från ett idealt utförande, lasten i brottgränstillståndet på ett enskilt pålelement inte överstiga lastkapaciteten hos en betongpelare med motsvarande dimensioner och slankhetstal. Härvid förutsätts att pålarna har stoppslagits med en beprövad metod.



Figur 1 — Betongpåle — läge hos armering och lyftbyglar

BILAGA 2

Pålskarv – Typritningar, typ ABB och typ Hercules

SKALA	REG-NUMBER	RITINGSNUMMER	REV
	93-3127-215.101	PKR94-2	-

BILAGA 3

Betongvaror – Bergskor av stål för fastgjutning i kvadratiska betongpålar – Fordringar

SS 81 11 96

Dessa standardblad är modifierade. Uppgift som modifierats är angiven med rött.

Standardbladen är återgivna med vederbörligt tillstånd. Officiellt gällande är endast senast av SIS publicerad utgåva.



SIS - Standardiseringskommissionen i Sverige

Handläggande organ

BST, BYGGSTANDARDISERINGEN

SVENSK STANDARD SS 81 11 96

Fästställe

1992-01-29

Utgåva

2

Sida

1 (4)

SIS FASTSTÄLLER OCH UTGER SVENSK STANDARD SAMT SÄLJER NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA STANDARDPUBLIKATIONER ©

Betongvaror — Bergskor av stål för fastgjutning i kvadratiska betongpålar — Fordringar

Precast concrete products — Rock shoes of steel for embedment in square concrete piles — Requirements

Innehåll	0	Orientering
	1	Omfattning
	2	Referenser
	3	Fordringar
	3.1	Hylsa
	3.2	Fjädrar
	3.3	Platta
	3.4	Låda
	3.5	Förankringsstänger
	4	Beteckning

- 0 Orientering** Denna utgåva av SS 81 11 96 har kompletterats med bergskor för pålar med tvärmåttet 275 mm samt har uppdaterats beträffande referenserna till andra standarder. Redaktionell bearbetning i övrigt har också gjorts.
- 1 Omfattning** Denna standard avser utförande av bergskor av stål för fastgjutning i kvadratiska betongpålar typ SP 1, SP 2 och SP 3 enligt SS 81 11 03.
- 2 Referenser**
- | | |
|--------------|---|
| SS 81 11 92 | Betongvaror – Bergskodubbar för betongpålar – Fordringar. |
| SMS 2182 | Skrubar och muttrar – Stoppskrubar med 6-kanthål och tapp. Typ T6SS. Metriskä gänger M. Grov stigning. |
| SS-EN 10 025 | Varmvalsade formvaror av olegerat allmänt konstruktionsstål och maskinstål – Tekniska leveransbestämmelser. |
| SIS 21 25 13 | Armeringsstång. Kamstång Ks40 och Ks40S. |
| SS-ISO 4035 | Fästelement – Låga sexkantmuttrar (fasade) – Produktklasserna A och B. |

UDK 624.155:691.71

Standarder kan beställas hos SIS som även lämnar allmänna upplysningar om svensk och utländsk standard.
Postadress: SIS, Box 3295, 103 66 STOCKHOLM
Telefon: 08 - 613 52 00. Telefax: 08 - 11 70 35

Upplysningar om sakinnehållet i standarden lämnas av BST.
Telefon: 08 - 23 72 50. Telefax: 08 - 20 89 93.

Prisgrupp G

Tryckt i mars 1992

3 Fordringar

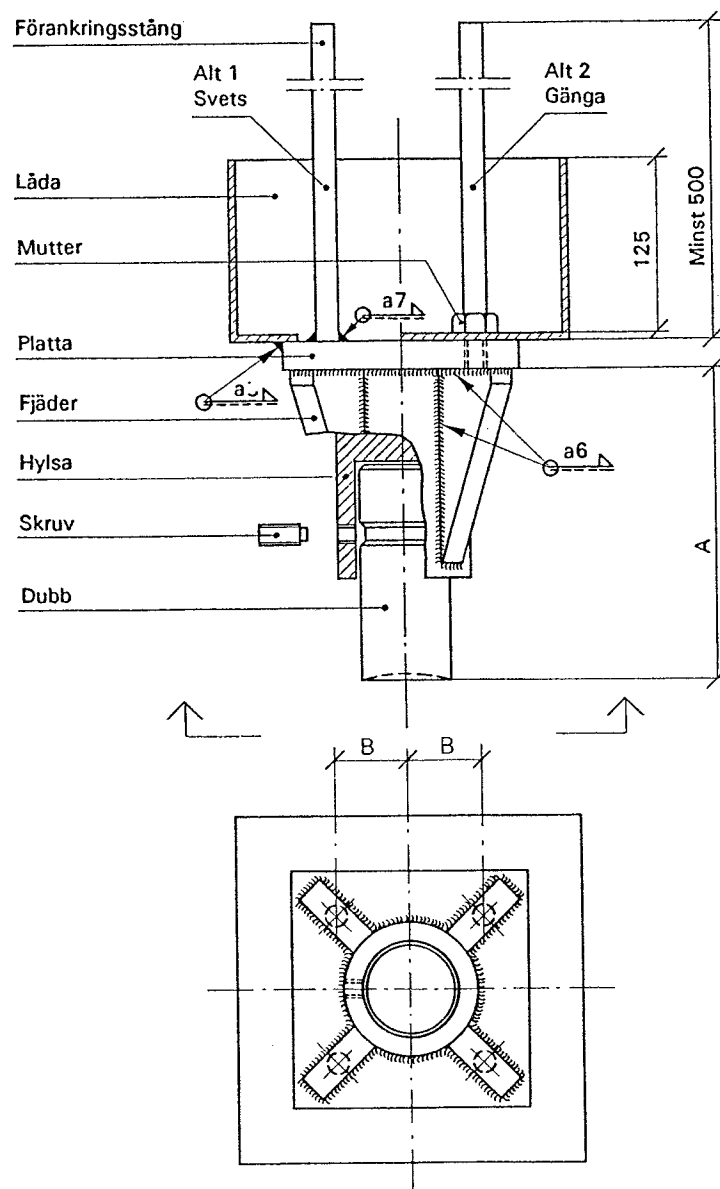
Bergskornas utförande framgår av figur 1. De tillverkas enligt Bestämmelser för stålkonstruktioner BSK.

En bergsko har följande delar:

- Dubb enligt SS 81 11 92
- Hylsa enligt avsnitt 3.1
- Skruv SMS 2182 T6SS 12 x 20
- Fyra fjädrar enligt avsnitt 3.2
- Platta enligt avsnitt 3.3
- Låda enligt avsnitt 3.4
- Fyra förankringsstänger enligt avsnitt 3.5

För ej toleranssatta mått gäller följande toleranser:

Basmått mm	Tolerans mm
< 6	$\pm 0,4$
6–30	± 2
> 30	± 4



Figur 1 — Bergsko, sammanställning

Tabell 1 — Mått i mm

Påltvärmått	A	B	C	D	E 0 -2	F +1 0	G +2,5	H
235	212	50	142	132	160	70	232	50
270 och 275	247	62	177	167	190	85	267(272) ¹⁾	62

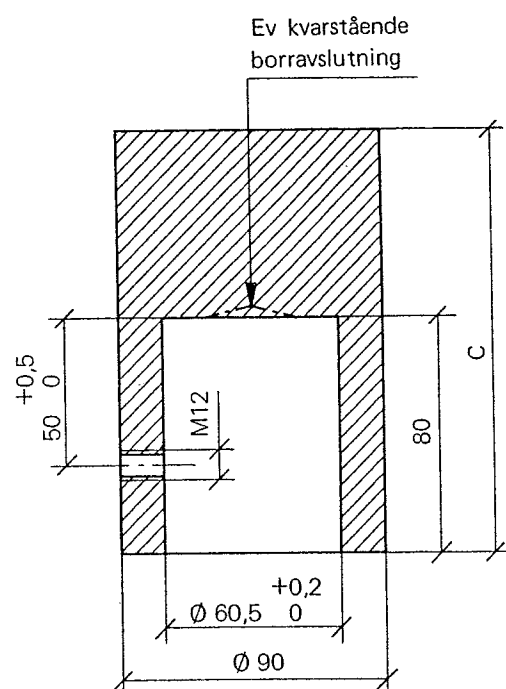
1) Mått inom parentes avser påle 275

3.1 Hylsa

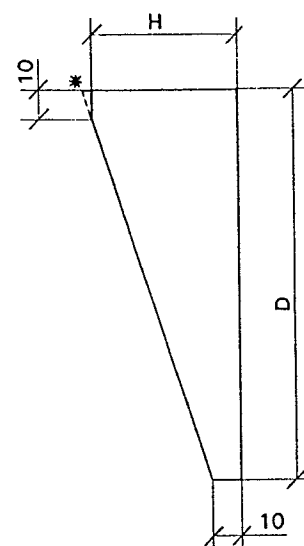
Hylsan tillverkas av stål EN 10 025 Fe 360 BFN enligt figur 2 med måttet C enligt tabell 1.

3.2 Fjädrar

Fjädrarna tillverkas av stål EN 10 025 Fe 360 BFN enligt figur 3. Tjockleken skall vara minst 20 mm och måtten D och H enligt tabell 1.



Figur 2 — Hylsa



* Alternativt utförande utan fasat hörn

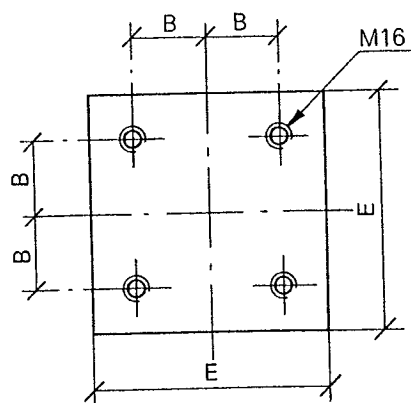
Figur 3 — Fjäder

3.3 Platta

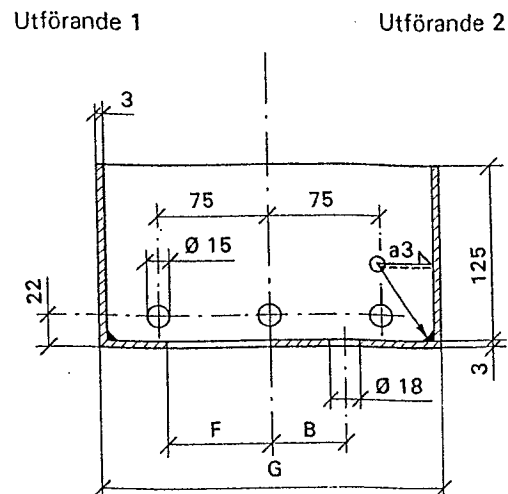
Plattan tillverkas av stål EN 10 025 Fe 360 BFN enligt figur 4. Tjockleken skall vara 20 mm och måtten B och E enligt tabell 1. Om förankringsstängerna skruvas fast förses plattan med gängade hål, M16.

3.4 Låda

Lådan tillverkas av stål EN 10 025 Fe 360 BFN enligt figur 5 med måtten B, F, och G enligt tabell 1. En vertikal kant eller två motstående vertikala kanter svetsas, de andra bockas. Botten svetsas till sidorna. Tre hål $\varnothing 15$ mm borras i en sida. Utförande 1 används vid alternativ 1 eller 2 för förankringsstängerna och utförande 2 används vid alternativ 2.



Figur 4 — Platta



Figur 5 — Låda

3.5 Förankringsstänger

Alternativt får
armeringskvalite
K500 användas.

Förankringsstänger svetsas fast (alternativ 1) eller skruvas fast (alternativ 2).

Alternativ 1:

4 stänger $\varnothing 16$ Ks 40S enligt SS 21 25 13 med längden minst 500 mm.

Alternativ 2:

4 stänger $\varnothing 16$ Ks 40 enligt SS 21 25 13 med längden minst 500 mm och med en 35 mm lång valsgänga M16 i ena änden, 4 sexkantmuttrar ISO 4035 M16-04.

4 Beteckning

Bergsko utförd enligt denna standard betecknas enligt följande. Bergsko SS 81 11 96 – påltvärmått i mm.

Exempel: Bergsko SS 81 11 96 – 235.

BILAGA 4

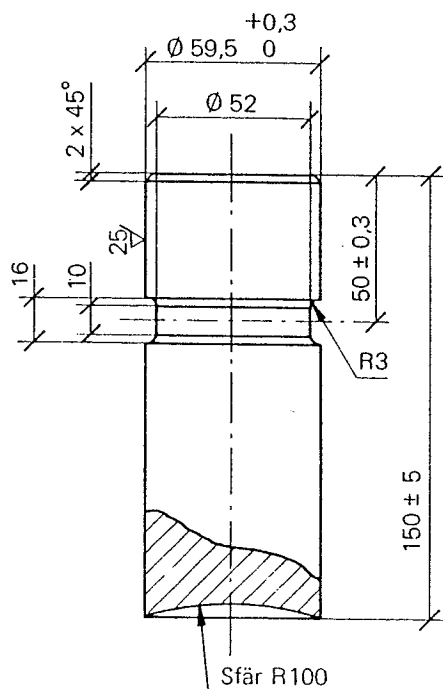
Betongvaror – Bergskodubbar för betongpålar – Fordringar

SS 81 11 92

Betongvaror — Bergskodubbar för betongpålar — Fordringar

Precast concrete products — Rock shoe dowels for concrete piles — Requirements

- 0 Orientering** Endast ändringar av redaktionell art har gjorts i förhållande till förra utgåvan av denna standard.
- 1 Omfattning** Denna standard avser utförande av dubbar för bergskor till betongpålar utförda enligt SS 81 11 96.
- 2 Referenser** SS 14 20 90 Fjäderstål – SS-stål 2090.
- 3 Fordringar** Dubben utförs enligt nedanstående figur. Den tillverkas av stål närmast motsvarande SS 14 20 90 men med högre kromhalt. Den skalsvarvas och härdas enligt anvisningar från stålleverantören till 520 – 640 HV (50 – 57 HRC).



- 4 Beteckning** Dubb utförd enligt denna standard betecknas "dubb SS 81 11 92".
- 5 Märkning** Dubben förses med stålleverantörens och hädverkstadens märken.

UDK 691.71:624.154

Standarder kan beställas hos SIS som även lämnar allmänna upplysningar om svensk och utländsk standard.
Postadress: SIS, Box 3295, 103 66 STOCKHOLM
Telefon: 08 - 613 52 00. Telefax: 08 - 11 70 35

Upplysningar om sakinhållet i standarden lämnas av BST.
Telefon: 08 - 23 72 50. Telefax: 08 - 20 89 93.

Prisgrupp D

Tryckt i mars 1992



Utgivna handlingar

Meddelanden

- | | | |
|----|--|------|
| 1 | Slagningsprov av pålskor med bergdubbar
Bror Fellenius
1963 | |
| 2 | Provpålning för broar inom blivande
Olaskroks- och Gullbergsmoten i samband med
byggande av Europaväg 6 genom Göteborg
Bror Fellenius — Waldemar Pejrud
1964 | Slut |
| 3 | Jämförelse mellan moment, krökningsradie
och sprickvidd i betongpålar slagna genom
lös lera till släntberg vid Tingstadsdelen,
Göteborg
Bror Fellenius
1964 | |
| 4 | Pålprovning för järnvägsbro vid Vännäs
Bror Fellenius
1964 | Slut |
| 5 | Beräkningsmetoder för sidobelastade pålar
Bengt Broms
1965 | Slut |
| 6 | Brottlast för snett belastade pålar
Bengt Broms
1965 | |
| 7 | Beräkning av vertikala pålars bärförmåga
Bengt Broms
1965 | |
| 8 | Provpålning mot släntberg vid Skansen
Lejonet, Göteborg
Waldemar Pejrud
1965 | |
| 9 | Inverkan av armeringsmängd, förspänning
och fallhöjd på sprickrisken hos betongpålar
vid slagning
Sven Sahlin
1965 | |
| 10 | Bärförmågan hos armerade betongpålar
slagna till fast bergbotten
Hjalmar Granholm
1967 | |
| 11 | Bärförmågan hos pålar slagna till släntberg
Bengt Broms
1965 | |
| 12 | Dynamisk draghållfasthet hos modellpålar
av oarmerad betong. Resultat av orienterade
försök
Sven Sahlin — Lars Hellman
1966 | |
| 13 | Pålgruppers bärförmåga
Bengt Broms
1967 | |
| 14 | Påkänningar, sprickbildning och utmattning vid
slagning av armerade modellpålar av
betong
Bo Göran Hellers — Sven Sahlin
1971 | |
| 15 | Bärförmåga hos släntberg vid statisk belastning
av bergspets. Resultat av modellförsök
Sven-Erik Rehnman
1968 | |

- | | |
|----|--|
| 16 | Stålpålars bärförmåga. Resultat av fältförsök
med lätta slagdon
Gunnar Fjellkner
1970 |
| 17 | Bergdubbens hållfasthet. Resultat från
statiska belastningsförsök
Sven-Erik Rehnman
1970 |
| 18 | Negative skin friction on long piles in clay.
I. Resultats of a full scale investigation
II. General views and design recommendations
Bengt H Fellenius
1971 |
| 19 | Damping of stress waves in piles during
driving. Results from field tests
Gunnar W Fjellkner — Bengt B Broms
1972 |

Särtryck och preliminära rapporter

- | | |
|---|--|
| 1 | Allowable bearing capacity of initially
bent piles
Bengt Broms
Referat från pålkommitténs informationsdag
25 okt 1965 |
| | Provbeltning av påle slagen i lera och
friktionsmaterial
Gunnar Hellström |
| | Knäcklasten för momentstyvt skarvade pålar
i lera
Krister Cederwall
1965 |
| 2 | Provbeltning av stödpålar av betong inom
östra Nordstaden, Göteborg. Delrapport
Gunnar Hellström
1965 |
| 3 | Bärighet hos släntberg vid statisk belastning av
bergspets. Resultat av modellförsök
Sven-Erik Rehnman
1966 |
| 4 | Om pålslagning och pålbärighet (Informations-
dagen 14/11 1966)
1967 |
| 5 | Resultat av pålprovning vid Göteborg C
Bror Fellenius 1955
(omtryckt 1967) |
| 6 | Om stoppslagning av stödpålar
Lars Hellman
1967 |
| 7 | Undersökning med syfte att uppställa stopp-
slagningsregler för stålpålar slagna med tryck-
lufthammare. Delrapport 1.
Gunnar Fjellkner
1967 Ersatt av Medd 16 |
| 8 | Industriell tillverkning av betongpålar
Kajsa Sundberg — Arne Forsell
1968 |

Slut

- | | |
|--|---|
| <p>9 Digitalisering av stötvågsmätningar.
Delrapport I
Lennart Vilander
1968</p> <p>10 Stoppslagning av stålplåtar med lätta slagdon
(tryckluftshammare). Delrapport II
Gunnar Fjellner
1968 Ersatt av Medd 16</p> <p>11 Förslag till anvisningar för pålprovning och
enkel provbelastning. (Andra omarbetade
upplagan)
1970</p> <p>12 Tillåtna laster på långa stödpålar av betong
i östra Nordstaden, Göteborg. Slutrapport
Gunnar Hellström
1969</p> <p>13 Kvarstående förspänningskraft i slagna
betongpålar. Undersökning av pålar från
grunden till Silo 68, Köping
Bo-Göran Hellers
1968</p> <p>14 Föredrag vid Halmstad Järnverks armerings-
dag 17/11 1967
Bengt Broms — Gunnar Sundberg —
Per Möller — Thorild Blomdahl
1968</p> <p>15 Statistik över antal slagna pålmetrar 1962
och 1966
1968 Ersatt av SPR 30</p> <p>16 Friktionspålars bärförmåga. En studie av
utförda provbelastningar
Sven Hultsjö — Jan Svensson
1969</p> <p>17 Ett program för beräkning av stötvågsför-
loppet vid friktionspålning. Delrapport II
Lennart Vålander
1969</p> <p>18 Pålkraftmätare
Bengt H Fellenius — Thomas Haagen</p> <p>Negative skin friction for long piles driven
in clay
Bengt H Fellenius — Bengt Broms
1969</p> <p>19 Datorberäkning av stötvågsförlopp i pålar
medelst variation av modellparametrar.
Delrapport III
Lennart Vilander
1969</p> <p>20 Nya pålnormer. Föredrag vid informations-
möte 25/4 1969
Göte Åström — Per Sahlström — Erik Sandegren
1969</p> <p>21 Negative skin friction on piles in clay.
A literature survey
Bengt H Fellenius
1969</p> <p>22 Deformationsegenskaper hos slagna betong-
pålar
Bengt H Fellenius — Torsten Eriksson</p> <p>Friktionspålars bärförmåga. Resultat från
fältförsök i Kanada
Bengt H Fellenius
1969</p> | <p>23 Pålars bärförmåga i elastiskt medium under
hänstagande till egenspanningar i pål-
materialet
Stig Bernander
1969</p> <p>24 IVA Pålkommision 1959 — 1969. Uppsatser
utgivna i samband med Pålkommisionens
tioårsjubileum
1969</p> <p>25 Statistik över antal slagna pålmetrar år 1962,
1966 och 1968
1969 Ersatt av SPR 30</p> <p>26 Företag vid Pålkommisionens jubileums-
möte den 20 november 1969</p> <p>Den norske pelekommittés arbeide
Klaare Flaate</p> <p>Aktuella forskningsbehov inom pålnings-
området
Bengt Broms
1970</p> <p>27 Rapport från en resa till Mexiko, USA,
Kanada och England 23.8 — 13.9 1969
Bengt H Fellenius
1970</p> <p>28 Mätning av fallhejarens anslagshastighet vid
pålslagning
Karl-Erik Sundström
1970</p> <p>29 Studier av en friktionspålens verkningsätt
Åke Nilsson — Torbjörn Winqvist
1971</p> <p>30 Statistik över antal slagna pålmetrar 1962,
1966, 1968 och 1970.
1971 Ersatt av SPR 38</p> <p>31 Friktionspålning för brostöd nr 2 vid
Albysjön, tunnelbana 2 SV, Botkyrkabanan
Sven-Erik Rehnman
1971</p> <p>32 Aktuellt forskningsbehov för pålområdet
i Sverige i juni 1971
Ulf Bergdahl
1971</p> <p>33 Sättningar vid pålning
olika djupgrundläggningsmetoder</p> <p>Intryck från pålkonferens
1972</p> <p>34 On the bearing capacity of driven piles
1972</p> <p>35 Load testing of piles according to the
polish regulations
B K Mazurkiewicz
1972</p> <p>36 Undersökning av konventionell slagdyna.
Beräkningsanalyser och beräkningsresultat
för olika fall
Martti Laine
1972</p> <p>37 Approximativ bestämning av böjstyvheten
i ett förspänt, delvis uppsprucket betong-
tvärsnitt
Bo-Göran Hellers
1973</p> |
|--|---|

Slut

- 38 Statistik över antal slagna pålmetrar år 1962, 1966, 1968, 1970 och 1972
1973
- 39 Inventering och sammanställning av utförda bøjprovningar med oskarvade och skarvade betongpålar
Björn Kvist — Pär Sandin
1973
- 40 Undersökning av avklingande stötvågs utseende efter pasage genom dyna med tallriksfjädrar
Bo Larsson
1973
- 41 Om korrosion på stål, speciellt i betongpålar
Bengt H Fellenius
1974

Övrigt

Slagning och provbelastning av långa pålar. Försök i Gubbero, Göteborg. (Statens Råd för Byggnadsforskning, rapport 99)

Pålningensprotokoll. Blanketter upprättade enligt Särtryck och preliminära rapporter nr 11. Block om 50 blad Pris per block

- 42 Pålar i lera. En geoteknisk återblick med speciell anknytning till Göteborgs-förhållandena
Bror Fellenius
1974
- 43 Jordundantäckning vid pålslagning — resultat av modellförsök
Rainer Massarsch
1974
- 44 Pålning för Silo 68 i Köping. En redovisning av mätresultat
Ulf Bergdahl — Åke Nilsson
1974

Rapporter

- 45 Aktuellt forskningsbehov för pålområdet i Sverige 1974
Ulf Bergdahl
1974
- 46 "Root-piles" Small-diameter injected borepiles
Anton Frank
1975
- 47 Jordgjutna pålar — en redovisning av vanliga metoder
K Rainer Massarsch
1975
- 48 Svensk statistik över antal tillverkade och slagna pålmetrar åren 1962—1974
1975
- 49 Deformationsmätningar vid slagning av pålar nära en stenmur — resultat av stereofotogrammetriska mätningar
K Rainer Massarsch — Gunnar Ivmark
1975
- 50 Pålgrundläggning i Sovjetunionen
1976

- 51 Soil movements caused by pile driving in clay
K Rainer Massarsch
1976
- 52 Angelägenheten hos forskningsprojekt inom pålområdet i Sverige 1975 — enkätresultat
Ulf Bergdahl — Gunnar Ivmark
1977
- 53 Svensk statistik över antal tillverkade och slagna pålmetrar åren 1962—1976
1978
- 54 Pålgrupper med sidomotstånd och inspanning
Håkan Bredenberg — Bengt Broms
1978
- 55 Rålspålers böjstyvhet — resultat av bøjprovningar
Elvin Ottosson
1979
- 56 Provbekastning av friktionspålar — En studie av olika provningsmetoder
U Bergdahl — G Hult
1979
- 57 Swedish Building Code 1975
Chapter 23.6 Pile Foundations.

Swedish Building Code 1975
Approval Rules No. 1975:8 Piles
Translated by B Broms
1979
- 58 Grävpålanvisningar
Dimensioner, g utförande och kontroll av grävda, i jorden gjutna pålar
1979
- 59 Anvisningar för provpålning med efterföljande provbelastning
1980
- 60 Negativ mantelfriktion längs pålar
Bengt Broms
1979
1980
- 61 Recent pile research.
Activities of
The Swedish Commission on Pile Research.
Bengt Broms
1980
- 62 Svensk statistik över antal tillverkade och slagna pålmetrar åren 1962—1978
1980
- 63 Slagna av betongpålar med trycklufthejare. Resultat av fältförsök i Västerås 1973
Gunnar Fjellner — Åke Eriksson — Håkan Bredenberg
1981
- 64 Kohesionspålers bärförmåga
En studie av utförda provbelastningar på kohesionspålar av betong
Ulf Bergdahl — Åke Eriksson — Ture Nilsson
1981

- 65 Swedish Building Code 1980
Chapter 23.3 Pile Foundations
- Swedish Building Code 1975
Approval Rules No. 1975:8 Piles
Translated by Bengt Broms, 1981
(in English)
- 66 Svensk statistik över antal tillverkade
och slagna pålmetrar åren 1962—1980
1982
- 67 Negativ mantelfriktion längs pålar
Resultat av enkät år 1979
Lars Bjerin — Jan Fallsvik
1982
- 68 Parameterstudie av olika faktorer
inverkan på pålars bärförmåga som
funktion av sjunkningen
Carl-John Grävare — Ingemar Hermansson
1982
- 69 Stålpålar — Användningsområden och
praxis för utförande
Håkan Bredenberg — Ulf Eriksson —
Anders Eriksson — Göran Camitz
1983
- 70 Buller vid pål- och spontslagning.
En studie av mätmetoder, bullernivåer
och bekämpningsåtgärder
Ove Bennerhult — Ulf Bergdahl
1983
- 71 Svensk statistik över antal till-
verkade och slagna pålmetrar åren
1962—1982
1983
- 72 Förspänd tallriksfjäderdyna. Resultat
av stötvågsteoretiska studier, dator-
simulering, modell- och fullskaleprov-
ning
Bo BergLars
1983
- 73 Svensk pålningsteknik under 1980-talet
Håkan Bredenberg — Crister Bådholm —
Lars Hellman — Göran Holm
1984
- 74 Skarv för kombinationspålmar trä-
betong. Resultat av drag- och böj-
provningar
Elvin Ottosson
1984
- 75 Förtillverkade betongpålmar. Förslag
till standard med dimensionerings-
underlag
1984
- 76 Initialspänningens variation vid
pålslagning
Elisabeth Stensgård — Elisabet
Olsson
1984
- 77 Grävpålar i friktionsjord
Anvisningar för dynamisk förbelastning
Bo Berggren - Per-Evert Bengtsson
1985
- 78 Statistik över antal tillverkade och slagna pålmetrar
i Sverige åren 1962-1984
1985
- 79 Expanderkroppar
Anvisningar för dimensionering, utförande
och kontroll
1988
- 80 Statistik över antal tillverkade och slagna pålmetrar
i Sverige åren 1962-1986
1988
- 81 Systempålmar
Stödpålar av höghållfasta, korrosionsskyddade
stålrör, slagna med lätta höghastighetshejare.
Anvisningar för beräkning av dimensionerande
bärförmåga.
Anders Fredriksson - Sven Hultsjö -
Håkan Stille
1989
- 82 β -metoden vid pålberäkning, en förstudie.
Claes Alén - Mats Jansson - Hans Lindgren -
Lars Olsson - Jan Romell
1990
- 83 Beräkning av pålars last-rörelsesamband
med utgångspunkt från sonderingsdata.
Håkan Bredenberg - Staffan Hintze
1990
- 84 Beräkning av dimensionerande bärförmåga
för slagna pålar med hänsyn till pålmaterial
och omgivande jord
Per-Evert Bengtsson - Åke Bengtsson -
Anders Fredriksson
1991
- 85 Statistik över antal tillverkade och slagna
pålmetrar i Sverige åren 1962 - 1989
1991
- 86 Friktionspålars bärförmåga och
last/förskjutningssamband
Karin Rankka
1991
- 87 Bro C339 över Ekolsundsviken.
Grundläggning på stålrörpålmar -
konstruktion och arbetsutförande
Håkan Bredenberg
1991
- 88 Sprickbildning i betongpålmar slagna i vatten
eller i jordarter med hög permeabilitet
Stig Bernander
1992
- 89 Integritetskontroll av pålar med
stötvågmätning
Ingemar Hermansson
Jan Romell
Carl-John Grävare
1992

- 90 Grova stålrörspålar - anvisningar för dimensionering, utförande och kontroll
1993
- 91 Friktionspålar - bärformågens tillväxt med tiden
Björn Åstedt
Lars Weiner
Göran Holm
1994
- 92 Datorsimulering av påslagning
Bo Berglars
Carl-John Grävare
Per Löfling
Lars Weiner
1993
- 93 Korrosion och korrosionsskydd av stålpålar och stålspons i jord och vatten
Göran Camitz
1994
- 84a Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna pålar med hänsyn till pålmaterial och omgivande jord
1995