

10 KONTROLL

Inledningsvis beskrivs i detta avsnitt krav på arbetsledning och kontrollplaner vid pålningsarbeten. Därefter redovisas åtgärder för utförandekontroll. Redovisningen omfattar slagningsutrustning, pålelement, själva slagningen, men också de kontrollmätningar som kan behövas i samband med utförandet av pålningsarbetena.

Texten redovisar först väsentliga punkter och åtgärder som skall kontrolleras. Därefter kommenteras och exemplifieras vissa av åtgärderna. Avsnitt 10.5 innehåller en sammanfattning av de uppgifter som bör dokumenteras i samband med utförande av pålningsarbeten (pålprotokoll). I avsnitt 10.9 exemplifieras vilka uppgifter som kan ingå i arbets- och kontrollplaner för pålningsarbeten.

10.1 Allmänna krav

10.11 Arbetets ledning

KONTROLLERA ATT:

- Ansvarig arbetsledare finns och är behörig.

Boverket meddelar behörighetskrav för ansvarig arbetsledare. Kraven för ansvarig arbetsledare för pålnings- och spontningsarbeten, AA-PÅL, finns angivna i "Boverkets Allmänna Råd 1990:1" Byggnadsnämnden prövar i samband med ansökan om bygglov att föreslagen ansvarig arbetsledare kan godkännas med hänsyn till omfattning och svårighetsgrad för det aktuella pålningsarbetet.

10.12 Kontrollplan

KONTROLLERA ATT:

- Verkliga jord- och grundvattenförhållanden överensstämmer med de förutsättningar på vilka projekteringen baserats
- Arbetsplan finns och följs (om så erfordras)
- Kontrollplaner finns och följs (om så erfordras)
- Oberoende sakkunnig finns (om så erfordras)

För pålningsarbeten i geoteknisk klass 2 och 3 skall en arbetsplan upprättas i samråd med geoprojektören. Arbetsplanen bör innehålla krav på viss arbetsgång, restriktioner för belastningar på schaktkanter, slagningsföljd för pålar samt uppgifter om omfattning av eventuella åtgärder för förhindrande av massförskjutningar, jfr avsnitt 7.2.

Kontroll av utförandet av geokonstruktioner omfattar generellt dels s k grundkontroll, dvs sådan kontroll som alltid skall genomföras och dels s k tilläggskontroll. Med tilläggskontroll avses de objektsanpassade kontrollåtgärder som kan erfordras i det aktuella objektet. Om tilläggskontroll erfordras skall en särskild kontrollplan upprättas härför. Denna kan omfatta vibrations- och rörelsemätningar som erfordras vid genomförandet av pålningsarbetet samt acceptabla gränsvärden, jfr avsnitt 10.9.

Erforderliga åtgärder vid konstaterade avvikelser från angivna förutsättningar skall också anges i kontrollplanen.

Vid utförande i geoteknisk klass 3 skall entreprenörens egenkontroll kompletteras med kontroll utförd av "oberoende" sakkunnig, (jfr NR 1 6:365) Kvalifikationskraven för oberoende sakkunnig anges ej i NR. Rimligt är att här välja en sakkunnig person, som är tekniskt och ekonomiskt oberoende av kontrollens resultat.

10.2 Slagningsutrustning

10.21 Pålmaskin

KONTROLLERA ATT:

- Giltig besiktningshandling finns
- Föraren har kompetensbevis
- Maskinen kan positionera pålar i avsedda lägen och lutningar

Pålningsmaskinen skall ha giltig besiktningshandling och vara utrustad enligt kraven i "Arbets- och skyddsstyrelsens anvisningar 90". Maskinföraren skall inneha giltigt förarbevis.

Innan pålslagning påbörjas skall maskinen placeras så att den utan att flyttas kan fullfölja slagningen av pålen. För detta

måste finnas en lämplig arbetsyta. Mark med dålig bärighet (exv en avschaktad yta i lös lera) kan behöva förstärkas med stockmattor för pålkranen och grusavjämning för personalen.

Maskinen skall vara utrustad så att den kan positionera pålar i avsedda lägen. Den skall kunna orientera pålar vertikalt eller i avsedda lutningar.

10.22 Fallhejare

KONTROLLERA ATT:

- Hejarvikten är den avsedda
- Anslagshastigheten är den avsedda

Hejarens vikt kontrolleras så att den överensstämmer med den angivna.

Särskild utrustning finns för direkt uppmätning av hejarens anslagshastighet. Anslagshastigheten kan också beräknas med utgångspunkt från fallhöjden. Vid beräkningen måste hänsyn tas till den bromsande effekt upplyftningsanordningen har på hejarens fria fall. För en hejare som lyfts med lina blir anslagshastigheten vid fallhöjder på ca 0,5 m omkring 60 % av anslagshastigheten vid fritt fall. För hejare utan bromsande linor eller kolvar blir anslagshastigheten ca 90 % av den vid fritt fall. Vid slagning av lutande pålar skall fallhöjden mätas vertikalt och compensation bör göras för den ökade friktionen mellan hejare och dess styrning.

Det finns hejare som på olika sätt accelererar fallet. Vid användning av sådan hejare bör anslagshastigheten kontrolleras genom mätning.

Hejarens effektivitet och dynans dämpning kan direkt avläsas ur resultat från stötvågsmätning på pålarna, jfr avsnitt 9.3.

10.23 Dieselhejare

KONTROLLERA ATT:

- Fallhöjden är den avsedda
- Tillverkarens specifikation följs och gör om möjligt effektivitetskontroll direkt på det aktuella pålmaterialet med hjälp av stötvågsmätning.

Dieselhejare skall kontrolleras med avseende på fallhöjd. Fallhöjden kan bestämmas som funktion av tiden.

10.24 Vibrationshejare

KONTROLLERA ATT:

- Hejaren ger tillräcklig effekt

Kontroll kan utföras genom jämförande slagning med annan hejartyp.

10.25 Lufthejare

KONTROLLERA ATT:

- Hejaren har tillräcklig lufttillförsel
- Hejarvikt och slaghastighet är de avsedda

Lufthejare kan bestå av enkelverkande fallhejare (jfr fallhejare) eller vara försedd med en relativt lätt kolv, som har en slaghastighet av 300–600 slag i minuten.

10.26 Dynor, knektar

KONTROLLERA ATT:

- Slaget överföres centriskt till pålen
- Slagkubb och inlägg har rätt hårdhet
- Knekten är avsedd för aktuellt påltvärsnitt

För samtliga hejare skall dynorna vara utformade så att de medverkar till att centrera slaget från hejaren. Dynan skall fungera som en dämpning för skadliga krafter från hejaren. Slagkubb och dyninlägg måste ha rätt hårdhet. Ett dyninlägg anses ha rätt hårdhet om det utföres av 50 mm tjock plywood och utsättes för 300 slag med aktuell hejare. Dynan skall vara utformad så att den ligger stilla på pålen och inte rör sig när hejaren lyfts.

10.3 Pålelement

10.31 Betongpålar

KONTROLLERA ATT:

- Påltillverkaren är ansluten till föreskriven tillverkningskontroll
- Avsett pålelement användes
- Pålelement lagrats och hanterats så att skador ej uppkommit
- Pålarna har typgodkända beslag (skarvar och skor) eller beslag med likvärdiga egenskaper
- Pålarna har bergsko i föreskriven omfattning
- Restriktioner beträffande hantering och slagning uppfylls

Beräkning av pålelementets lastkapacitet och de restriktioner beträffande slagning och hantering som förutsatts vid denna beräkning bör finnas tillgänglig på arbetsplatsen. Restriktionerna syftar bl.a till att undvika utmattning av betongen.

Restriktioner i pålelementens hantering och slagning behandlas i Pålkommisionens Rapport 75 (1984). Om inget annat anges på tillverkningsritningen förutsättes att hantering och slagning av standardiserade pålar utförs enligt förutsättningarna i denna rapport.

Pålelementen av betong skall vara märkta så att de kan identifieras med avseende på:

- Tillverkare
- Tillverkningsdag
- Betongkvalitet
- Armeringsmängd
- Kontrollerande myndighet

Märkningen skall vara i klartext eller kod. Kodförklaring skall finnas tillgänglig på arbetsplatsen.

Till pålelementen skall finnas en tillverkningsritning som anger:

- Betongkvalitet
- Miljöklass

- Armeringens dimensioner, lägen och täckande betongskikt
- Speciella cementsorter och ballastmaterial
- Uppgifter om vilka krav i övrigt som ställs skall anges på tillverkningsritningen

Pålskarvar skall vara märkta i enlighet med typgodkännandehandlingen, vilket innebär att de skall vara identifierbara till tillverkare, tillverkningsperiod och ansvarig svetsare samt ingående material.

Pålskor skall normalt vara utformade som bergskor och vara typgodkända. Bergsko utformad enligt SIS 81 11 96 med bergdubb utformad enl SIS 81 11 92 betraktas som typgodkänd. Om annan typ av sko skall användas skall detta särskilt anges i arbetshandlingarna.

10.32 Träpålar

KONTROLLERA ATT:

- Längd, toppdiameter och diametertillväxt är enligt gällande ritningar
- Skarvning utföres med noggrant vinkelkapade ändar
- Beslag (skarv, spets och slagskydd) tillverkas och monteras enligt gällande ritningar
- Träpålarna är fria från röta och lös bark

Träpålarna skall vara av nyfällda träd utan lös bark. Träd som kan börja torka före slagningen skall vattenlagras fram till tidpunkten för slagning.

Stora variationer kan förekomma i diametertillväxt för träpålar. Det är viktigare att kontrollera pålarnas medelvärde än att göra stickprovskontroller av pålarnas diameter. Träpålar med större längd än 18 m och en toppdiameter större än 125 mm är ovanliga liksom pålar med en diametertillväxt större än 8 mm per meter. Föreskrivs sådana pålar erfordras särskilt noggrann kontroll av pålmaterialet.

Vid skarvning av träpålar skall stor noggrannhet iakttagas. Risken för skadlig vinkelavvikelse i skarven är mycket stor då avvikelser i skarven förstärks genom träpålens naturliga avvikelse.

10.33 Stålpålar

KONTROLLERA ATT:

- Typgodkända pålar överensstämmer med typgodkännandehandlingarna
- Skarvning utföres enl typgodkännandehandling
- Pålar av stålprofiler har rätt dimensioner
- Svetsning av skarv utföres av behörig svetsare och att väderskydd finnes

Stålpålar av handelsstål (I-profil, H-profil, rör) kontrolleras med avseende på tillverkare. Är tillverkaren ansluten till SBS (Svensk Byggstålkontroll) behöver stålpålarna efter ankomsten till arbetsplatsen inte underkastas ny provning. Om skarvning erfordras kontrolleras svetsarens kompetens.

10.4 Slagning av pålar

KONTROLLERA ATT:

- Pålen placeras i avsett läge
- Skadliga påkänningar inte uppstår i pålmaterialet
- Skarvning utföres korrekt
- Pålspetsen får erforderligt fäste vid slagning mot berg
- Kontroll- och efterslagning utföres (om så erfordras)

Positionering av pålen i avsett läge skall göras med stor noggrannhet. Om pålen förflyttar sig vid slagning genom det övre lagret skall pålen lyftas upp och sättas om. När pålen slagits ner är det inte möjligt att med pålmaskinen tvinga den i position. Även vid noggrann pålslagning kan avvikelser i plan på 100 à 150 mm uppkomma.

Slagning av pålar skall utföras så att skadliga påkänningar inte uppstår i pålmaterialet. Hejaren skall under hela slagningen vara centrerad över pålens tyngdpunkt. Hejarvikten skall hållas hög och fallhöjden så låg som möjligt under påldrivningen. Vid slagning i lösa jordar eller jordar med stor återfjädring måste fallhöjden hållas på ett absolut minimum för att undvika skadliga dragpåkänningar i pålen.

Vid slagning av pålar i vatten kan vatten sugas in i dragsprickor och snabbt pressas ut och förorsaka skador på betongen när tryckvågen från nästa slag kommer.

Risk för skadlig utmattning av betongen i pålar ökar om slagningen omfattar fler än ca 3000 slag.

Mätning av pålens sammantryckning och återfjädring för ett hejarslag kan ge värdefull information om pålens tillstånd.

Skarvning av pålar skall ske så att minsta möjliga vinkelavvikelse uppkommer i skarven. Vid skarvning av träpålar skall ändytorna vara vinkelräta mot pålens längdaxel. Vid användning av två träpålar under ett pålelement av betong måste träpålarna vara exceptionellt raka för att de ej skall styra åt sidan. En träpålskarv har mycket begränsad böjstyvhet.

Vid slagning av pålar mot berg eller förmodat berg skall fallhöjden hållas låg, ca 100 mm, under 300 slag så att bergdubben mejslas in i berget.

Lutande pålar skall slås med försiktighet och hänsyn skall tas till att knäckningsrisken ökar. Vid stor fri längd (exv slagning i vatten) skall speciella åtgärder vidtagas för att minska knäckningsrisken under slagningen.

Pålar har relativt liten vridstyvhet. Om vridning observeras i samband med slagningen bör pålarna funktionskontrolleras genom stötvågsmätning, jfr avsnitt 9.36.

Omfattning av kontroll- och efterslagning av pålarna skall redovisas i arbetsplanen för pålningsarbetet, jfr även avsnitt 4.5.

10.5 Pällängder, pålprotokoll

KONTROLLERA ATT:

- Pällängder överensstämmer med angivna uppgifter
- Pålar slås till avsedd längd och att längderna protokollförs
- Protokollet förs på lämplig blankett
- Protokollet innehåller alla nödvändiga uppgifter
- Uppgifter protokollförs omgående

Kontrollera att pällängder överensstämmer med den märkning som finns på levererade pålar.

För pålar som skall neddrivas till en viss längd kontrolleras att verklig längd i jord överensstämmer med den i arbetshandlingarna föreskrivna längden. Avmätning av längder som inte neddrives skall göras omgående och noteras i pålprotokoll. Vid stora eller oväntade variationer i pällängder skall åtgärder vidtagas enligt arbetsplan. Saknas uppgifter i arbetsplanen kontakta ansvarig projektör.

Dokumentationen från ett pålningsarbete bör innehålla följande uppgifter:

- administrativa uppgifter
- uppgifter om slagningsutrustning och pålar
- protokoll från slagningen av varje enskild påle (s k pålprotokoll)

Till administrativa uppgifter räknas:

- Objektets namn (beteckning)
- Beställare
- Pålentreprenör
- Ansvarig arbetsledare
- Arbetshandlingar (ritningar, beskrivningar)
- Eventuella typgodkännandehandlingar
- Kvalitetskrav (kvalitetsdokumentation)

Vad gäller slagningsutrustning och pålar bör följande uppgifter dokumenteras:

- Maskintyp, fabrikat
- Hejartyp, hejarvikt
- Påltyp, tillverkningsritning
- Beslag, tillverkningsritningar

- Tillverkningsdatum för pålar
- Beräkningsmetod för pålarnas lastkapacitet
- Verifieringsmetod för pålarnas bärförmåga

För varje enskild påle protokollförs:

- Beteckning (pålnummer)
- Slagningsdatum
- Pålelementens längder
- Pålskarv
- Pållutning
- Antal slag, ev. slag-sjunkningsdiagram
- Verknings sätt (stoppklass)
- Pålspetsnivå
- Kapnivå
- Effektiv pållängd
- Användning av knekt
- Eventuell lerproppsdragning
- Geoteknisk klass
- Lastkapacitet
- Bärförmåga
- Kontrolluppgifter enl särskild kontrollplan (om sådan finns)

Pålentreprenörföreningen har tagit fram ett förslag till blankett för pålprotokoll, jfr Figur 10.5:1. Blanketten innehåller huvuddelen av de uppgifter som redovisats ovan.

PÅLENTREPRENÖRFÖRENINGENS

Pålprotokoll nr:

Pålentreprenör:

Beställare:

Arbetsplats:

Typgodkännande:

Kvalitetssystem:
bilagor:

Mängder: Pålar st

 Pålar mtr.

 Skarv st

 Skor st ansvarig arbetsledare

 Effektiv längd mtr.

Påle nr.	Slagdag	Påle diameter (mm)	Bärförmåga (kN)	Påle längd (meter)	Sko	Antal slag (sl)	Stoppklass	Geoklass	Spetsnivå (meter)	Kapnivå (meter)	Effektiv längd (meter)	Anmärkning

Figur 10.5:1 Pålprotokoll

(enl. Förslag upprättat av Pålentreprenörföreningen, 1992)

rkningsätt kan göras enligt Pålkommisionens rapport 82 (1990) i följande klasser:

Tabell 10.5:2. Klassindelning av pålar med hänsyn till verkningsätt

Klass	Kännetecken	Exempel
1	drivs utan motstånd	kohesionsjord
2	mantelmotstånd	friktionsjord
3	mantel- och spetsmotstånd	friktionsjord på morän
4	spetsmotstånd	morän
5	spetsmotstånd	berg

10.6 Produktionskontroll av bärför- måga och funktionsduglighet

KONTROLLERERA ATT:

- Föreskriven verifierings- och kontrollmetod används
- Föreskrivet antal pålar kontrolleras (provas)

Då bärförmågan verifieras genom stötvågsmätningar skall förutsättningarna för verifieringsmetoden kontrolleras. Förutsättningarna anges i typgodkännandehandlingarna eller i övrig dokumentation (ej typgodkända metoder).

Kontroll av pålars funktionsduglighet (integritetskontroll) kan utföras genom stötvågsmätning vid slagning med pålkranens hejare (high strain) eller med handhållen hejare (low strain), jfr avsnitt 9.36.

Rapport från produktionskontroll bör innehålla uppgifter om:

- använd metod
- omfattning
- vem som utfört mätningarna och när de utförts
- vilka pålar som kontrollerats
- typiska kraft- och hastighetskurvor
- utvärderad bärförmåga för samtliga pålar
- resultat av integritetskontroll
- reviderade stoppslagnings- eller längdvillkor
- kompletterande drivning av pålar, kompletterande pålar

10.7 Pålinmätning

KONTROLLERA ATT:

- Pålars läge i plan och pålhuvudets nivå kan accepteras

Pålarna skall kontrolleras med avseende på planläge. Särskilt inmättningsprotokoll bör upprättas. Tillåten avvikelsetecken anges i arbetshandlingarna. Saknas sådana uppgifter kontaktas ansvarig projektör.

Kapning av slagna pålar skall utföras så att kapsnittet är horisontellt eller vinkelrätt mot lastriktningen. För betongpålar bör större ytojämnhet än 50 mm inte förekomma.

Pålar som efter slagningen har pålhuvudet under avsedd pålavskärningsnivå kan förlängas genom pågjutning eller genom att pålplinten förtjockas.

10.8 Buller, markrörelser, vibrationer

KONTROLLERA ATT:

- I handlingarna eller i övrigt giltiga gränsvärden för buller efterlevs
- Föreskriven pålningsordning följs
- Skyddsåtgärder, exv dragning av lerproppar utförs
- Föreskrivna mätningar av sättningar, porvattentryck och vibrationer utförs

Acceptabla gränsvärden för buller som fortplantas till omgivningen redovisas i avsnitt 7.82.

Pålningsordning och eventuella skyddsåtgärder för arbetena (exempelvis lerproppsdragning) skall redovisas i arbetsplan. Eventuella mätningar av sättningar, porvattentryck och vibrationer redovisas i kontrollplan, jfr exempel i avsnitt 10.9 samt även avsnitt 7.

Vid lerproppsdragning skall kontrolleras att upptagen jordvolymer motsvarar den avsedda.

Mätning av markvibrationer bör ske rutinmässigt på byggnader inom det område som bedöms bli påverkat av vibrationer från pålningsarbeten. Ofta ger bakgrundsvibrationer, försakade av exempelvis trafik större vibrationer än själva påslagningen. Vibrationerna alstrade av pålningsarbetet bör därför jämföras med uppmätta bakgrundsvibrationer.

10.9 Exempel på uppgifter i arbets- och kontrollplaner

I detta avsnitt exemplifieras innehåll i arbets- och kontrollplaner för pålningsarbeten.

Förutsättningar

Nybyggnad i tätortsmiljö. Jorden består under ett ytligt fyllningslager av lös lera vilande på morän och berg. Grundläggning skall utföras med spetsburna betongpålar. Anläggningar känsliga för markrörelser finns intill nybyggnadstomten. Närmast känsliga konstruktioner ersätts betongpålarna med slanka stålplålar.

Arbetsplan

En arbetsplan bör innehålla bla följande uppgifter

- Arbetsordning
- Slagningsföljd för pålarna
- Skyddsåtgärder exempelvis lerproppsdragning
- Restriktioner för arbetsutförandet exempelvis belastningar, arbetstider, bullernivåer m m
- Verifieringsmetod för pålarnas bärförmåga
- Integritetskontroll

Kontrollplan

En kontrollplan för denna typ av arbete kan innehålla uppgifter om sättningsmätningar i schaktbotten och på närliggande anläggningar (mark, ledningar/kablar, byggnader) samt vibrationsmätningar i byggnader. För dessa mätningar bör följande uppgifter anges i kontrollplanen:

Mätpunkter

- Ange antal, utformning och läge
- Ange krav på mätmetodik och mätnoggrannhet

Registrering

- Ange när (period) mätningarna skall utföras
- Ange hur mätresultaten skall hållas tillgängliga under på-
ningsarbetenas utförande
- Ange hur mätresultaten skall redovisas och dokumenteras

Åtgärder

- Ange vilka mätvärden som accepteras utan åtgärd
- Ange vilka åtgärder som skall vidtas om acceptabla värden
överskrids