

## 3 PÅLTYPEN

### 3.1 Klassificering av pålar och pålsystem

Olika indelningsgrunder kan användas för klassificering av pålar och pålsystem. Några alternativa indelningsgrunder är följande:

- efter material (betong, stål, trä, etc.)
- efter funktionssätt (spetsburna, mantelburna, etc.)
- efter utförandesätt (slagna, borrade, vibrerade, schaktade, etc.)
- efter omgivningspåverkan (massförträngande, icke massförträngande).

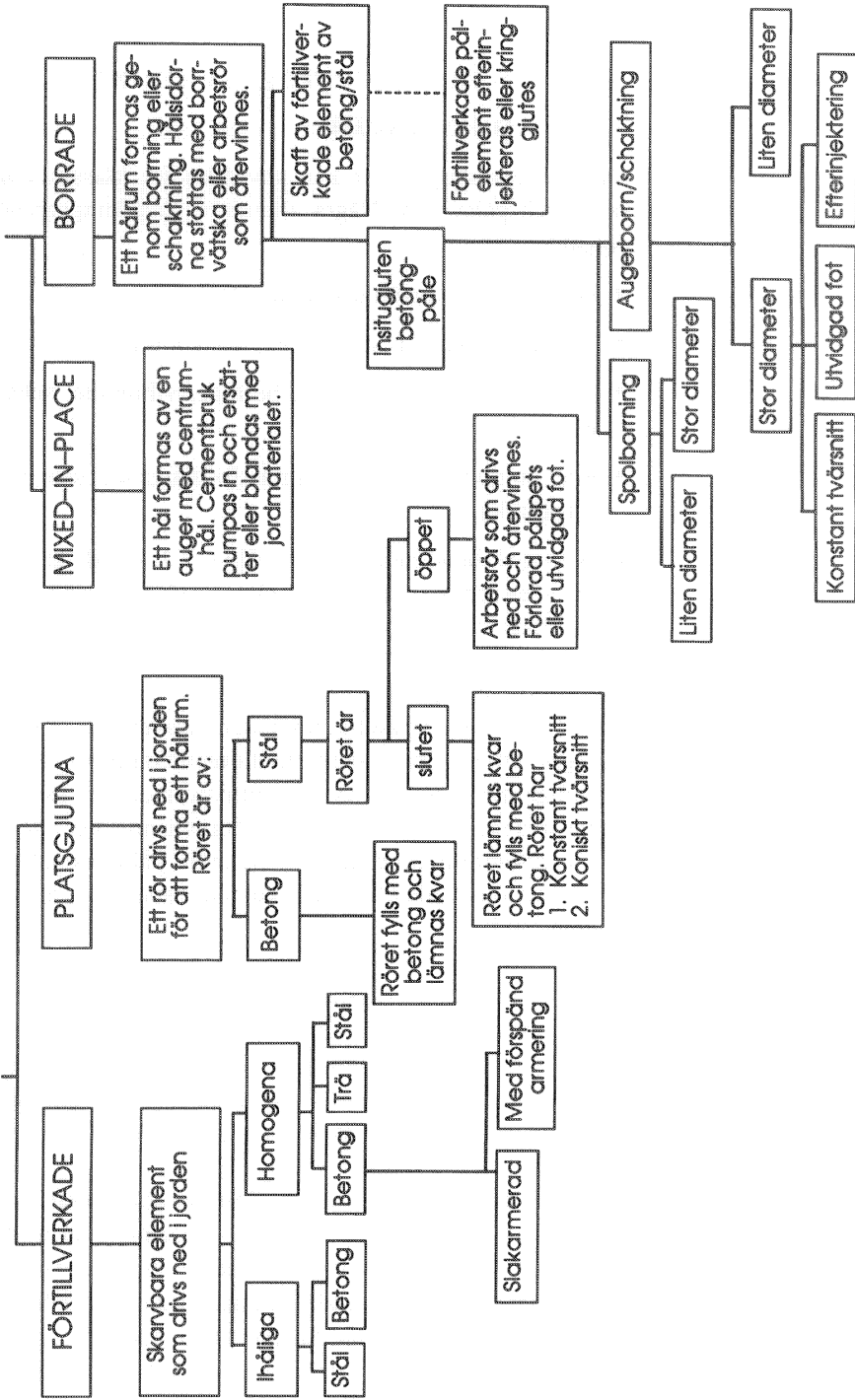
En viktig skillnad mellan olika påltypen är om de är massförträngande (deplacerande) eller icke massförträngande. I Sverige används framförallt olika typer av massförträngande pålar.

Geologiska och geotekniska förhållanden, typ av byggnader, klimat, tradition och kultur, normer, men även synen på normer har gjort att olika pålsystem blivit dominerande i olika länder. Ovanliga metoder och system betraktas med stor skepsis och kringvävs med restriktioner. Detta förhållande mer eller mindre omöjliggör införande av "främmande" pålningsmetoder hur tekniskt motiverade eller väldokumenterade de än är i sitt ursprungsland.

Det "skandinaviska" systemet med slagna förtillverkade betongpålar har motståndare i många länder. I Sverige används sällan grävpålar, slitsmurar och grova stålrörspålar. De kommande europainormerna kan emellertid förväntas stimulera till att olika pålmetoder sprids över nationsgränserna.

Bristande kunskaper om andra pålningsmetoder och deras för- och nackdelar gör att vi i Sverige fortfarande av tradition i allmänhet väljer slagna förtillverkade betongpålar. Dessa pålar har tidigare varit insorterade i enkla "lastkapacitetsfack" som 30-, 45- och 60- tonspålar. Senare uppdelades betongpålarna i tre klasser A, B och C beroende på förutsättningar och användningsområden. Genom Pålkommisionens rapport 75 (1984)

# Massförträngande



Figur 3.1:1 Klassificeringsschema för olika typer av pålar.

och därpå baserad svensk standard (SS 81 11 03) standardiserades fabriktillverkade betongpålar till typerna SP 1, SP 2 och SP 3 beträffande dimensioner och materialkvaliteter. De senaste steget i utvecklingskedjan är nya typgodkända pål-system, som växer fram under inflytande av Boverkets Nybyggnadsregler.

## 3.2 De vanligaste påltyperna

De påltyper vi vanligtvis använder i Sverige är följande:

- Förtillverkade slagna betongpålar (avsnitt 3.21)
- Slagna träpålar och kombinationspålar (avsnitt 3.22)
- Slagna pålar av stål och järn såsom G-pålen, H-balkar, X-pålen, rälpålar m fl (avsnitt 3.23)
- Grävda eller borrarade platsgjutna pålar av betong (avsnitt 3.24)
- Stålkärnepålar (avsnitt 3.25)
- Grova stålrörspålar (avsnitt 3.26)
- Slanka stålrörspålar (avsnitt 3.27)
- Slanka stålrörspålar med utvidgad spets (avsnitt 3.28)
- Profilpålar såsom vingpålen m fl (avsnitt 3.29)

Mindre vanliga påltyper i Sverige är:

- Jetpålar
- Injekterade pålar
- Slagna eller vibrerade platsgjutna betongpålar
- Tryckta delpålar av betong.

Följande text innehåller en översiktlig beskrivning av de vanligaste påltyperna i Sverige med angivande av deras användningsområden. Därefter följer i Tabell 3.3:1 en uppställning av några av dessa påltyper med angivande av vanliga bärförmågeintervall och ungefärlig begränsning i längd samt för- och nackdelar. En mer detaljerad beskrivning av slagna betongpålar finns i avsnitt 4.

### 3.21 Förtillverkade slagna betongpålar

I dagligt tal inom svensk byggnadsindustri är förtillverkade slagna betongpålar kort och gott "betongpålar". Dessa representerar 75 à 80 % av antalet pålmetrar som installeras i landet. En stor del av svensk forskning, utveckling och normskrivning inom pålområdet har skett och sker kring "våra" betongpålar.

I Sverige tillverkas numera betongpålar enbart i fasta fabriksanläggningar inomhus. Längderna varierar i enmetersintervall mellan 3 och 13 meter. Pålarna är skarvbara med skarvar som i standarddimensionerna ger minst samma styvhet som betongtvärsnittet. Pålarna är slakarmerade i Sverige medan de t ex i Holland och USA enbart utförs med förspänd armering. De gjuts i högvärdig betong i kvalitet K50 och uppåt. Tvärsnittet är vanligen kvadratisk, men kan även vara runt, trekantigt eller åttakantigt. Standarddimensioner är kvadratiske tvärsnitt med 235 och 270 (275) mm kantmått. Därutöver specialtillverkas pålar med upp till 500 mm kantmått. Pålar som stoppslås i fasta jordlager eller mot berg har en fast monterad bergsko.

För att snabbt kunna bryta pålarna ur gjutformarna och sedan snabbt även uppnå erforderlig hållfasthet för slagningen används olika system för härdning med ånga eller varmvatten. Tillverkningen av fabriksstillverkade betongpålar övervakas av "Kontrollrådet för Betongvaruprodukter" (KRB).

Speciell teknik har utvecklats för att undanröja några av nackdelarna hos slagna betongpålar. I lös lera kan man undvika eller åtminstone minska massförträngningen genom att dra lerprop-par – i regel till högst cirka 8 meters djup. Detta är speciellt viktigt då pålar slås i eller intill en slänt eller exempelvis nära intill en kajkonstruktion. Genom grov fyllning eller blockiga jordlager kan man minska bortslagningen av betongpålar genom att först driva ned kraftiga förkörer av stål (prylar).

### 3.22 Slagna träpålar och kombinationspålar

Trä har historiskt en lång tradition som pålmaterial för grundläggning av olika typer av byggnader. Idag används dock träpålar huvudsakligen för ställningspållning, som kohesionspållar och ibland också för pliggpållning (packning av friktionsjord)

och bankpålning. Anvisningar för användning av träpålar finns i Bronorm 88 och i Vägverkets regler för bankpålning.

Pliggpålning är egentligen en jordförstärkningsmetod. Korta pålar slås tätt för att packa friktionsjord. Efter packning grundläggs konstruktioner ytligt med plattor. Metoden har gamla traditioner.

Bankpålning utförs huvudsakligen vid väg- och järnvägsbyggnad för att förhindra uppkomst av glidytor samt för att minska eller eliminera rörelser under bankuppfyllningar. Varje påle är försedd med en egen pålplatta som en hatt. Över pålarna läggs numera ofta en geotextil för lastfördelning och för att hindra bankfyllningen att tränga ned mellan plattorna. Förr användes sk rustbäddar av virke eller ris för detta ändamål.

### **Träpålar**

Träpålar skall vara av friskt virke, barkade och utan djupare gående blåträ eller insektsangrepp. Toppdiametern skall vara minst 150 mm vid längder upp till 14 m. Vid större längd än 18 meter accepteras 125 mm toppdiameter. Avvikelsen från en rät linje får vara högst 1:100 mätt på en godtycklig sträcka av 3 meter. Skarvning sker med en rund hylsskarv. Lutningsändringen i skarven får inte vara större än 1:75. Pålspetsen kan vara försedd med en pålsko av plåt. Träpålar slås inte mot berg.

### **Kombinationspålar**

Kombinationspålar kallas pålar med en överpåle av betong och en underpåle av trä. Skarvning sker genom en speciellt utformad hylsskarv. Betongpålen används genom fyllning och andra jordlager ned till från rötsynpunkt betryggande djup under grundvattenytan. Kombinationspålar används huvudsakligen som kohesionspålar.

## **3.23 Slagna pålar av stål och järn**

Gemensamt för dessa påltyper är att de i allmänhet åstadkommer mindre massförträngning vid slagningen och att de har större nedträngningsförmåga i hårda jordlager än betongpålar. De blir därför ofta ett komplement till betongpålar vid stor bortslagning och där oacceptabla vibrationer/massförträngningar uppkommer eller kan förväntas.

### G-pålen

G-pålen är en av Boverket typgodkänd påle med tillhörande projekterings- och utförandeansvisningar. Pålelementet består av centrifugaljutna rör av segjärn med konisk muff och statiskt gjutna beslag. Till pålen hör separat pålsko (bergsko) och tryckfördelande platta för god lastöverföring vid pålhuvudet. Pålelement finns i dimensionerna 118×10, 170×11 samt 170×13 mm. De levereras normalt i längder upp till 6 meter. Även kortare längder ingår i systemet. Pålelementen kan lätt skarvas till en sammanhängande jämnstark påle utan extra skarvelement.

Även om segjärnet är rosttrögt räknar man normalt med 1 mm avrostning. Dessutom är pålarna försedda med en in- och utvändig asfaltisolering (50 µm). Korrosionsskyddet kan förstärkas genom kringgjutning med betong genom starkt korrosiva jordlager. G-pålen är avsedd att användas som spetsburen påle. En fördel är att den är inspekterbar. Pålarna drivs och stoppslås med fallhejare, tryckluft- eller hydraulhejare.

Pålarna kan användas för varierande lasteffekter. Vid högt materialutnyttjande krävs enligt typgodkännandet noggrann verifiering av bärförmåga och funktion i övrigt genom stötvågsmätning och analys av resultaten. Särskilda krav ställs då även på entreprenörens kvalitetssäkringssystem, egenkontroll och dokumentation vid utförandet.

### H-balkar

Stålprofiler som slås antingen direkt eller i förborrade hål är en vanlig påltyp utomlands. Den används relativt sällan i Sverige. Ökat inflytande från Europa kan på sikt förändra denna situation.

### X-pålen

X-pålen är en kryssprofil av stål (SIS 1412), som är särskilt framtagen för pålning. Pålsystemet är typgodkänt av Boverket med tillhörande projekterings- och utförandeansvisningar på samma sätt som G-pålen.

Genom pålens kompakta utformning erhålls liten massförträngning men god styvhet. Pålen lagerhålls i fyra olika dimensioner och i valfria längder på upp till 14 m. X-pålen är avsedd att användas som spetsburen påle. Spetsen kan förses med en vid leveransen påsvetsad bergsko. Det normala är annars en

vinkelrätt avskuren spets. Skarvning kan ske med en lös hylskarv av specialstål.

Pålen har normalt inget korrosionsskydd utan man räknar med en viss avrostning beroende på korrosionsrisken i aktuella jordlager. Extra korrosionsskydd kan åstadkommas genom varmförzinkning eller katodiskt skydd. Normalt är det ekonomiskt fördelaktigare att räkna med viss avrostning. Neddrivning av pålen sker normalt med trycklufts-, hydraul- eller fallhejare.

### **Rälspålar**

Rälspålar är oftast begagnade järnvägsräler som slås med fallhejare, trycklufts- eller hydraulhejare. Skarvning sker med plåtar, som dras ihop med bultar. Råler har olika böjstyvhet i x- och y-led vilket måste beaktas vid dimensioneringen. På grund av tidigare avrostning är "livet" hos profilen ofta klenare än de tabellvärden, som anges för nya räler.

Slagning av rälspålar sker vanligen med i kranen fritt hängande maskinhejare. Flera olyckor har inträffat vid slagning av räler, där materialet har gått tvärt av (sprött brott).

Begagnade räler består av ett material som tidigare utsatts för långvarig dynamisk belastning och korrosion. Man kan därför starkt ifrågasätta användning av räler som pålar för annat ändamål än enklare konstruktioner. Traditionella användningsområden är lätta byggnader såsom villor och mindre lagerhus. Räler används också för grundläggning av rörledningar och som komponenter i spontkonstruktioner.

## **3.24 Grävpålar**

Grävda eller borrhade pålar med relativt stor diameter är den vanligaste påltypen i många länder. Det är en icke massförträngande påle av betong som gjuts direkt i mark. Pålen kan antingen vara armerad eller oarmerad. Vanliga påldiametrar är mellan 0,8 och 2,0 m, men exempel finns på både större och mindre diametrar. I Sverige har speciella anvisningar för dimensionering och utförande av grävpålar framtagits och publicerats av Pålkommisionen i rapport nr 58 (1979).

Pålarna tillverkas genom att ett hål grävs eller borrar i jorden ned till bärkraftiga jordlager eller berg (om pålen skall vara spetsburen) eller till erforderligt djup för att erhålla tillräcklig

mantelbärförmåga. För schaktningen används antingen en frihängande eller gejderstyrd hydraulgripskopa eller någon typ av jordskruv (auger). I fasta och blockiga jordar kan man behöva använda tunga fallmejslar eller t o m behöva spränga för att kunna schakta sig ned. Det är ofta nödvändigt att stabilisera schaktväggarna i hålet. Detta sker enklast med vatten eller med en borrhväska bestående av bentonitlera och vatten.

I Sverige är det dock vanligast att stabilisera schaktväggarna med skarvbara, tjockväggiga borrhör, som trycks, slås eller vrids ned i jorden. Då avsett djup har uppnåtts rensas botten från kvarliggande lösa massor. Vid behov sänks en armeringskorg ned varefter pålen gjuts i torrhet eller under vatten/borrhväska. I samband med gjutningen återvinns borrhöret genom succesiv uppdragning. Pålen kan avslutas på en lägre avskärningsnivå än den nivå man arbetar ifrån, vilket är en fördel.

Grävda och borrhörade pålar kan överföra stora laster. De kan dessutom utföras med låg buller- och vibrationsnivå. Viktiga användningsområden är därför i tätbebyggda områden och för höga byggnader med stora koncentrerade laster. Genom sin böjstyvhet och förmåga att ta upp stora sidolaster passar pålen också bra vid anläggningsarbeten såsom broar och kajer.

Att grävpålar sällan används i Sverige beror delvis på att de kan vara svårbedömda ur kostnads- och kapacitetssynpunkt. Speciellt gäller detta under grundvattenytan i blockiga eller hårda moränjordarter samt vid arbeten i flytbenägna siltjordarter och mot släntberg.

För att undvika det kostsamma arbetet att föra ned pålspetsen till berg genom lager av morän och blockig friktionsjord har en metod med dynamisk förbelastning av pålens botten framtagits. På så sätt erhålles både en packning och en dynamisk provbelastning. Anvisningar för dynamisk förbelastning har publicerats i Pålkommisionens rapport nr 77 (1985).

### **Injekterade grävpålar**

Mantel- och spetsinjekterade gräv- och borrhörade pålar är pålssystem som utvecklats bl a i Tyskland för användning i friktionsjord. I pålens armeringskorg monteras dels en typ av domkraft sk "flatjack" längst ned vid pålspetsen dels vertikala injekteringsrör med manschetter för injektering på olika nivåer längs pålens mantelyta. Sedan pålen gjutits och betongen härdad en dag



utförs injektering längs pålens mantelyta. Någon dag senare utförs injektering vid spetsen under domkraften, som täcker pålens spetsyta. Denna injektering blir också en form av provbelastning.

Injekterade grävpålar har troligen en framtida marknad även i Sverige.

### **CFA-pålen**

CFA står för "continuous flight auger". CFA-pålen är en speciell typ av borrar påle som används frekvent i Europa. Utrustningen består av en kontinuerlig, lång, ihålig jordskrub med 50 à 80 cm diameter. Efter borrarning utförs betonggjutning genom själva borrarstången.

Metoden passar bra för mantelburna pålar framförallt i homogena friktionsjordar.

Övervakning av tillverkningsprocessen är datoriserad vad gäller mätning av lutning, bormotstånd, mängd uppborrat material liksom gjuten betongvolym per meter. Data erhålles för varje påle i protokoll, som skrivs ut automatiskt. Pålarna utförs både armerade och oarmerade. Varianter finns med s k "förlorad" borrarspets.

## **3.25 Stålkärnepålar**

Stålkärnepålen är en förborrad och således icke massförträngande påle där lasten nedförs via en stålkärna i berg. Stålkärnan korrosionsskyddas av kvarlämnade borrar samt det cementbruk som injekteras i utrymmet mellan stålkärnan och borrarret. Diametern för stålkärnan varierar mellan 50 och 150 mm, men i vissa fall har ända upptill 250 mm använts.

Pålarna tillverkas genom att ett borrar med 100 à 300 mm diameter borrar ned i berg antingen med en topphammare eller med en sänkborrhammare. Hålet avslutas först när borrarning utförts minst 0,3 m ned i friskt berg. Efter renspolning av hålet sänks stålkärnan ned. Pålelementen skarvas genom svetsning eller någon form av gängad skarv. Centrerung av stålkärnan sker medelst styrningar. Om pålen skall överföra stora laster provbelastas berget t ex med dynamisk provning genom stöt-vågsmätning. Vid högbelastade pålar kan det även vara aktuellt

att nedföra stålkärnan till större djup i berg så att pålen står i en "bergholk".

Stålkärnepålar används framförallt när pålning skall utföras genom blockig jord utan att man orsakar vibrationer eller massförträngningar. Pålmetoden är skonsam mot omgivningen även om relativt hög ljudnivå alstras i samband med utförandet. Eftersom pålarna nedförs i berg blir rörelserna i de pålgrundlagda konstruktionerna små. Stålkärnepålar används för grundläggning av bl a maskiner, där endast mycket små rörelser accepteras i grundkonstruktionerna.

### 3.26 Grova stålrörspålar

Slagna stålrörspålar med stor diameter är en vanlig pålningsmetod utomlands, framförallt i anläggningssammanhang. Pål-diametern varierar från 0,3 och upp till 1,5 meter eller mer. Stålrören fylls oftast med betong och är armerade. I Sverige har, när metoden tillämpats, själva stålröret ej medräknats för lastupptagning. En förändring på denna punkt förväntas i de anvisningar för dimensionering och utförande av grova stålrörspålar som för närvarande (1992) är under utarbetande av IVA Pålkommission. Framtagning av anvisningarna kan förväntas öka användningen av grova stålrörspålar i Sverige.

Pålrören är spiralsvetsade eller valsade med en godstjocklek som väljs beroende på den belastning de skall utsättas för i samband med hantering och slagning. Vanliga godstjocklekar är mellan 10 och 16 mm. Pålarna kan vara cylindriska, konformade eller ha stegvis varierande tvärsnitt. I botten finns en påsvetsad plansko eller bergsko.

Efter slagning och kontroll av stålrören sänks en armeringskorg ned och röret fylls med högvärdig betong.

Det vanligaste användningsområdet för grova stålrörspålar i de skandinaviska länderna är för grundläggning av broar och kajer. Man kan då utnyttja dessa pålars böjstyvhet och förmåga att överföra sidolaster, men även stålrörens motståndskraft mot nötning från is.

### 3.27 Slanka stålrörspålar

Slanka stålrörspålar är spetsburna pålar (kallas utomlands ofta mikropålar), som i Sverige utvecklats för att användas speciellt för grundförstärkning av befintliga byggnader och nygrundläggning av lätta byggnader. Exempel på sådana konstruktioner är småhus, garage, terasser, rörledningar och olika slags fundament.

Pålarna består av lätt skarvbara, korrosionsskyddade stålrör, som drivs ned i jorden med sk höghastighetshejare. Pålarnas diameter varierar mellan 60 och 100 mm (rörens ytterdiameter). Pålarna ingår i kvalitetssäkrade och typgodkända pålsystem, som omfattar teknik, material, utrustning och produktion. Systemen övervakas av ett särskilt kontrollråd. Anvisningar för utformning av dessa pålsystem har publicerats i Pålkommisionens rapport 81 (1989).

Pålelementen består av 1 till 4 meter långa höghållfasta stålrör med 5 à 6 mm godstjocklek. I änden av varje pålelement finns en 300 mm lång fastsvetsad skarvhylsa. Toleranserna i skarvarna är mycket små för att ge pålen så liten initiell krökning som möjligt. Skarvning sker genom att ett nytt pålrör pressas ned i skarvhylsan på ett tidigare slaget rör.

Två system för korrosionsskydd finns på marknaden dels påextruderad etenplast dels varmförzinkning. I starkt korrosiva jordar måste korrosionsskyddet förstärkas. Pålarna är normalt försedda med bergsko.

Lastöverföring från överbyggnad till pålarna sker genom speciellt anpassade topplattor. Vid behov kan en engångskraft monterats vid påltopp så att pålen kan förspännas innan den permanent ansluts till byggnaden. Detta är en vanlig lösning i samband med grundförstärkning.

### 3.28 Slanka stålrörspålar med utvidgad spets

Slanka stålrörspålar är normalt avsedda att fungera som spetsburna pålar. Om bärkraftiga jordlager ej kan nås inom rimligt djup (i regel mindre än 30 meter) kan pålarna förses med en utvidgad spets.

Svällkroppar kan användas som pålspets i sand och mellanjordarter, men även i fast lera. Efter det att pålen har installerats till avsett djup expanderas svällkroppen med injekteringsbruk till en "ballong". Svällkroppen kan även fungera som dragförankring i jord, då man vill överföra draglaster.

En typ av svällkropp (expanderkropp) består av tunn veckad plåt. Den finns i tre standarddimensioner med 300, 500 och 800 mm "slutdiameter". Den största svällkroppen har 1,8 meters längd. Fördelen med denna typ av svällkropp är att den kan monteras i hopveckat skick längst ned på en stålrörspåle och installeras tillsammans med pålen. Injektering av svällkroppen sker på ett sätt så att utvidgningen kan kontrolleras. Anvisningar för dimensionering, utförande och kontroll av svällkroppar av veckad plåt (expanderpålar) har publicerats i Pålkommisionens rapport 79 (1988).

Svällkroppar kan också tillverkas av syntetisk fiberduk. Längd och diameter anpassas efter behov och aktuella jordlagerförhållanden. Av den syntetiska duken sys en "säck", som monteras kring pålens nedre del. I säcken mynnar en eller flera injekteringsslangar. I samband med injektering och expansion av säcken tränger vatten och cementpasta delvis ut genom fiberduken. Detta ger ett lägre vattencementtal i injekteringsbruket inne i säcken och hög sluthållfasthet i svällkroppen. Dessutom erhålls en "limningseffekt" mot omgivande jord speciellt om denna består av friktionsjord. Tvärsnittet för säcken kan varieras stegvis från 20 till 80 cm beroende på omgivande jord och hur säcken har tillverkats. Längden för svällkroppen kan varieras inom vida gränser.

En fördel med pålspetsar i form av svällkroppar är att pålarna inte behöver föras ned så djupt i jorden. Därmed begränsas omgivningspåverkan. Ett viktigt användningsområde för pålar med utvidgad spets är därför vid grundförstärkning.

### 3.29 Profilpålar

Mantelytan hos slanka stålrörspålar kan ökas med olika typer av profiler (vingar eller balkar), som svetsas på pålelementen. Hos "vingpålen" är vingarna 3 mm tjocka och 150 mm breda. Vingarna varmförzinkas tillsammans med pålen. Varje pålelement får på det sättet ca 1,0 m<sup>2</sup> mantelyta per längdmeter.

Pålelementen trycks ned till önskat djup under successiv påskarvning av nya pålelement.

### **3.3 Teknisk jämförelse mellan några vanliga pålningsmetoder**

En jämförelse av egenskaperna hos våra vanligaste påltyper finns sammanställd i Tabell 3.3:1. Tabellen är inte komplett men ger ändå viss vägledning vid val mellan olika påltyper. Jämförelsen avser svenska förhållanden.

Tabell 3.3:1. Teknisk jämförelse mellan några vanliga påltyper.

Påltyp	Dimensio- nerande bär- förmåga (MN)	Längd (meter)	Fördelar	Nackdelar
Förtillverkade, slagna betongpålar	0,3–1,5	3–100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normer finns</li> <li>• Fabrikstillverkade</li> <li>• Lagervara</li> <li>• Standardiserade dimensioner</li> <li>• Skarvbara</li> <li>• Lång erfarenhet i landet</li> <li>• Ekonomiska</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massundanträngande</li> <li>• Hög ljudnivå</li> <li>• Vibrationer</li> <li>• Tunga maskiner</li> </ul>
Slagna pålar av stål och järn	0,1–1,5	< 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olika påldimension för olika bärförmåga</li> <li>• Liten massförträngning</li> <li>• Skarvbara</li> <li>• Typgodkända (X-G-pålar)</li> <li>• Lagervara</li> <li>• Inspekterbara (G-pålen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionskänsliga</li> <li>• Relativt hög kostnad</li> <li>• För rälér gäller risk för sprödbrott</li> </ul>
Grävpålar	3–20	< 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stora laster</li> <li>• Ej massförträngande</li> <li>• Låg ljudnivå</li> <li>• Små vibrationer</li> <li>• Knäckstyva</li> <li>• Små deformationer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativt höga kostnader i hårda jordlager, block och vid släntberg under vatten</li> <li>• Känslig för flytjord</li> </ul>
Stålkärnepålar	0,5–3,5	< 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Icke massförträngande</li> <li>• Spetsburna</li> <li>• Små rörelser</li> <li>• Borrade</li> <li>• Klarar hårda jordlager</li> <li>• Korrosionsskyddade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ej normerade</li> <li>• Hög kostnad</li> <li>• Hög ljudnivå</li> </ul>
Grova, slagna stålrörspålar	1,0–4,0	< 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stora laster</li> <li>• Svetsad skarv</li> <li>• Knäckstyva</li> <li>• Klarar hård slagning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konservativt materialutnyttjande</li> <li>• Massförträngande</li> <li>• Hög ljudnivå</li> <li>• Vibrationer</li> <li>• Korrosionsrisk</li> <li>• Tunga maskiner</li> </ul>
Slanka stålrörspålar	0,14–0,35	< 35	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lätta pålelement</li> <li>• Lätt skarvbara</li> <li>• Liten massförträngning</li> <li>• Typgodkända</li> <li>• Lätta maskiner</li> <li>• Lagervara</li> <li>• Kontrollerbara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slanka</li> <li>• Korrosionskänsliga</li> <li>• Små laster</li> </ul>