

RR-pålar

Anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll

**Tillverkning av RR-pålar kontrolleras enligt
kvalitetssystem ISO 9001 och
miljökvalitetssystem ISO 14001.**



CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Management System of:

**Rautaruukki Oyj, Ruukki Production and logistics
Raahe, Hämeenlinna, Kankaanpää, Oulainen, Pulkkila,
Lappohja and Toijala, Finland
Gävle and Virsbo, Sweden**

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance
to the following Environmental and Quality Management System Standards:

**ISO 9001:2000
ISO 14001:2004**

The scope of this approval is applicable to:

**Development, manufacture and logistics of steel products (hot rolled
plate products, hot and cold rolled, metal and colour coated, coils,
sheet and slit coils, tubular products and profiles, specified by-products).**

This certificate is valid only in association with the certificate schedule bearing the same
number on which the locations applicable to this approval are listed.

Approval
Certificate No: HEL0005756

Original QMS Approval: 21st April 1992

Original EMS Approval: 6th June 1997

Current Certificate: 3rd November 2006

Certificate Expiry: 31st May 2009

Issued by: Lloyd's Register EMEA Branch Office
Finnish Branch for and on behalf of LRQA Ltd

1 / 4



001

001

This document is subject to the provision on the reverse
Aleksanterinkatu 48 A, 00100 Helsinki, Finland, Registration number 02047048
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by UKAS.
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 021
Valid from 11/06

1. Allmänt

Anvisningarna i broschyren behandlar projektering, dimensionering, utförande och kontroll av Ruukkis slagna RR-pålar.

Regelsystemet för dimensionering av RR-pålarna följer principerna i Pålkommissionens rapport 98. Pålningen och lastnivåerna på pålarna indelas i tre kontrollklasser, beroende på vilken kontroll och verifiering som utförs. Regelsystemet behandlas i kapitel 3.

Stoppplagningsregler för RR-pålarna och lastnivåer enligt GK 2A finns beräknade för ett antal kombinationer påltyper / hejare. Stoppplagningsreglerna har beräknats med datorsimulering enligt Pålkommissionens rapport 92, "Datorsimulering av påslagning". Beräkning av stopplagningsregler för pålarna, se kapitel 4.

Pålarnas lastkapacitet för installation dvs. den övre gränsen för hur hårt pålarna kan stopplås behandlas i kapitel 5.

Pålarnas dimensionerande last, efter installation, med hänsyn till böjknäckning i jord beräknas med hjälp av datorprogram enligt Pålkommissionens rapporter 84a, 96:1 samt 98. Beräkningarna redovisas i kapitel 6.

Rekommendationer gällande lastnivåer hos pålarna med hänsyn till slagning och den kontroll som utförs redovisas i kapitel 7.

Anvisningar för avrostning vid dimensionering behandlas i kapitel 8 "Beständighet".

Slutligen behandlas arbetsskydd och miljöskydd i kapitel 9.

2. RR-pålarnas material och beslag

Stålkvalité och EN-standarder

Materialet som används för RR-pålarna är av stålkvalité S440J2H, se Tabell 1.

Pålarnas tekniska leveransvillkor är enligt standard SS-EN 10219 och de levereras med materialcertifikat SS-EN 10204-2.2.

RR-pålelement och utrustning

RR-pålens delar är beskrivna i Figur 1. De tillverkade påltypernas tvärsnittsvärden är sammanställda i Tabell 2.

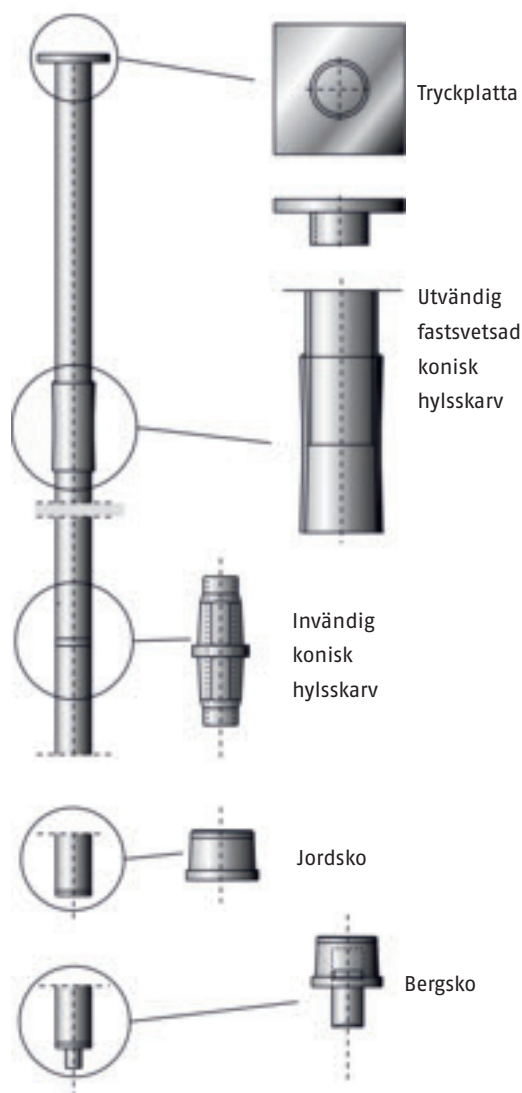
Tabell 1. Egenskaper hos stålkvalité S440J2H

Kemisk sammansättning max				
C [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	CEV [%]
0,18	1,60	0,020	0,018	0,39
Mekaniska egenskaper				
f_{yk} min [MPa]	f_u [MPa]	A_s min [%]	Slagseghet *)	
			T [°C]	KV min [J]
440	490-630	17	-40	27

*) För godstjocklekar över 10 mm måste slagseghetskravet överenskommas separat.

CEV = kolekivalent
 f_{yk} = sträckgräns
 f_u = brotthållfästet
 A_s = brottförlängning

Figur 1. RR-pålens struktur



Tabell 2. Dimensioner och tvärsnittsvärden för RR-pålen

Påltyp	D [mm]	t [mm]	M [kg/m]	Nominell data; 0 mm avrostning				1,2 mm avrostning		2,0 mm avrostning		2,5 mm avrostning	
				A ₀ [mm ²]	I ₀ [cm ⁴]	W ₀ [cm ³]	F _{stuk} [kN]	A _{1,2} [mm ²]	I _{1,2} [cm ⁴]	A _{2,0} [mm ²]	I _{2,0} [cm ⁴]	A _{2,5} [mm ²]	I _{2,5} [cm ⁴]
RR60	60,3	6,3	8,4	1069	39,5	13,1	470	846	29,8	702	23,9	615	20,5
RR75	76,1	6,3	10,8	1381	84,8	22,3	608	1099	65,0	916	52,8	803	45,6
RR90	88,9	6,3	12,8	1635	140,2	31,5	719	1304	108,4	1089	88,7	956	76,9
RR115/6,3	114,3	6,3	16,8	2138	312,7	54,7	941	1711	244,5	1432	201,4	1259	175,5
RR115/8	114,3	8,0	21,0	2672	379,5	66,4	1176	2245	311,3	1966	268,2	1794	242,2
RR140/8	139,7	8,0	26,0	3310	720,3	103,1	1456	2788	595,1	2445	515,2	2232	466,7
RR140/10	139,7	10,0	32,0	4075	861,9	123,4	1793	3553	736,7	3209	656,8	2997	608,3
RR170/10	168,3	10,0	39,0	4973	1564,0	185,9	2188	4343	1344,1	3928	1202,7	3671	1116,4
RR170/12,5	168,3	12,5	48,0	6118	1868,4	222,0	2692	5488	1648,5	5073	1507,1	4816	1420,8
RR220/10	219,1	10,0	51,6	6569	3598,4	328,4	2890	5748	3110,9	5205	2794,7	4868	2600,7
RR220/12,5	219,1	12,5	63,7	8113	4344,6	396,6	3570	7292	3857,0	6749	3540,9	6412	3346,8

I Tabell 3 visas de pällängder, inkl. utvändiga hylsskarvar som finns i lager. Dessa mätt är effektiva längder. Övriga längder går att beställa projektvis. Speciallängder tillverkas som beställningsvara. Även pålrör utan skarv kan beställas från fabrik. För pålrör gäller upp till 16 meter i tillverkningslängder.

Tabell 3. Pålelementens längder inkl. fast utvändig hylsskarv

Påltyp	Pållängd [m]							
	1,0	1,2	1,5	2	3	4	6	12
RR60	0	0	0	0	0	0	0	-
RR75	0	0	X	X	0	0	X	-
RR90	0	0	X	X	0	0	X	-
RR115/6,3	0	0	X	X	0	0	X	-
RR115/8	0	0	0	0	0	0	X	X
RR140/8	0	0	0	0	0	0	X	X
RR140/10	0	0	0	0	0	0	X	X
RR170/10	0	0	0	0	0	0	0	X

X = längd i lager
 0 = projektspecifik längd
 - = tillverkas inte

Hylsskarv

Till RR-pålar används Ruukkis tillverkade skarv, som uppfyller kraven för momentstyva skarvar. Skarven är en yttre eller inre konisk hylsskarv som bygger på friktion. Utvändig skarvhylsa fixeras med en svets vid tillverkningen. Ingen svetsning behövs vid skarvningen under pålningsarbetet. RR-pålens skarvar är typgodkända.

Spets

RR-pålen förses med antingen en jordsko (ändplatta) eller bergsko, vars uppgift är att skydda spetsen (rörändan) vid installation, förbättra penetrationsförmågan och centrera lasterna från pålen till jordlagret eller mot berget. Skon fästs mot pålröret genom friktion. Den vanligaste typen är bergsko. Jordskon kan användas om pålspetsen med säkerhet inte träffar block eller står på bergyta. Bergskons dubb tillverkas av härdat specialstål för att ge god inträngning i berget.

Tryckplatta

Pålens topp fogas vanligen in i konstruktionen vid tryckplattan. I Tabell 4 visas lagerförda storlekar på tryckplattor.

Tryckplattan centreras och fixeras med en kort invändig rörhylsa, se Figur 1. Om skarven mellan tryckplatta och pålrör även utsätts för horisontalkrafter, förutom tryckkrafter, skall tryckplattan fästas mot pålrör genom svetsning

Tabell 4. RR-topplattors lagerstorlekar, stålsort S355J2, EN 10025

Påltyp	Tryckplattans mått [mm x mm x mm]
RR60	120 x 120 x 15
RR75, RR90	150 x 150 x 15
RR115	200 x 200 x 20
RR140	250 x 250 x 25
RR170, RR220	300 x 300 x 30



3. Geotekniska klasser

Pålning med RR-pålar utförs i geoteknisk klass 2 och 3. Geoteknisk klass 2, vilken omfattar normal pålning, indelas i kontrollklasser GK2A, GK2B och GK2C utifrån de krav som gäller verifiering.

Indelningen i kontrollklasser GK2A, GK2B och GK2C följer reglerna i Pålkommisionens rapport 98.

Tabell 5 nedan redovisar normalvärden på maximala lastnivåer relativt stuklaster som kan nyttjas i de geotekniska kontrollklasserna GK2A, GK2B och GK2C. Beräkningen gäller stoppslagning av pålar i säkerhetsklass SK 2.

Tabell 5. Indelning av pålning i geotekniska klasser 2A, 2B, och 2C samt normalvärden på max. lastnivå för grupperna samt krav gällande verifiering av geoteknisk bärförmåga.

Kontroll klass	Max. lastnivå relativt stuklast ¹⁾	Krav på verifiering av geoteknisk bärförmåga
GK2A	0,3	Stoppningsregel
GK2B	0,4	Kontroll av stoppslagningsregel med stötvägsmätning på 10 % av pålarna
GK2C	0,5	Kontroll av stoppslagningsregel med stötvägsmätning på 25 % av pålarna

¹⁾ Lastnivåer är beräknade i SK 2 för lätt slagning. Vid tung slagning samt slagning av pålar i stenig / blockig jord kan lastnivåerna behöva reduceras.

Geoteknisk klass 2

Pålning i geoteknisk klass 2 utförs i tre kontrollklasser GK2A, GK2B och GK2C.

Klassificeringen görs med avseende på:

- markförhållanden
- lastutnyttjande
- pålmaterial
- installationsmetod
- verifieringsmetod

Klassificeringen medför olika verifieringsmetoder för:

- bestämning av lastkapacitet för installerad påle, inklusive verifiering av pålarnas funktionsduglighet efter installation
- bestämning av lastkapacitet och lasteffekt vid installation
- verifiering av pålarnas geotekniska bärförmåga

Geoteknisk klass GK2A

I geoteknisk klass GK2A skall jorden bestå av lätt driven friktionsjord eller kohesionsjord med $c_{ud} \geq 5$ kPa, där risk för tvångskräkning på grund av block, fyllning eller liknande inte ej föreligger. Klassen gäller inte vid pålning i vatten.

- lastkapacitet bestäms genom schablonregler
- geoteknisk bärförmåga verifieras med stoppslagningsregel. Stoppningskrav beräknas genom datorsimulering

Geoteknisk klass GK2B

I geoteknisk klass GK2B skall provpålning och produktionskontroll omfatta minst 10 % av antalet pålar i varje kontrollobjekt, dock minst 4 pålar / objekt.

- lastkapacitet bestäms genom beräkning och / eller provning. Vid provpålning verifieras att pålarnas lastkapacitet uppfyller ställda krav
- geoteknisk bärförmåga bedöms i projekteringskedet med ledning av beräknat stoppslagningskrav. Bärförmågan verifieras med dynamisk eller statisk provbelastning vid provpålning

Geoteknisk klass GK2C

I geoteknisk klass GK2C skall provpålning och produktionskontroll omfatta minst 25 % av pålarna i varje kontrollobjekt.

Provpålning utförs normalt på 5-10 % av pålarna och för resterande pålar utförs produktionskontroll, så att det totala antalet provade pålar omfattar minst 25 %, dock minst 5 pålar/objekt.

Lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga bestäms och verifieras på samma sätt som i geoteknisk klass GK2B.

4. Geoteknisk bärförmåga

Med en påles geotekniska bärförmåga avses vanligen den kraft (den statiska delen) som mobiliseras av pålen mot jorden vid en stoppslagning alternativt kontrollslagning. Denna kraft kan beräknas med en datorsimulering av stoppslagningen alternativt mätas vid en stötvägsmätning.

När stålpålar stoppsläs i tillräckligt fast jord eller berg, så att sättningen per slag är obetydligt liten, är den verkliga geotekniska bärförmågan sannolikt större än den mobiliserade geotekniska bärförmågan. Således kan det vara fördelaktigt att använda kraftfullare hammare vid dynamisk provbelastning eller kontrollslagning än vid stoppslagning.

Kraven på stoppslagning och geoteknisk bärförmåga

Enligt Pålkommissionens rapport 98 skall pålar stoppsläs till en geoteknisk bärförmåga R_s vilken är dimensionerande lasteffekt x säkerhetsfaktor (partialkoefficient).

$$R_s = S_d \cdot \gamma_{tot}$$

Tabell 6. Partialkoefficient γ_{tot} och övre gränsvärde för olika säkerhets- och utförandeklasser.

Utförande-klass	Provade pålar		Partialkoeff. γ_{tot} 1)			Övre gränsvärde $R_{s,d} / R_{stuk}$ %
	Andel %	Min. antal	SK 1	SK 2	SK 3	
GK2A			2,10	2,30	2,50	30
GK2B	10	4	1,70	1,85	2,00	40
GK2C	25	5	1,55	1,70	1,80	50
Individuellt mätta pålar			1,45	1,60	1,70	50

1) Om stoppslagning med säkerhet sker mot berg kan partialkoefficienter γ_{tot} i Tabell 6 reduceras med ytterligare 0.20 enheter.

Datorsimulering av stoppslagning i kontrollklass GK2A

Datorsimulering av pålning innebär att slagningen av en påle simuleras med hjälp av en beräkningsmodell av stötvägsförloppet i pålen. Kraft- och rörelsesamband mellan påle och jord beskrivs med mantel- och

spetsbärförmåga, fjädring och dämpning, se Pålkommissionens rapport 92.

Tabell 7 redovisas en sammanställning av datorsimulering av stoppslagning för olika frifallshejare och RR-pålar. Stoppslagningsreglerna gäller för stoppslagning mot jord. Sjunkningsvärdet skall vara mindre än 5 mm/10 slag.

Vid dis tinkta stopp mot berg skall fallhöjder reduceras till 80 % av fallhöjder enligt Tabell 7, alternativt kan dimensionerande bärförmåga ökas med 10 %.

Vid stoppslagning med linhejare skall fallhöjder vid stoppslagning ökas med 20 %.

Vid stoppslagning med dubbelverkande hydraulhejare kan fallhöjder sänkas med 20 %.

Datorberäkningar ger mycket höga fallhöjder vid slagning av långa pålar. För de flesta objekt kan fallhöjder reduceras. Rekommendationen är att stoppslagningsregler kontrolleras med stötvägsmätningar vid slagning av långa pålar.

Stötvägsmätning enligt kontrollklass GK2B

Provpålning och stötvägsmätning skall omfatta 10 % av pålantalet, dock minst 4 pålar. Pålarnas dimensionerande geotekniska bärförmåga ($R_{s,d}$) beror på mätresultat (medelvärde, $R_{s,mv}$) samt antalet kontrollerade pålar (γ_{tot}) enligt ekvation:

$$R_{s,d} = R_{s,mv} / \gamma_{tot}$$

För enkla slagningsförhållanden skall man räkna med att man kan nyttja upp till 40 % av pålens stuklast. Vid svåra slagningsförhållanden skall man räkna med att man kan nyttja max 35-38 % av pålens stuklast.

Stötvägskontroll enligt kontrollklass GK2C

Provpålning skall omfatta 5-10 % av pålantalet. Produktionsuppföljning skall därefter utföras på 15-20 % av pålarna så att det totala antalet kontrollerade pålar omfattar minst 25 %, dock minst 5 pålar.

Pålarnas dimensionerande geotekniska bärförmåga ($R_{s,d}$) bestäms på samma ekvation som i GK2B ovan.

För enkla slagningsförhållanden skall man räkna med att man kan nyttja upp till 50 % av pålens stuklast. Vid svåra slagningsförhållanden skall man räkna med att man kan nyttja maximalt 45-48 % av pålens stuklast.

Tabell 7. Stoppslagningsregler för RR-pålar vid slagning med frifallshejare enligt kontrollklass GK2A. Stoppslagning med frifallshejare till sjunkning $s < 5\text{ mm}/10$ slag.

Påltyp	Vikt [kg/m]	F _{stuk} [kN]	R _{s,d} Dim. geoteknisk bärförmåga [kN]			Hejare [kN]	Fallhöjd i meter vid olika pållängder i meter				
			SK1	SK2	SK3		5 m	10 m	15 m	20 m	30 m
RR60	8,4	470	155	141	129	5	0,40	0,45	0,50	0,55	0,65
						7,5	0,25	0,35	0,40	0,45	0,55
						10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,45
RR75	10,8	608	201	182	167	5	0,40	0,45	0,55	0,65	0,80
						7,5	0,25	0,35	0,45	0,50	0,60
						10	0,20	0,30	0,35	0,40	0,45
RR90	12,8	719	237	216	198	5	0,50	0,65	0,80	0,90	1,10
						7,5	0,35	0,50	0,60	0,70	0,85
						10	0,30	0,40	0,45	0,50	0,60
RR115/6,3	16,8	941	311	262	259	7,5	0,50	0,65	0,80	0,95	1,15
						10	0,35	0,50	0,60	0,65	0,80
						20	0,20	0,30	0,35	0,40	0,50
RR115/8,0	21,0	1176	388	353	323	10	0,45	0,60	0,70	0,80	0,95
						20	0,25	0,35	0,40	0,45	0,55
RR140/8,0	26,0	1456	480	437	400	20	0,30	0,45	0,55	0,60	0,70
						30	0,20	0,30	0,40	0,45	0,55
RR140/10	32,0	1793	592	538	493	20	0,35	0,50	0,60	0,70	0,85
						30	0,25	0,40	0,45	0,50	0,60
RR170/10	39,0	2188	722	656	602	30	0,35	0,50	0,60	0,65	0,80
						40	0,25	0,40	0,50	0,55	0,65
RR170/12,5	48,0	2692	888	808	740	30	0,40	0,55	0,65	0,75	0,95
						40	0,30	0,45	0,55	0,60	0,70
R220/10	51,6	2890	954	867	795	30	0,50	0,75	0,85	0,95	1,20
						40	0,40	0,55	0,65	0,75	0,90
						50	0,30	0,45	0,55	0,65	0,75
RR220/12,5	63,7	3570	1178	1071	982	30	0,60	0,80	0,95	1,10	1,30
						40	0,45	0,65	0,75	0,85	1,00
						50	0,35	0,55	0,60	0,70	0,85

RR-pålar kan med fördel även stoppslås med lätta hydraul- eller tryckluftshammare. Vid nyttjande av dessa hejare är det ett krav att hammarens slagkolv skall ha en vikt på minst 2 ggr pålens vikt per löpmeter. Exempel på lämpliga hammare redovisas i Tabell 8.

Det är upp till entreprenören att ställa in dessa och kontrollera att dessa hammare slår med lämplig och godtagbar slagenergi mot pålarna. Alternativt krävs kontrollslagning med godkänd hejare eller stötvågsmätningar för att verifiera slagningen.

Tabell 8. Data på olika hammare enligt specifikation från tillverkarna

Hammare	Kolvikt [kg]	Max slagenergi enligt tillverkare [J]	Max fallhöjd [m] ²⁾	Spettvikt [kg] ¹⁾	N _{min} [slag/min]	N _{max} [slag/min]
Furukawa:						
HB 3G	9,45	392	4,23	13	550	1450
HB 5G	16,7	686	4,19	23	400	1050
HB 8G	28,6	1079	3,85	40	400	850
HB 10G	47,9	1765	3,76	67	450	1050
HB 15G	68,3	2746	4,10	96	400	900
HB 20G	101,0	4119	4,16	141	400	800
F 5	12,2	710	5,93	17	700	900
F 6	18,2	884	4,95	25	650	1600
F 9	31,0	1305	4,29	43	400	1400
F 12	46,0	2320	5,14	64	450	900
F 19	64,0	3579	5,70	90	400	750
F 22	95,0	4572	4,91	133	360	700
F 35	135,0	6883	5,20	189	320	600
F 45	174,0	8829	5,17	244	300	500
Krupp:						
HM 110	11,8	450	3,89	17	850	1000
HM 200	24,0	800	3,40	34	480	650
HM 700	60,5	2400	4,04	85	400	500
HM 800	93,0	3200	3,51	130	300	600
HM 900	95,0	3850	4,13	133	300	600
HM 2000	135,0	8500	6,42	189	325	585
BRH 125	11,4	650	5,81	16	400	1000
BRH 250 C	15,0	1400	9,51	21	490	600
BRH 501 C	31,5	2000	6,47	44	320	500
BRH 750	45,7	2800	6,25	64	300	700
BRH 1100	73,0	4600	6,42	102	300	700
Atlas Copco:						
TEX 200/250	12,1	565	4,76	17	300	900
TEX 600	22,0	1100	5,10	31	360	720
Tryckluftshammare:						
MKT 5	91	1380	1,55	39		300
MKT 6	181	3460	1,95	91		275
MKT 7	363	5740	1,61	140		225
BSP 500N; MK2	91	1650	1,85	113		330
BSP 600N; MK2	227	4150	1,86	227		250
BSP 700N; MK2	385	6500	1,72	281		225

1) Vikt på spett (dyna) för hydraulhejarna antagen 1,4*Vikt slagkolv

 2) Slagenergi omräknad till fallhöjd: $W = Mh * g * H$.

5. Lastkapacitet för stoppslagning

Pålelementets hållfasthet för slagning

Pålelementets lastkapacitet för slagning beräknas enligt Pålkommissionens rapport 84a, med karakteristiska värden på pålen och dynamiska värden hos jordens bäddmodul och brottlast.

Den sidostöttade pålen belastas vid en stoppslagning av både normalkraft och moment. Normalkraften i pålen är den stötpuls som skapas av hejarens slag mot pålen respektive av reflexer mot jorden/berget. Moment i pålen beror på att stötpulsen belastar pålen med en viss excentricitet. Excentriciteten av slaget sätts till värdet på förväntad pilhöjd med hänsyn till pålens krokighet. I lös lera förväntas krokigheten vara bättre eller lika med $e < L_k/600$ respektive i fast lera samt i friktionsjord bättre än $e < L_k/300$. Momentet förstoras därefter enligt andra ordningens teori.

RR-pålelementens lastkapacitet för slagning har beräknats i SKI med karakteristiska värden på materialet. Beräkningar har gjorts för materialet i egenspanningsgrupp a. Ytterligare har man använt det teoretiska värdet för formfaktorn vid böjning. Beräkningarna för de olika RR-pålarnas lastkapacitet för slagning har redovisats i Tabell 9 som funktion av karakteristisk skjuvhållfasthet. Blir kraften i pålelementen vid stoppslagning högre än värdena, Tabell 9, finns det högre risk för att pålen ska plasticera, alltså slås bort.

Pålspetsens hållfasthet för slagning

Nere vid pålspetsområdet belastas pålen av en excentrisk last från underlaget. Max last på pålen med hänsyn till dess hållfasthet kan beräknas till:

$$R_{max} \leq f_{yk} / (1/A_0 + e/\eta \cdot W_0)$$

R_{max}	pålspetsens lastkapacitet för slagning
f_{yk}	pålmaterialets sträckgräns
$A_0 ; W_0$	nominella data utan hänsyn till avrostning
η	formfaktor
e	excentricitet i last = $d/10$
d	diameter hos bergdubb

Max kraft i pålen vid dess stoppslagning begränsas antingen av pålelementets hållfasthet i lera eller av pålspetsens hållfasthet vid kontakt med berg.

I styv jord begränsar pålspetsens hållfasthet hur hårt pålen kan stoppslås. I lös lera blir pålelementets hållfasthet begränsande för hur hårt man kan slå på pålarna. I det senare fallet gäller dock enbart slagning med mycket tunga hejare i kombination med slanka stålpålar som står i mycket lös jord eller i vatten.

Tabell 9 redovisar en sammanställning av olika RR-pålars lastkapacitet för slagning. Tabellen anger pålelementets lastkapacitet för olika c_{uk} -värden respektive lastkapacitet för pålspetsen.



6. Lastkapacitet för statisk last

Beräkning av pålmaterialets dimensionerande lastkapacitet görs enligt Pålkommissionens rapport 84a respektive rapport 96:1.

Lastkapacitetsberäkningar har gjorts för alla RR-påle storlekar. Olika dimensioneringsvärden för tvärsnittstorheterna har redovisats i Tabell 2.

Beräkningarna gäller RR-pålar med respektive utan betongfyllning samt med avrostningar 1,2 mm, 2,0 mm och 2,5 mm.

Resultatet av beräkningarna har redovisats i Tabellerna 13-18.

Materialegenskaper

Stålmaterialet för RR-pålarna är S440J2H med sträckgräns $f_{yk} = 440$ MPa.

Vid beräkning av lastkapacitet har materialets sträckgränsvärde reducerats med ett μ -värde vilken har sätts till $\mu=0,9$ enligt Pålkommissionens rapport 98.

Samverkan Betong & Stål

Om pålar fylls med betong förväntas samverkan existera i enlighet med utförda provningar på betongfyllda pålar.

Tabell 9. Påspetsens respektive påelementets lastkapacitet för slagning i SK 1 med dynamiska värden på jord.

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Påelementets hållfasthet enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xxx	Påelementets lastkapacitet [kN]				
			Diameter dubb [mm]	R _{max} [kN]	R _{max} /F _{stuk}		Odränerad skjuvhållfasthet hos jord c _{uk} [kPa]				
							5	10	20	30	40
RR60	470	83	30	401	0,85	L _k /600	315	399	424	432	436
						L _k /300	254	354	395	406	412
RR75	608	178	30	536	0,88	L _k /600	468	533	555	564	568
						L _k /300	378	485	520	532	540
RR90	719	294	30	646	0,90	L _k /600	584	639	661	670	675
						L _k /300	492	581	621	635	643
RR115/6,3	941	657	40	843	0,90	L _k /600	799	848	873	883	888
						L _k /300	713	789	825	840	849
RR115/8,0	1176	797	40	1051	0,89	L _k /600	937	1045	1081	1096	1104
						L _k /300	811	957	1016	1038	1051
RR140/8,0	1456	1513	60	1274	0,88	L _k /600	1228	1311	1350	1365	1374
						L _k /300	1089	1218	1274	1299	1313
RR140/10	1793	1810	60	1566	0,87	L _k /600	1440	1591	1648	1670	1683
						L _k /300	1217	1447	1548	1582	1602
RR170/10	2188	3284	60	1956	0,89	L _k /600	1839	1965	2025	2049	2063
						L _k /300	1633	1824	1911	1948	1970
RR170/12,5	2692	3924	60	2402	0,89	L _k /600	2172	2383	2470	2505	2524
						L _k /300	1791	2185	2319	2371	2402
RR220/10	2890	7557	80	2580	0,89	L _k /600	2524	2633	2698	2725	2741
						L _k /300	2293	2461	2559	2602	2627
RR220/12,5	3570	9124	80	3183	0,89	L _k /600	3042	3214	3309	3347	3369
						L _k /300	2703	2987	3124	3184	3219

Lastkapaciteten har schablonmässigt beräknats på den säkra sidan såsom:

Tvärsnittets kapacitet för en ej betongfylld påle

$$N_d = \mu \cdot f_{yk} \cdot A_{stål} / (\gamma_m \cdot \gamma_n) + f_{cck} \cdot A_{betong} / (1,5 \cdot \gamma_n)$$

Rakhet hos pålar

RR-pålarna tillverkas med ett krav på rakhet $\delta < L/800$. Beroende på hur man senare driver ner och stoppslår pålarna kommer dessa att få en krokighet $\delta = L_k/xxx$.

Pålarnas krokighet efter installation beror förutom på geotekniska förhållanden som sten/block eller fasta lager som kan styra iväg pålarna även på hur pålarna drivs ned och stoppslås. Med försiktig slagning fås raka pålar. Slår man däremot med för höga fallhöjder styr pålarna lättare iväg och blir krokiga.

RR-pålarna kan drivas ned och stoppslås med tunga fallhejare alternativt med lätta snabbslående hydraul- eller lufthammare.

Vid slagning med tunga fallhejare ökar riskerna för krokiga pålar jämfört med om pålarna drivs ned och stoppslås med lätta trycklufts- eller hydraulhammare.

Förväntad rakhet hos en RR-påle slagen i lös till medelfast lera är en pillhöjd $\delta < L_k/400$. I friktionsjordar förväntas pålen få en rakhet bättre än $\delta < L_k/300$. Påsens rakhet kan dessutom kontrolleras med ficklampa, tolk eller inklinometer.

Tabell 10. Schablon för bestämning av dimensionerande rakhet hos slagna stål-pålar enligt Pålkommissionens rapport 96:1.

Åtgärd	Påle utan skarv	Påle med skarv
Ingen kontroll	Lk/300	Lk/200
Godkänd kontroll	Mätvärde dock bäst L _k /600	Mätvärde dock bäst L _k /600

7. Installationsanvisningar

Hantering av pålar

Hantering av pålar har beskrivits i Ruukkis datablad ”Hantering av pålar”.

Slagning och skarvning

RR-pålar kan installeras relativt nära existerande konstruktion såsom vägg. Minsta avstånd till vägg är oftast avhängigt hejarens storlek men är normalt ca 250-350 mm.

Slagen skall vara centriska och raka i pålens längdriktning. Vid slagning skall energin eller fallhöjden väljas så att lastkapacitet för slagning enligt Tabell 9 inte ska överskridas.

Till pålrörets ände fästs en sko (bergsko eller jordsko), vars infästning i raket mot pålröret måste kontrolleras innan nedrivningen påbörjas.

RR-pålarnas installation kan utföras på två olika sätt, beroende på om skarven är in- eller utvändig. Om pålelementens längd varierar mellan 1-12 meter, kan de skarvas med en utanpåliggande konisk skarvhylsa (RR60-RR170). Alternativt upp till 16 meters element kan skarvas med en invändig dubbelkonisk hylsa (RR140-R220).

Vid skarvning med den invändiga (lösa) skarvhylsan sätts hylsan på pålens topp så att öppningsskåran i hylsan träffar pålrörets längsgående svetssöm. Hylsan trycks eller slås lätt fast med distinkta slag. Mellan pålen och skarvhylsan förblir en glipa. Nästa pålrör sätts på motsvarande sätt mot skarven. Skarven går inte ihop helt förrän vid stoppslagningen.

Vid skarvning med den utvändiga skarvhylsan kan hylsan vara antingen i pålelementets övre eller nedre ände.

Vid installation där skarvhylsan är i pålelementets nedre ände, skall första elementet vara ett pålrör utan skarv, t.ex. ett tidigare avkapat pålelement. Pålen förs ned i marken med elementets fabriksstillverkade snittyta uppåt.

Vid slagning av en påle med skarvhylsan uppåt, används ett slagdon som överför slagenergin till pålröret förbi skarvhylsan. Slagning direkt på skarvhylsan får inte göras.

Vid drivning i lösa jordlager skall inte samma höga fallhöjder eller energi användas som under stoppslagningen. Överdriven slageffekt i lösa jordlager kan medföra höga dragspänningar i pålen samt att skarven kan öppnas. Pålskarven slås inte fast effektivt förrän vid stoppslagningen.

Pålens slagning kan avslutas då pålspetsen har nått föreskriven nivå samt uppfyller det för pålen framtagna stoppslagningskriteriet. Pålens topp avvägs efter stoppslagningen.

Minsta centrumavstånd mellan pålar beror bland

annat på egenskaperna hos omgivande jord och påltyp. Som tumregel är det minsta centrumavståndet 300 mm för RR60 och RR75 samt 800 mm för RR220. Värdena för övriga pålstorlekar kan bestämmas med linjär interpolering.



Verifiering av lastkapacitet vid slagning

Vid provpåling skall pålarna verifieras så att de inte överbelastas vid drivning eller stoppslagning. Vid stötvågsmätning skall visas att max kraft i pålen, vid stoppslagning, är mindre än 80-90 % av pålens stuklast (se Tabell 9). För enstaka slag, vid kontrollslagning med hög fallhöjd, kan laster upp till stuklasten accepteras.

Drivning/stoppslagning skall för provpålar dokumenteras med slagräkningsprotokoll så att slagningsbetingelser, förhållanden kan bestämmas.

Rakhetsmätning

Pålen skall alltid kontrolleras med avseende på raket. I lösa jordlager där böjknäckning kan bli dimensionerande kontrolleras pålen med hjälp av en uppåtvänd ficklampa som sänks ned i pålen efter slagningen. Försvinner direktskenet någon gång under nedsänkningen skall pålen rakhetsmätas med tolk. I vissa fall kan exakt rakhetskontroll vara av intresse, då skall inklinomermätning tillämpas.

Kapning

Pålarna skall kapas vinkelrätt mot längdaxeln på, enligt handlingarna angivna, pålavskärningsnivå.

Pålavskärningens rakhetsavvikelse får högst vara 1/50 mot pålens tangentiella riktning, om inte annat anges. Snittet får inte innehålla någon tom del av skarvhylsan, alltså en påle måste vara nedslagen i skarvhylsan innan kapning.

8. Beständighet

RR-pålen är dimensionerad med rostmån, dvs. att man vid beräkning av pålens lastupptagning tar hänsyn till att en del av godset kommer att rosta bort under pålens livslängd.

Det finns två olika rekommenderande vägar att ta med hänsyn till rostmån.

Den ena metoden har visats i SS-EN 1993-5 Design of Steel Structures: Piling (Tabell 11) och den andra består av de senaste rönen gällande avrostning hos stålspålar i jord enligt VTT-undersökning "Korrosion på stålrospålar - Dimensionering utgående från empiriskt material" (Tabell 12). Tabellen baseras på statistisk bearbetning av ett omfattande antal observationer om korrosion på stål.

I utredningen för VTT-metoden gäller för ostörd naturjord dvs. sand, silt, lera etc. Gällande förorenade eller aggressiva jordar nyttjas i tabell 11 dimensioneringsvärden på avrostning.

Den inre avrostningen i en stålspåle med "tät" pålbergsko och skarvhylsa är i stort försumbar om pålen är installerad i jord med icke korrosivt grundvatten. Även om man räknar med att vatten respektive luft kan läcka in i pålen genom något hål och till exempel följa grundvattnets årliga växlingar blir avrostningen försumbar. På så sätt kan man med tillräcklig säkerhet konstatera att eventuell inre avrostning ingår i de dimensionerande rostmånvärdena i tabeller 11 och 12.

9. Arbetsskydd och miljöskydd

Vid installation av RR-pålar skall man använda utrustning som är lämplig för pålningsändamålet. I standarden SS-EN 996 Piling Equipment - Safety requirements har redovisats några allmänna krav för pålningsutrustning.

Vid RR-pålning följs tillämpningsbara lagar och

förordningar samt andra normer och anvisningar, som bl.a säkerheten vid utförandet inom arbetsområdet samt funktionell säkerhet av den utrustning och de verktyg som används vid arbetet.

Vid pålning skall man vara speciellt uppmärksam på följande arbetsmoment:

- när man lyfter eller flyttar pålar
- när man arbetar i närheten av hydraulisk utrustning
- när man kapar pålar
- när pålrör är öppna kan det vara en säkerhetsrisk

Störningar och miljörisiker orsakad av pålning skall minimeras så mycket som möjligt. Störningar eller miljörisiker kan vara:

- förskjutning och/eller packning av jordlager
- störning av jordlager och ökning av porvattentryck
- vibration
- buller
- förorening av jord, vatten och luft

RR-pålar orsakar liten jordundanträngning jämfört med deras kapacitet, varvid störningar i omgivande jord orsakade av installation i allmänhet är ringa.

Buller orsakat av slagning av RR-pålar beror på installationsutrustningen. På arbetsplatsen rekommenderas alltid användning av hörelseskydd och att tillträde av utomstående oskyddade personer förhindras.

När man arbetar vid eller i närheten av vatten- eller grundvattenområde skall man vidta tillräckliga skyddsåtgärder för att minska eventuell skada från pålningsutrustning. Andra konsekvenser som läckande olja skall snabbt kunna samlas upp och förhindras rinna ut i vattendrag eller marken. I kraftöverföringssystemet av hydrauliska utrustningar rekommenderas att använda nedbrytbara miljövänliga oljor.

Tabell 11. Minskning av pålarnas godstjocklek [mm] på grund av korrosion ovan eller under grundvattennivån

Jordförhållanden	Avsedd livslängd				
	5 år	25 år	50 år	75 år	100 år
Ostörd, naturlig jord (sand, silt, lera, skifferjord etc.)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Förorenad, naturlig jord och jord i industriområde	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressiv, naturlig jord (träskmark, myrmark, torv etc.)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Opackade och icke-aggressiva fyllningar (lera, skifferjord, sand, silt etc.)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Opackade och aggressiva fyllningar (innehåll av aska, slagg etc.)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Noter: 1) Värdena är endast angivna som vägledning. Lokala förhållanden bör beaktas.
 2) Korrosionshastigheten i kontrollerad fyllning är lägre än i okontrollerad fyllning. För kontrollerad fyllning kan tabellvärdena för okontrollerad fyllning halveras.
 3) Korrosionsvärdena för livslängderna 5 och 25 år är baserade på faktiska mätningar medan värden för andra livslängder har extrapolerats.

Källa: European Committee for Standardization EN 1993-5. Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 5: Piling. CEN 2007

Tabell 12. Dimensionerande korrosion i olika förhållanden enligt VTT

Förhållanden	Dimensionerande korrosion [mm]/100 år
Homogena naturjordsförhållanden ovan och under grundvattenytan	1,20 – 1,50
Packade mineraljordsutfyllnader ovan och under grundvattenytan	1,50 – 2,00
Opackade mineraljordsutfyllnader ovan och under grundvattenytan	2,00 – 2,50

Källa: Jouko Törnqvist "Korrosion på stålrörspålar – Dimensionering utgående från empiriskt material". VTT Bygg och Transport. Esbo, Oktober 2004. ISBN 952-5004-54-6.



Tabell 13. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 1,2mm

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet, μ=0.9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stoppsl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{ud} =3 [kPa]	c _{ud} =5 [kPa]	c _{ud} =7 [kPa]	c _{ud} =10 [kPa]	c _{ud} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	113	152	184	208	228	4)
						L _k /300	98	132	160	187	206	5)
						L _k /200	88	119	145	170	188	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	169	227	265	290	309	
						L _k /300	146	198	235	260	282	
						L _k /200	131	178	212	237	259	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	220	294	330	354	375	
						L _k /300	191	257	296	320	344	
						L _k /200	171	232	267	297	319	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	336	423	460	485	508	
						L _k /300	291	376	416	443	468	
						L _k /200	262	343	380	408	437	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	372	498	565	607	643	
						L _k /300	322	434	501	549	589	
						L _k /200	289	391	457	502	546	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	520	671	734	780	819	
						L _k /300	452	593	662	712	754	
						L _k /200	405	535	603	658	702	
RR140/10	1793	1810	538	717	896	L _k /600	570	763	874	950	1010	
						L _k /300	494	665	760	857	923	
						L _k /200	442	598	695	791	856	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	778	1027	1122	1202	1266	
						L _k /300	675	893	1015	1096	1163	
						L _k /200	604	811	920	1009	1082	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	849	1136	1332	1451	1546	
						L _k /300	735	989	1158	1311	1411	
						L _k /200	656	890	1044	1187	1304	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1202	1481	1576	1655	1725	
						L _k /300	1045	1325	1434	1518	1597	
						L _k /200	929	1191	1319	1409	1492	
RR220/12,5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1318	1730	1894	2024	2130	
						L _k /300	1144	1527	1697	1845	1958	
						L _k /200	1011	1377	1538	1695	1821	

- 1)-3) Regler enligt Pålkommissionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågmätningar.
 GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.
 GK2B = Stötvågmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.
 GK2C = Stötvågmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.
- 4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.
 5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.
 6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Tabell 14. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 1,2mm + betong C 30/37

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet; μ= 0.9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stoppsl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{ud} =3 [kPa]	c _{ud} =5 [kPa]	c _{ud} =7 [kPa]	c _{ud} =10 [kPa]	c _{ud} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	115	154	187	218	241	4)
						L _k /300	100	134	163	193	215	5)
						L _k /200	89	121	147	175	197	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	174	232	277	310	336	
						L _k /300	150	202	243	277	304	
						L _k /200	134	182	219	252	278	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	227	304	353	388	416	
						L _k /300	197	265	312	347	377	
						L _k /200	176	238	281	319	347	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	350	463	514	553	588	
						L _k /300	303	404	453	497	534	
						L _k /200	273	365	415	456	492	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	383	514	602	662	711	
						L _k /300	331	447	521	593	644	
						L _k /200	297	402	476	539	592	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	541	720	808	877	935	
						L _k /300	469	627	717	787	849	
						L _k /200	421	568	652	719	782	
RR140/10	1793	1810	538	717	896	L _k /600	586	785	931	1027	1108	
						L _k /300	507	684	811	918	1003	
						L _k /200	454	614	732	836	919	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	806	1079	1234	1337	1428	
						L _k /300	699	941	1060	1204	1296	
						L _k /200	625	847	966	1102	1194	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	870	1166	1394	1559	1683	
						L _k /300	753	1014	1214	1381	1523	
						L _k /200	671	912	1103	1269	1395	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1263	1646	1798	1926	2041	
						L _k /300	1097	1425	1597	1738	1856	
						L _k /200	972	1297	1456	1590	1712	
RR220/12,5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1366	1828	2083	2257	2409	
						L _k /300	1185	1597	1828	2026	2187	
						L _k /200	1046	1424	1644	1846	2015	

1)-3) Regler enligt Pålkommissionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågmätningar.

GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.

GK2B = Stötvågmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.

GK2C = Stötvågmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.

4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.

5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.

6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Tabell 15. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 2,0 mm

Påltyp	F _{stük} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet; μ= 0.9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stoppsl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{vd} =3 [kPa]	c _{vd} =5 [kPa]	c _{vd} =7 [kPa]	c _{vd} =10 [kPa]	c _{vd} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	103	138	163	181	194	4)
						L _k /300	89	120	144	162	177	5)
						L _k /200	80	108	129	149	162	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	155	207	231	248	263	
						L _k /300	134	178	208	225	241	
						L _k /200	121	162	189	206	224	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	202	262	285	304	319	
						L _k /300	176	231	258	277	294	
						L _k /200	157	209	235	255	273	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	309	369	395	414	432	
						L _k /300	269	335	359	380	400	
						L _k /200	242	301	332	354	374	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	349	462	506	542	571	
						L _k /300	302	403	452	494	525	
						L _k /200	272	364	414	455	488	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	489	611	660	696	728	
						L _k /300	426	539	596	637	672	
						L _k /200	382	492	549	591	627	
RR140/8,0	1793	1810	538	717	896	L _k /600	543	725	811	872	923	
						L _k /300	471	629	727	790	846	
						L _k /200	422	570	654	729	785	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	742	960	1042	1102	1157	
						L _k /300	644	834	932	1006	1065	
						L _k /200	578	752	844	926	992	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	817	1093	1250	1358	1442	
						L _k /300	708	953	1118	1226	1319	
						L _k /200	633	858	1008	1123	1223	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1148	1360	1448	1515	1576	
						L _k /300	1000	1219	1321	1393	1461	
						L _k /200	890	1105	1212	1295	1397	
RR220/12,5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1271	1639	1784	1893	1987	
						L _k /300	1104	1433	1606	1728	1830	
						L _k /200	997	1305	1464	1599	1704	

1)-3) Regler enligt Pålkommisionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågsmätningar.

GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.

GK2B = Stötvågsmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.

GK2C = Stötvågsmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.

4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.

5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.

6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Tabell 16. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 2,0 mm + betong C 30/37

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet; μ = 0,9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stoppsl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{ud} =3 [kPa]	c _{ud} =5 [kPa]	c _{ud} =7 [kPa]	c _{ud} =10 [kPa]	c _{ud} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	105	141	170	190	209	4)
						L _k /300	91	123	149	171	189	5)
						L _k /200	82	111	134	156	172	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	160	214	249	272	291	
						L _k /300	138	187	220	244	264	
						L _k /200	124	168	197	222	243	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	210	280	315	340	363	
						L _k /300	182	245	278	304	329	
						L _k /200	163	218	252	279	303	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	325	417	456	486	515	
						L _k /300	282	365	408	439	468	
						L _k /200	254	329	369	401	432	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	361	483	554	601	642	
						L _k /300	313	422	488	540	582	
						L _k /200	281	376	445	490	536	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	511	670	740	797	847	
						L _k /300	445	583	663	719	770	
						L _k /200	399	527	594	660	710	
RR140/10	1793	1810	538	717	896	L _k /600	560	749	869	956	1025	
						L _k /300	485	654	748	855	929	
						L _k /200	435	587	684	779	855	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	772	1025	1148	1243	1323	
						L _k /300	670	886	1019	1116	1202	
						L _k /200	600	805	929	1024	1108	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	840	1125	1334	1471	1584	
						L _k /300	727	980	1174	1319	1434	
						L _k /200	649	881	1034	1176	1315	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1213	1547	1685	1795	1898	
						L _k /300	1054	1335	1501	1620	1727	
						L _k /200	936	1200	1346	1486	1594	
RR220/12,5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1322	1758	1980	2133	2272	
						L _k /300	1147	1532	1701	1916	2063	
						L _k /200	1013	1380	1596	1756	1902	

1)–3) Regler enligt Pålkommisionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågsmätningar.

GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.

GK2B = Stötvågsmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.

GK2C = Stötvågsmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.

4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.

5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.

6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Tabell 17. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 2,5 mm

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet; μ= 0.9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stopppl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{ud} =3 [kPa]	c _{ud} =5 [kPa]	c _{ud} =7 [kPa]	c _{ud} =10 [kPa]	c _{ud} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	97	129	149	162	173	4)
						L _k /300	84	113	132	146	158	5)
						L _k /200	75	102	121	133	146	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	145	189	209	222	234	
						L _k /300	127	168	188	202	215	
						L _k /200	114	152	171	187	200	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	190	240	257	271	284	
						L _k /300	166	214	232	248	262	
						L _k /200	149	194	212	230	244	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	290	336	354	370	384	
						L _k /300	254	302	323	340	356	
						L _k /200	226	277	298	317	334	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	334	433	471	501	526	
						L _k /300	290	374	427	457	484	
						L _k /200	261	342	389	421	4551	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	469	573	611	642	670	
						L _k /300	408	512	556	589	620	
						L _k /200	367	466	513	547	579	
RR140/10	1793	1810	538	717	896	L _k /600	525	695	767	823	868	
						L _k /300	456	610	689	744	797	
						L _k /200	409	540	623	684	740	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	718	916	984	1039	1088	
						L _k /300	624	810	892	950	1004	
						L _k /200	561	731	809	879	936	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	797	1066	1207	1300	1378	
						L _k /300	691	930	1048	1177	1261	
						L _k /200	618	838	956	1081	1170	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1148	1360	1448	1515	1576	
						L _k /300	1000	1219	1321	1393	1461	
						L _k /200	890	1105	1212	1295	1367	
RR220/12,5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1240	1581	1714	1811	1897	
						L _k /300	1078	1402	1552	1655	1749	
						L _k /200	956	1276	1405	1528	1630	

- 1)-3) Regler enligt Pålkommisionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågsmätningar.
 GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.
 GK2B = Stötvågsmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.
 GK2C = Stötvågsmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.
- 4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.
- 5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.
- 6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Tabell 18. Max last med hänsyn till stoppslagning samt dim. lastkapacitet (SK 2). Avrostning: 2,5 mm + betong C 30/37

Påltyp	F _{stuk} [kN]	EI ₀ [kNm ²]	Max last mht stoppslagning enligt Pkr 98			Rakhet L _k /xx	Dim. Lastkapacitet; μ = 0.9; SK 2					Kom- mentar
			GK2A Stoppsl. regel ¹⁾	GK2B PDA 10 % ²⁾	GK2C PDA 25 % ³⁾		c _{ud} =3 [kPa]	c _{ud} =5 [kPa]	c _{ud} =7 [kPa]	c _{ud} =10 [kPa]	c _{ud} =15 [kPa]	
RR60	470	83	141	188	235	L _k /600	99	133	157	174	188	4)
						L _k /300	86	116	139	156	170	5)
						L _k /200	77	104	125	141	156	6)
RR75	608	178	182	243	304	L _k /600	151	201	228	247	264	
						L _k /300	131	174	203	222	239	
						L _k /200	118	158	183	201	220	
RR90	719	294	216	288	360	L _k /600	199	261	287	310	329	
						L _k /300	173	227	258	279	299	
						L _k /200	155	205	234	253	276	
RR115/6,3	941	657	282	376	470	L _k /600	309	384	417	444	469	
						L _k /300	269	340	373	401	427	
						L _k /200	242	308	341	368	394	
RR115/8,0	1176	797	353	470	588	L _k /600	347	463	519	562	599	
						L _k /300	301	401	457	504	543	
						L _k /200	271	362	412	460	501	
RR140/8,0	1456	1513	437	583	728	L _k /600	492	636	698	747	792	
						L _k /300	428	563	623	674	720	
						L _k /200	384	495	566	616	664	
RR140/10	1793	1810	538	717	896	L _k /600	543	726	835	909	972	
						L _k /300	471	630	727	816	882	
						L _k /200	422	570	665	745	812	
RR170/10	2188	3284	656	875	1094	L _k /600	750	990	1099	1183	1258	
						L _k /300	651	863	981	1065	1143	
						L _k /200	584	759	891	978	1054	
RR170/12,5	2692	3924	808	1077	1346	L _k /600	820	1098	1289	1417	1521	
						L _k /300	711	957	1122	1272	1378	
						L _k /200	635	861	1012	1152	1267	
RR220/10	2890	7557	867	1156	1445	L _k /600	1180	1484	1609	1712	1808	
						L _k /300	1027	1303	1439	1546	1646	
						L _k /200	913	1171	1316	1419	1519	
RR220/12.5	3570	9124	1071	1428	1785	L _k /600	1293	1698	1906	2055	2186	
						L _k /300	1123	1500	1668	1848	1986	
						L _k /200	993	1352	1513	1697	1831	

- 1)-3) Regler enligt Pålkommissionen rapport 98. Max övre last mht slagning och kontroll med stötvågmätningar.
 GK2A = Datorberäknad stoppslagningsregel, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 2,3$.
 GK2B = Stötvågmätning 10 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,85$.
 GK2C = Stötvågmätning 25 %, Krav på säkerhet $\gamma_{tot} > 1,70$.
- 4) Övre gränsvärde för rakhet. Kräver att rakhetskontrollen visar minst denna rakhet, se Pkr 98 samt Pkr 96:1.
 5) Oskarvad påle rakhetskontroll krävs ej. I lös lera rekommenderas detta värde för böjstyva skarvar typ RR.
 6) Skarvad påle rakhetskontroll krävs ej.

Ruukki är en metallexpert som sköter hela processen från början till slut när du behöver metallbaserade material, komponenter, system och totalkoncept. Vi vidareutvecklar ständigt vår verksamhet och vårt produktsortiment för att tillgodose dina behov.



Ruukki Sverige AB ✉ Forskaregatan 3, SE-781 70 Borlänge ☎ +46 243 887 44 📠 +46 243 842 10
🌐 www.ruukki.com

Copyright © 2007 Rautaruukki Oyj. All rights reserved. Ruukki, More With Metals and Rautaruukki are trademarks of Rautaruukki Corporation.

Riktigheten i broschyren har kontrollerats med största möjliga noggrannhet. Vi svarar dock inte för eventuella felaktigheten eller sådan direkta eller indirekta skador som en felaktig tillämpning av uppgifterna förorsakar. Vi förbehåller oss rätten till ändringar.