

Pålhandboken – en handbok för hela branschen

Gunnar Holmberg
Skanska Teknik



Agenda

- Övergripande organisation
- Status
- Innehåll i stort
- Några nedslag i varje kapitel
- Tidplan för återstående jobb

Organisation



Innehåll och status

FÖRORD OCH SAMMANFATTNING

1. INTRODUKTION OCH GRUNDER

2. UNDERLAG FÖR PROJEKTERING

3. PROJEKTERING

4. UPPHANDLING AV PROJEKTERING OCH BYGGANDE

5. DIMENSIONERINGSPRINCIPER

6. KONSTRUKTIV DIMENSIONERING

7. GEOTEKNISK DIMENSIONERING

8. UTFÖRANDE

9. KONTROLL OCH VERIFIERING

10. OMGIVNINGSPÅVERKAN

11. RISKHANTERING

BILAGOR

BERÄKNINGSEXEMPEL, STOPPSLAGNINGSTABELLER, STANDARDRITNINGAR ETC

Förklaring:

Klar för samgranskning

Bearbetad efter remiss, inväntar de sista granskningssvaren

Bearbetning efter remissgranskning

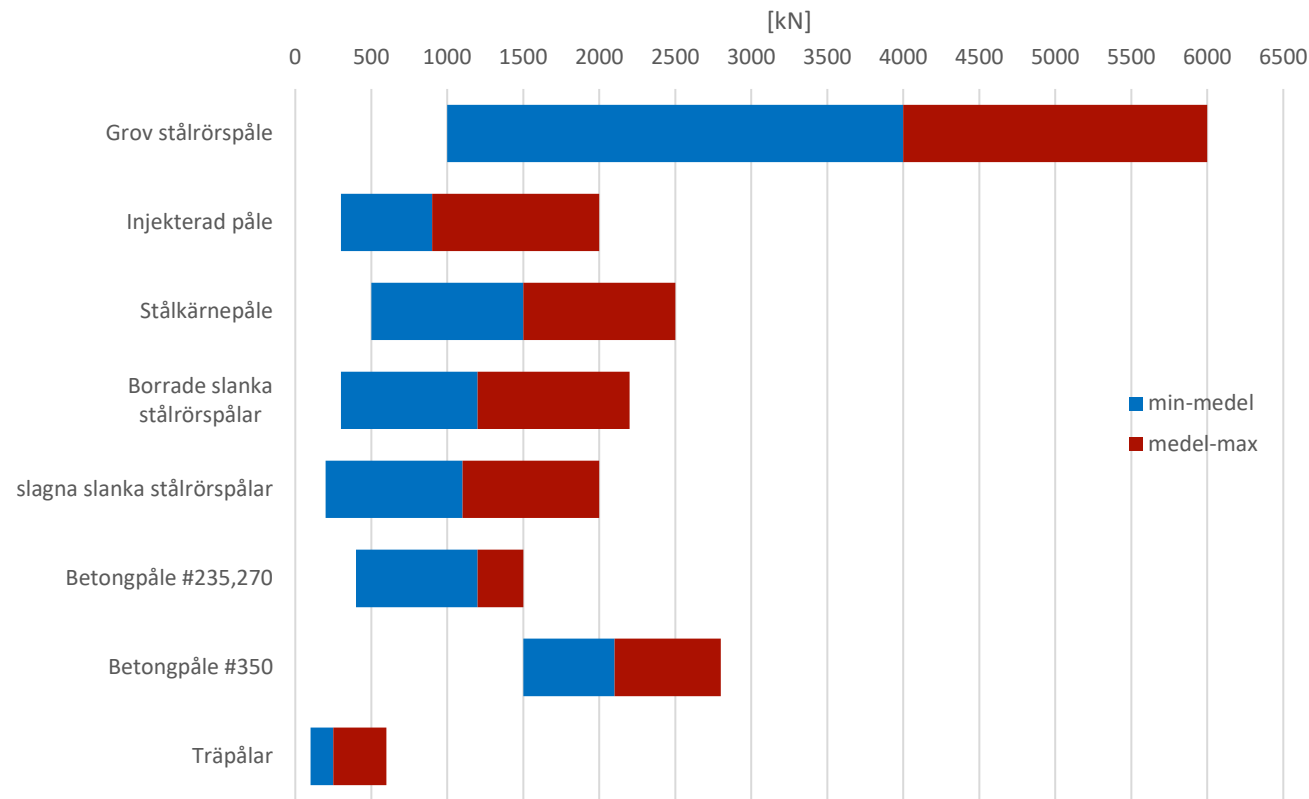
Har varit på internremiss

Klar att skickas på remiss

Återstående arbete

Påltyper i pålhandboken

Olika påltypers "normala" bärförmågor



+ Gråvpålar

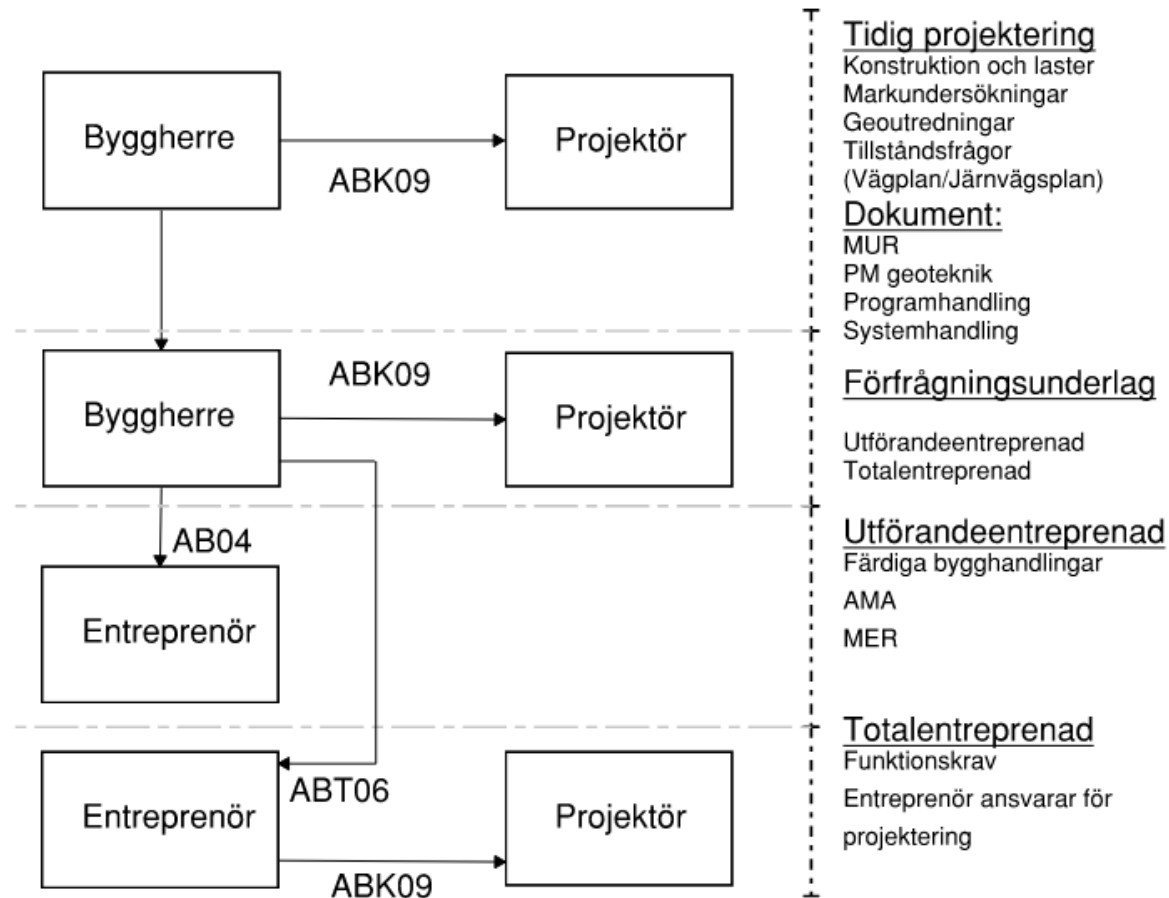
➤ KombinationspÅlar

- Trå+betong
- Stå+betong

➤ Funktionssått

- Spetsburna
- Mantelburna
- En kombination

Upphandlingsprocessen



Underlag för upphandling

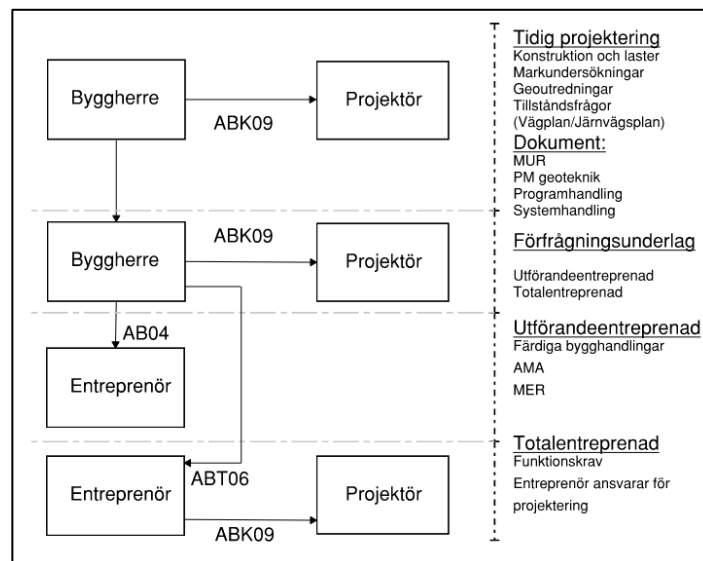
- Tydlighet
- Geotekniska risker
- Fördelning av risker
- Kvalitet på handlingar
- Kalkylerbarhet
- Förutsägbarhet för

beställaren

Upphandlingsprocessen

Upphandlingsprinciper

- En **bestämd kvalitetspecifierad** produkt eller tjänst till **lägsta pris**
- En **högsta kvalitet** till ett **bestämt pris**



4.2 Styrande och vägledande dokument

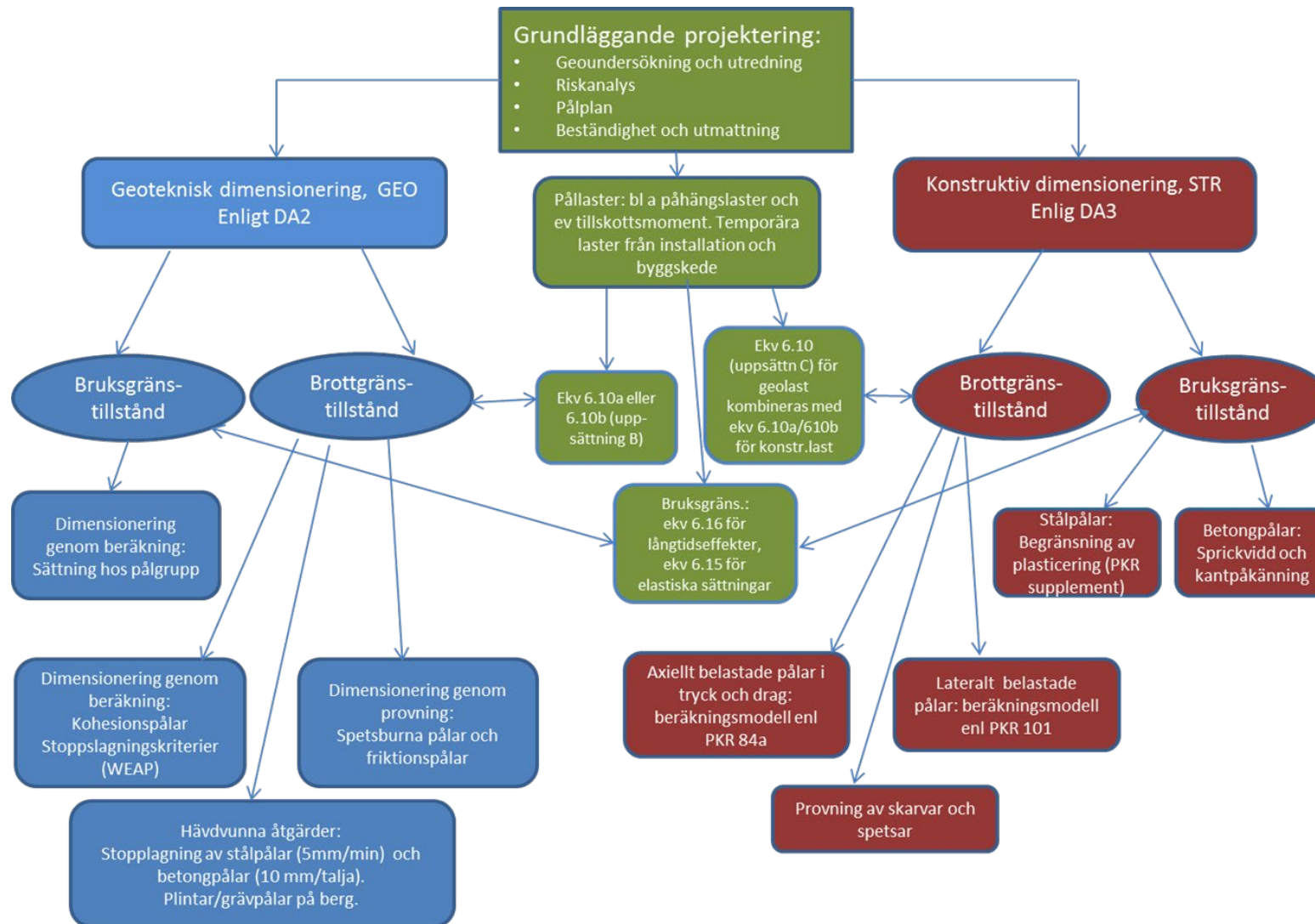
4.2.1 LAGSTIFTNING

4.2.2 AVTAL

4.2.3 BESKRIVNINGSSYSTEM I FÖRFRÅNINGСУNDERLAG

4.2.4 MÄT- OCH ERSÄTTNINGSGREGLER (MER)

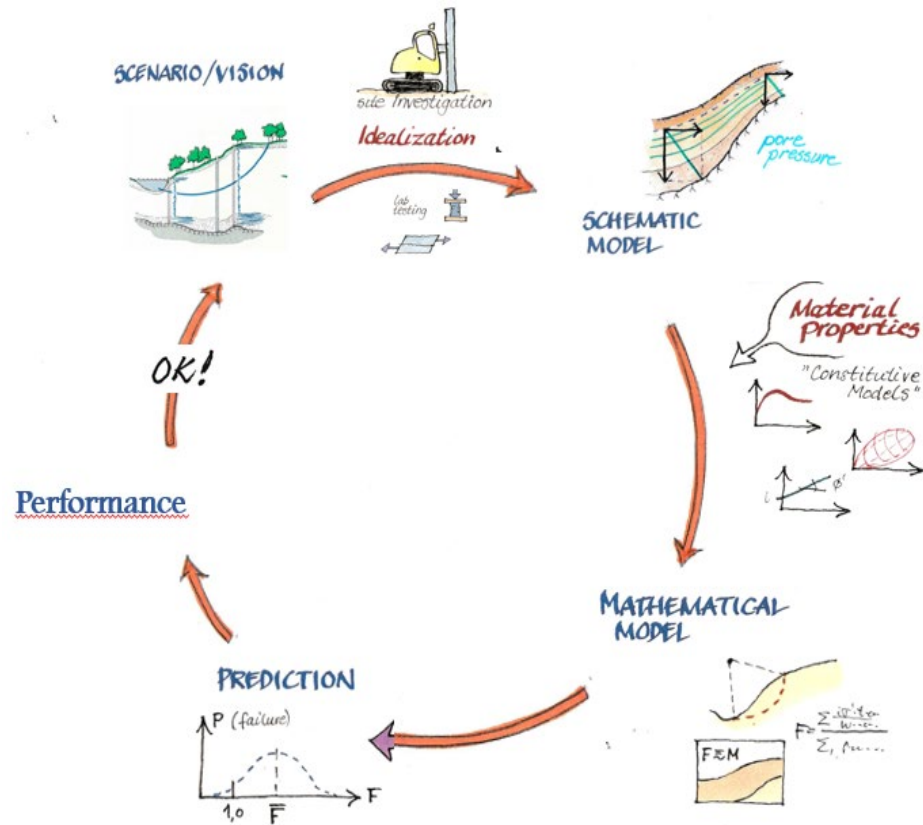
Projekteringsprocessen



Underlag för projektering

Syfte med undersökningen

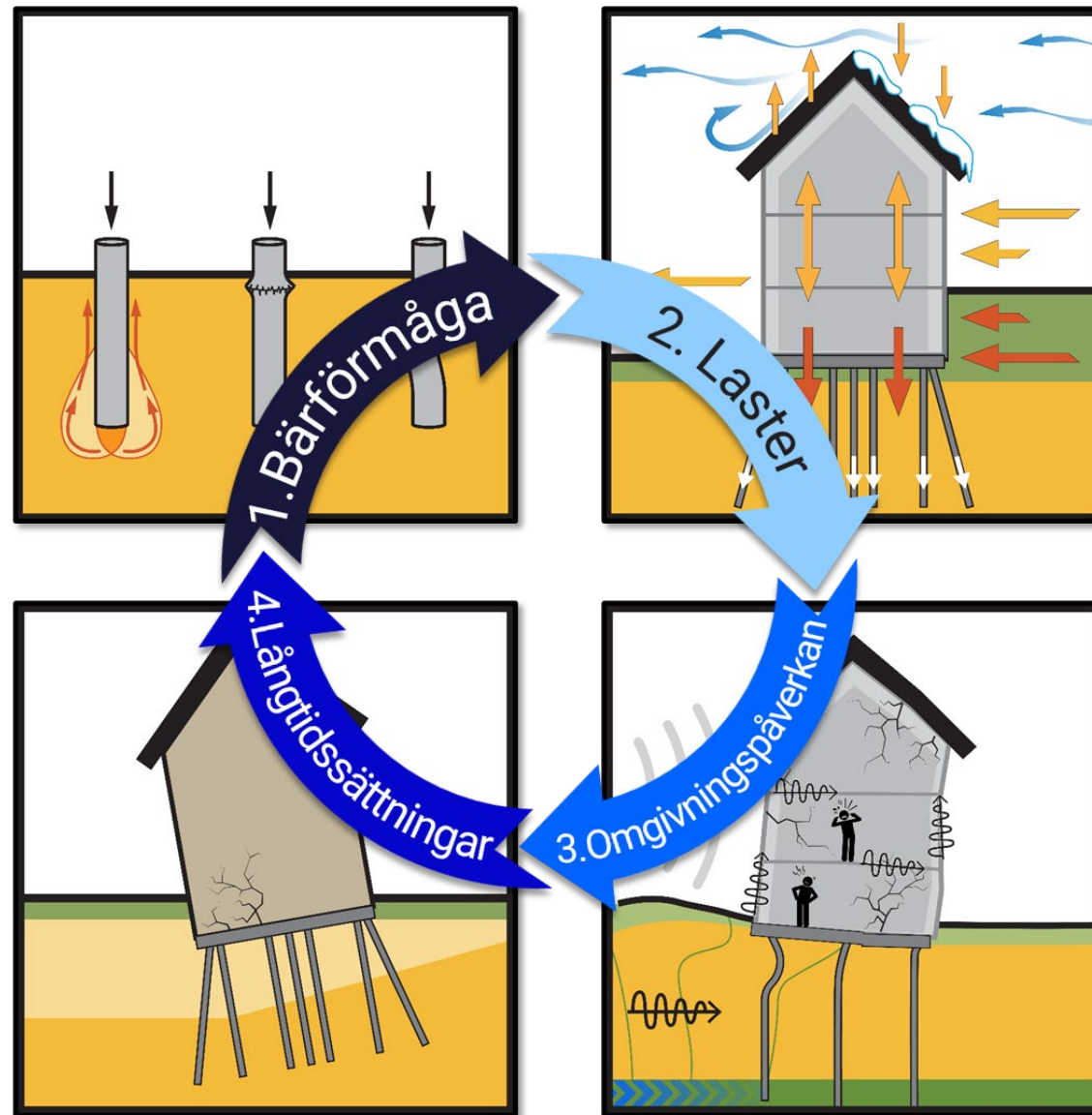
- Pålbarhet
- Jordens beskaffenhet/MUR
- Beständighet för pålmaterial
- Funktionssätt, spets/mantelburen
- Sättningar/stabilitet
- Omgivningspåverkan
- Val av påltyp
- Pålängder
- Bedömning av bärförmåga



Projektering

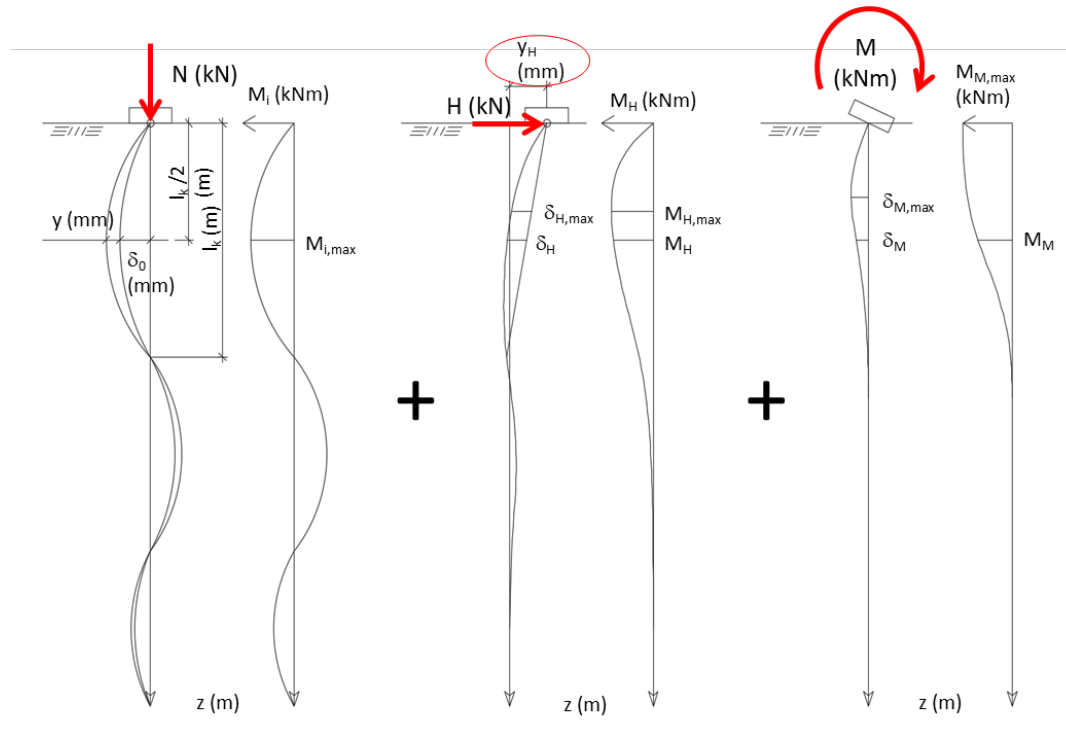
- **Allt från tidig projektering till detaljprojektering**
- Belastningar/Lasteffekter
- Sättningar/Markrörelser
- Funktionssätt, Spetsburen/Mantelburen
- Påltyp
- Beständighet (korrosion, kemiska angrepp, röta)

Projektering



Lasteffekter

För alla dimensioneringsfall i alla relevanta gränstillstånd inklusive olyckslastfall och utmattningslastfall



- Axiella laster i påltopp (drag/tryck)
- Transversella laster i påltopp
- Böjande moment i påltopp
- Axiella påhängslaster
- Transversella påhängslaster
- Transversella markförskjutningar
- Tvångsdeformationer

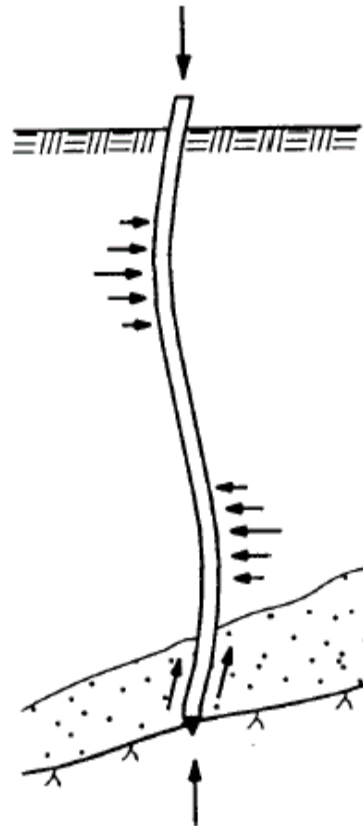
Dimensioneringsprinciper

Lasteffekt: Lasteffekten i påltopp plus eventuella påhängslaster och markförskjutningar. Normalkraft, moment och transversal-förskjutning erfordras.

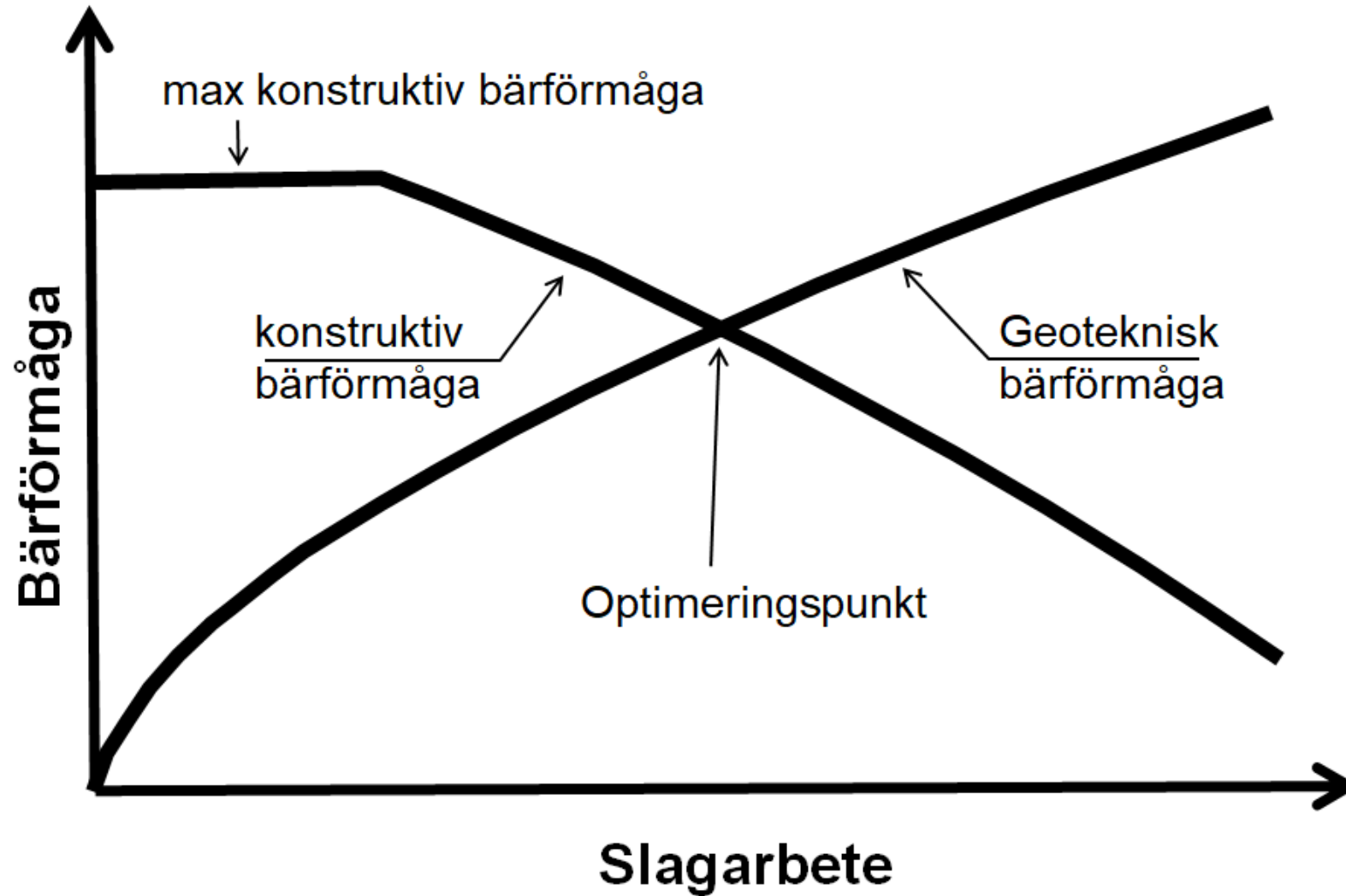
Konstruktiv bärförmåga: (Lastkapacitet) för pålelement, skarv och bergsko.

Geoteknisk bärförmåga: Den största kraft som pålen kan överföra till omgivande jord eller berg utan att det uppstår brott i jord eller berg.

En påles bärförmåga – minsta av konstruktiv och geoteknisk bärförmåga



Dimensioneringsprinciper



Dimensioneringsprinciper

Laster/Lasteffekter/Snittkrafter

- Yttre laster med tillhörande deformationer
- Lasteffekter i pålarna (varierar utmed pålarnas längd)
- Snittkrafter (normalkraft, tvärkraft, moment)

Dimensioneringsprinciper

- ▲ 5.6 Dimensioneringsmetoder, Samband mellan konstruktiv- och geoteknisk bärförmåga samt installation
 - 5.6.1 Dimensioneringsmetoder
 - 5.6.2 Geoteknisk bärförmåga
 - ▲ 5.6.3 Konstruktiv bärförmåga
 - 5.6.3.1 Analytisk beräkningsmodell
 - 5.6.3.2 Numeriska beräkningsmetoder

Dimensioneringsprinciper

Konstruktiv bärförmåga - STR

Initialkrokig påle

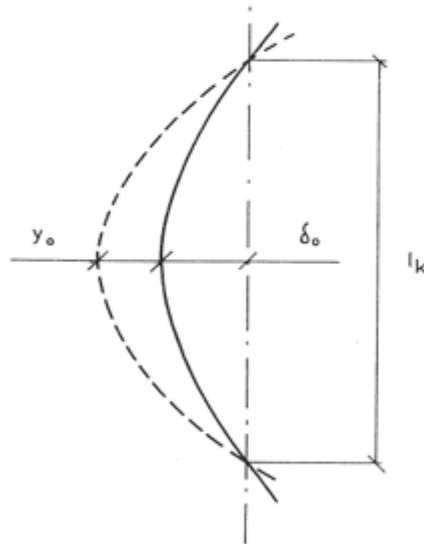


Fig. 5. Antagen initialutböjning vid analytisk beräkningsmetod.

l_k = påles elastiska knäcklängd i jord

δ_0 = påles initialkrokighet

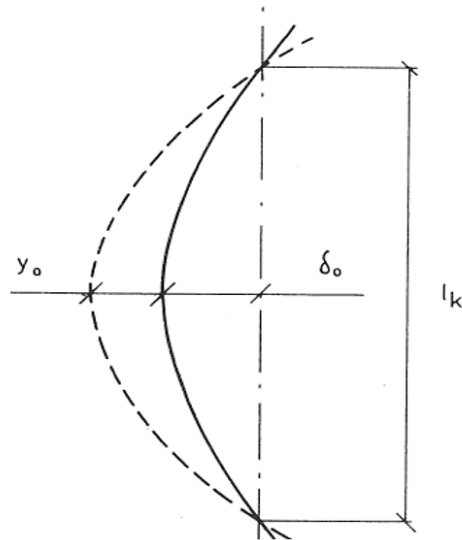
y_0 = påles tillskottsutböjning

Tillskottsutböjning vid pålastning

Dimensioneringsprinciper

Konstruktiv bärförmåga (STR)

Styrande ekvationer:



Pålens teoretiska knäcklängd kan beräknas enligt

$$l_k = \pi \cdot \sqrt[4]{E_d \cdot I / (k_d \cdot d)}$$

Samband mellan axiallasten P och tillskottsutböjningen y_0 enligt

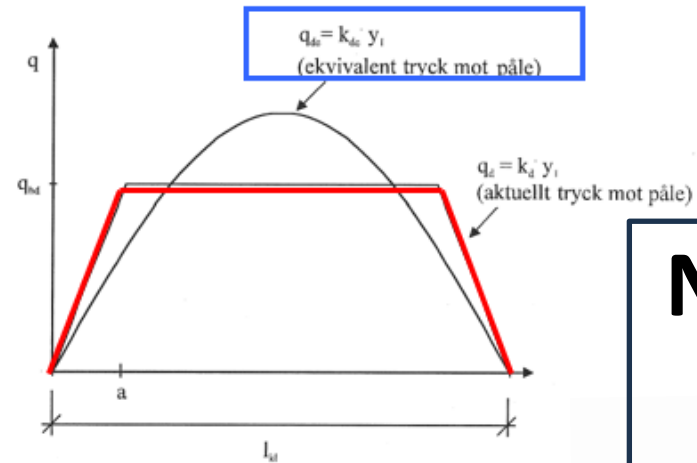
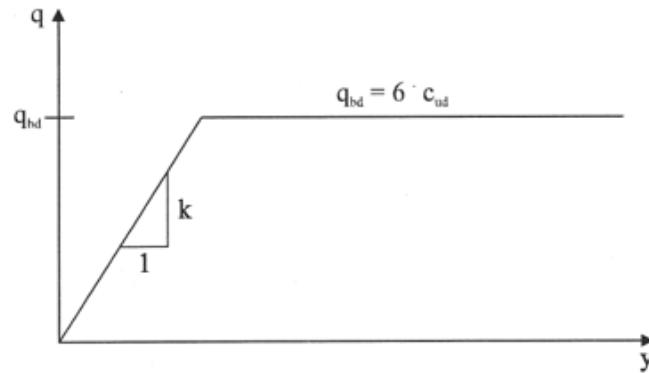
$$P_k = 2 \cdot \sqrt{k_d \cdot d \cdot EI \cdot \Phi(y_0)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\delta_0}{y_0}}$$

Samband mellan moment och axiallast enligt

$$M = P \cdot \frac{\delta_0 + y_0}{2}$$

Dimensioneringsprinciper

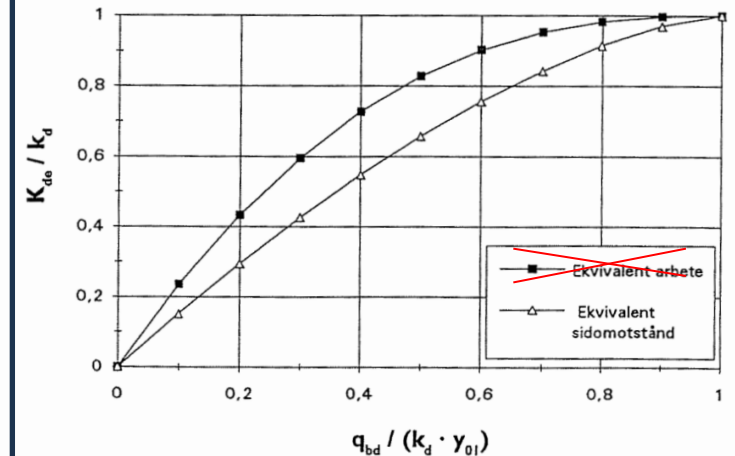
- ekvivalent bäddmodul när gränstrycket överskrids



Plasticering i jorden

→ Reducerad ekvivalent bäddmodul

Nytt i Pålhandboken
Använd inte ekvivalent arbete



Dimensioneringsprinciper

Förutsättningar för beräkningsmodellens giltighet

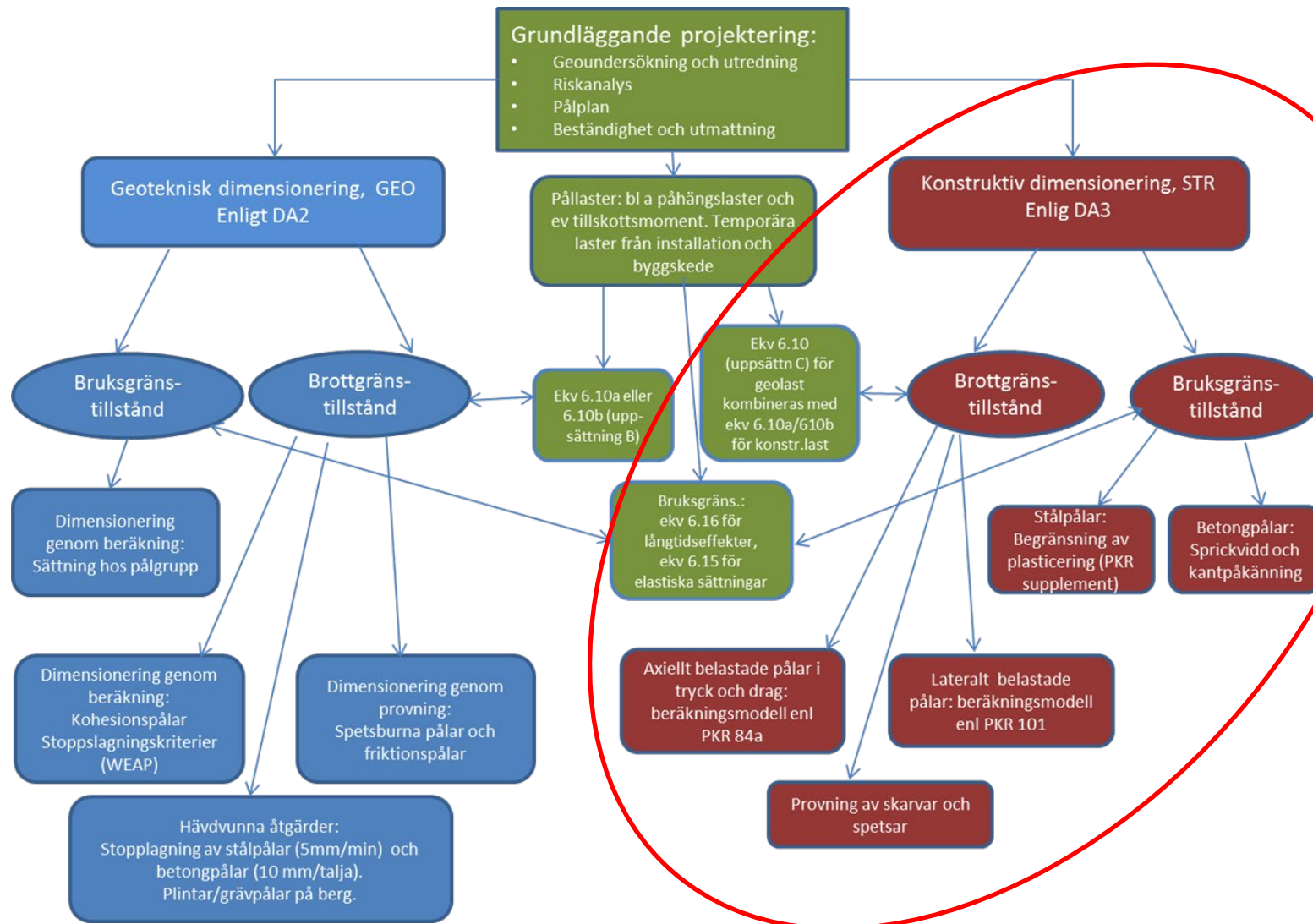
- Realistisk (elastisk) arbetskurva för jordmotståndet under pålens livslängd
- Arbetskurva för ingående pålmaterial
- Elastiska förhållanden i pålmaterial
- Pålen är sidostöttad i påltoppen
- Beaktande av initialkrokighet för den installerade pålen
- Beaktande av tillskottsdeformationer vid lastpåförande
- Inverkan av drivning och stoppslagning
- Inverkan av egenspanningar i stålpålar
- Inverkan av krypning och krympning för betongpålar

Härledning av den analytiska beräkningsmodellen redovisas i kapitel 6

Nytt i Pålhandboken

Plastiskt böjmotstånd $>1,1$ gånger elastiskt böjmotstånd får användas först efter särskild utredning

Konstruktiv dimensionering



Konstruktiv dimensionering

Innehåll i stort

6 Konstruktiv dimensionering

6.1 Styrande dokument

6.2 Allmänt

▷ 6.3 Analytisk beräkningsmetod för axialbelastade pålar

6.4 Analytisk beräkningsmetod för transversalbelastade pålar

▷ 6.5 Betongpålar

▷ 6.6 Stålpålar + stålkärnepålar och borrhade

6.7 Grävpålar injekterade pålar

▷ 6.8 Träpålar

▲ 6.9 Kombinerade pålar

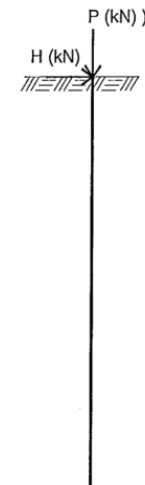
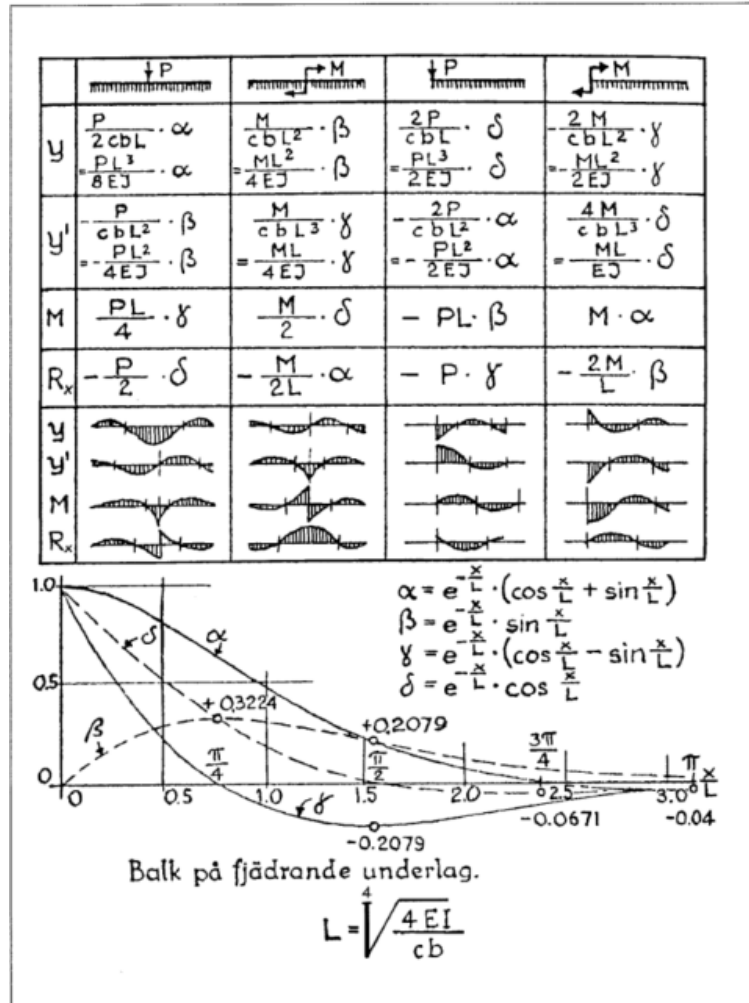
6.9.1 Kombinationspålar (trä och betong)

6.9.2 Kombinationspålar (stål och betong)

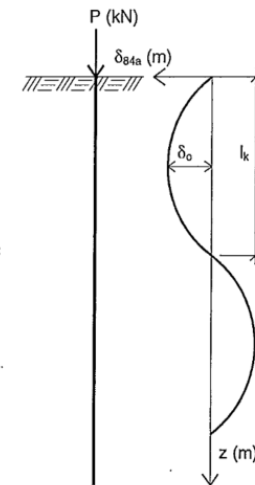
6.10 Samverkanspålar av stål och betong

Konstruktiv dimensionering

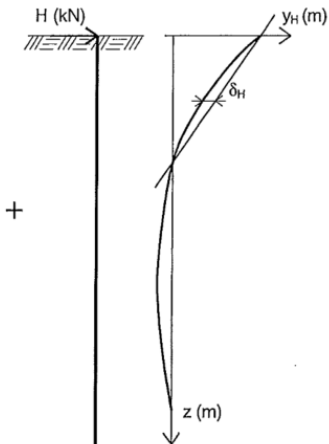
Axial- och Transversalbelastade pÅlar



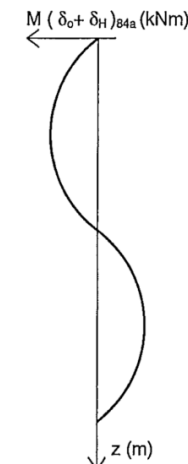
Figur 4.3b.



Figur 4.3c.



Figur 4.3d.

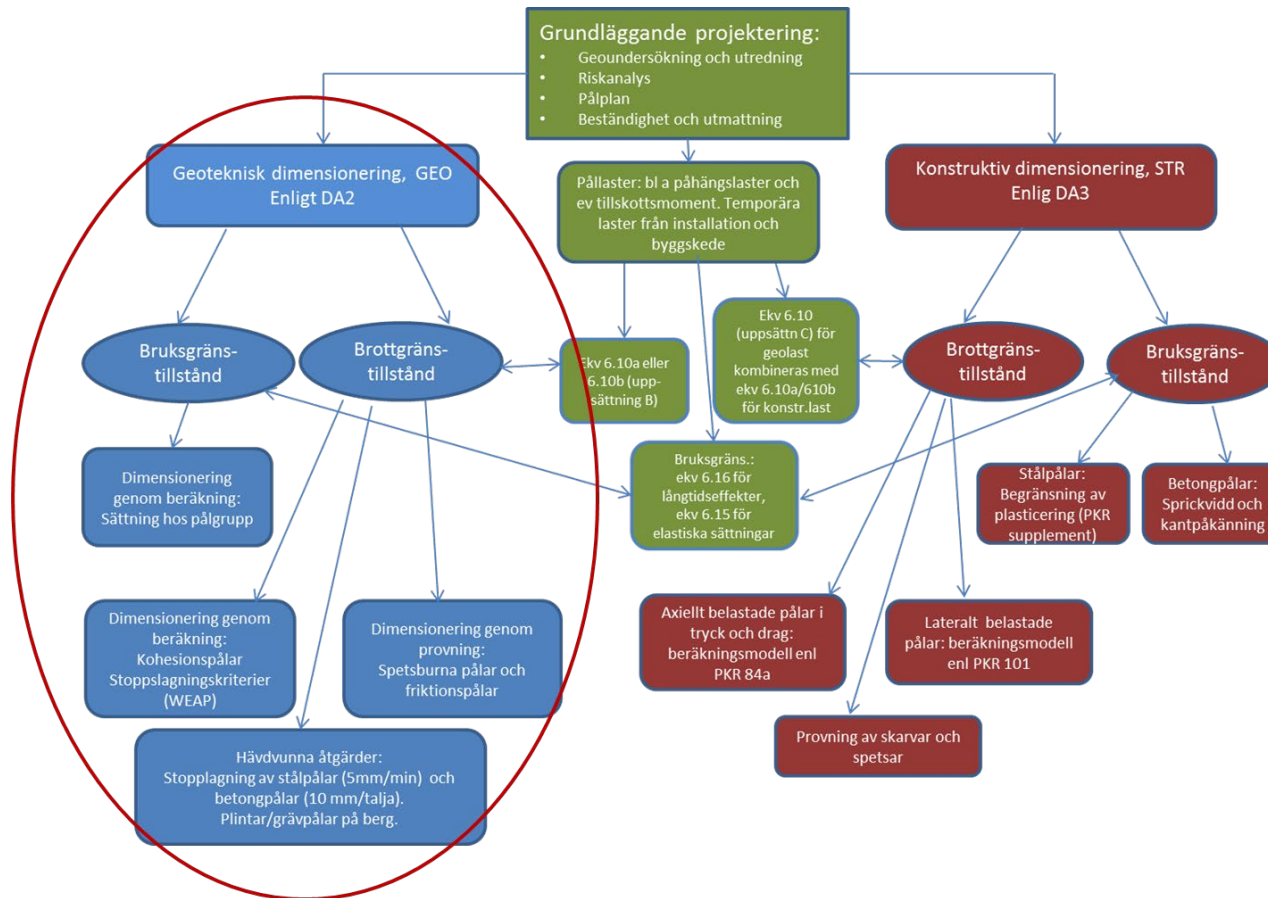


Figur 4.3e.



Figur 4.3f.

Geoteknisk dimensionering



Bestämning av geoteknisk bärförmåga

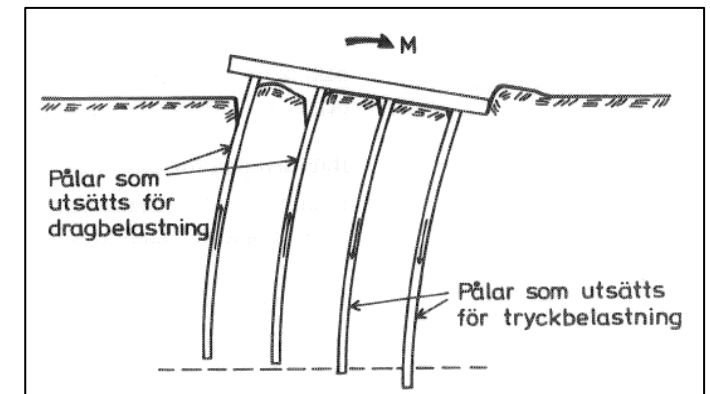
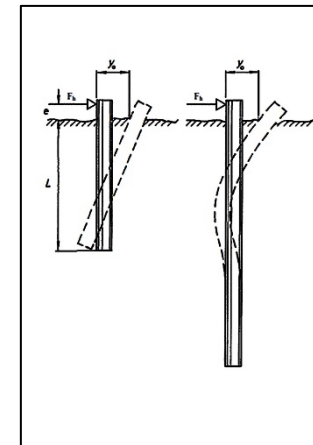
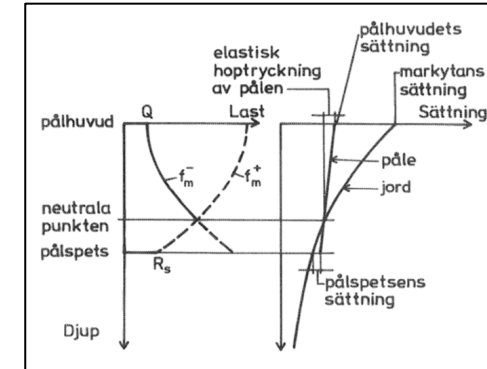
$$R_d = \frac{R_k \cdot \mu}{\gamma_R \cdot \gamma_{Rd} \cdot \gamma_{Rd,e}}$$

där

$$R_k = \min \left\{ \frac{R_{medel}}{\xi_i} \mid \frac{R_{min}}{\xi_j} \right\}$$

Geoteknisk dimensionering

- **Preliminär bedömning av bärförmåga**
 - Spetsbärförmåga på berg och morän
 - Påvisbar bärförmåga med stötvågsmätning
- **Dimensionering genom beräkning**
 - Spetsburna pålar
 - Mantelburna pålar (kohesionsjord)
 - Mantel och spetsburna pålar (friktionsjord)
 - Dragbelastade pålar
 - Påhängslaster
- **Transversalbelastade pålar**
 - Korta pålar
 - Långa pålar
 - Gruppeffekter
- **Dimensionering genom provning**
 - Statisk provbelastning
 - Dynamisk provbelastning
 - Gruppeffekter
- **Härdvunna åtgärder**



Geoteknisk dimensionering

Sättningar i SLS

- ▲ 7.5 Geoteknisk dimensionering SLS – Sättningar
 - ▷ 7.5.1 Installationseffekter och direkta sättningar
 - 7.5.2 Spetsburna pålar "långtidssättningar"
 - ▷ 7.5.3 Mantelburna pålar "långtidssättningar"
 - 7.5.4 Samverkansanalyser
 - 7.5.5 Samverkan med jord och påhängslaster
 - 7.5.6 Dimensionering av överliggande konstruktion
 - 7.5.7 Transversalbelastade pålar förskjutning

Utförande

- Översiktlig beskrivning av utförandet av pålningsmetoder
- För i första hand beställare och projektörer



Utförande

- Arbetsmiljö för pålningsarbeten
 - Arbetsmiljölagstiftning med Bas-P och Bas-U
 - Riskidentifiering
 - Arbetsberedning
- Arbetsplatsen
 - Utrymme
 - Stabilitet och bärighet
 - Hantering av material och transporter
- Pålning på vatten
 - Arbeten på ponton
 - Arbeten på arbetsbrygga



Utförande

- Metodbeskrivningar för de olika påltyperna (slagna stålrörspålar)
 - Material, pålrör, skarv, pålsko, topplåt
 - Val av slagutrustning
 - Pålkapning
 - Betongfyllning
 - Montering av topplåt
 - Efterfyllning av betong/bruk genom topplåt



Kontroll och verifiering

9

Kontroll och verifiering

9.1

Allmänt, beteckningar och begrepp

9.2

Grundkontroll

Kontrollplan

9.3

Tilläggskontroll

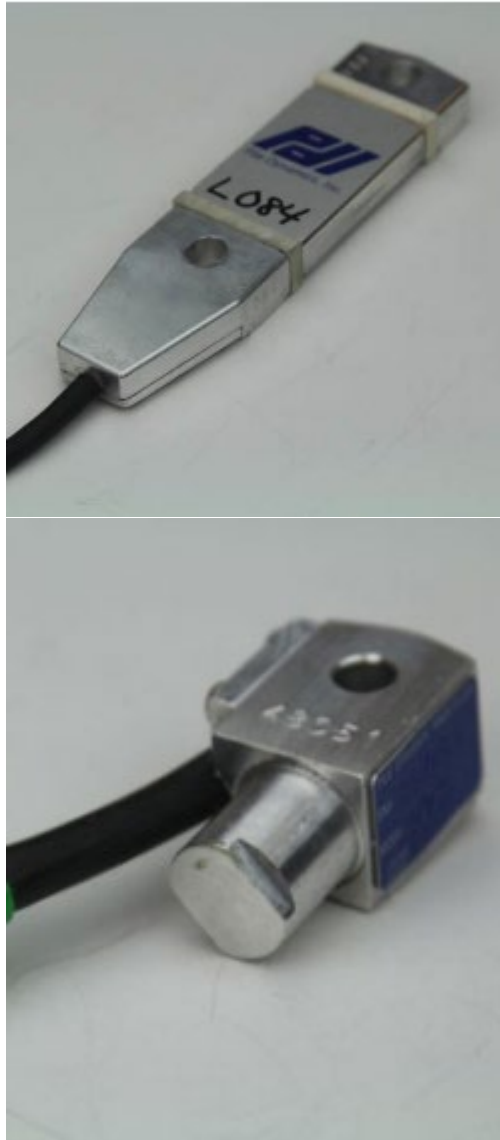
9.4

Verifiering av geoteknisk bärförmåga

9.5

Kontrollprogram för omgivningspåverkan

Deformationer, vibrationer, buller,
grundvatten mm



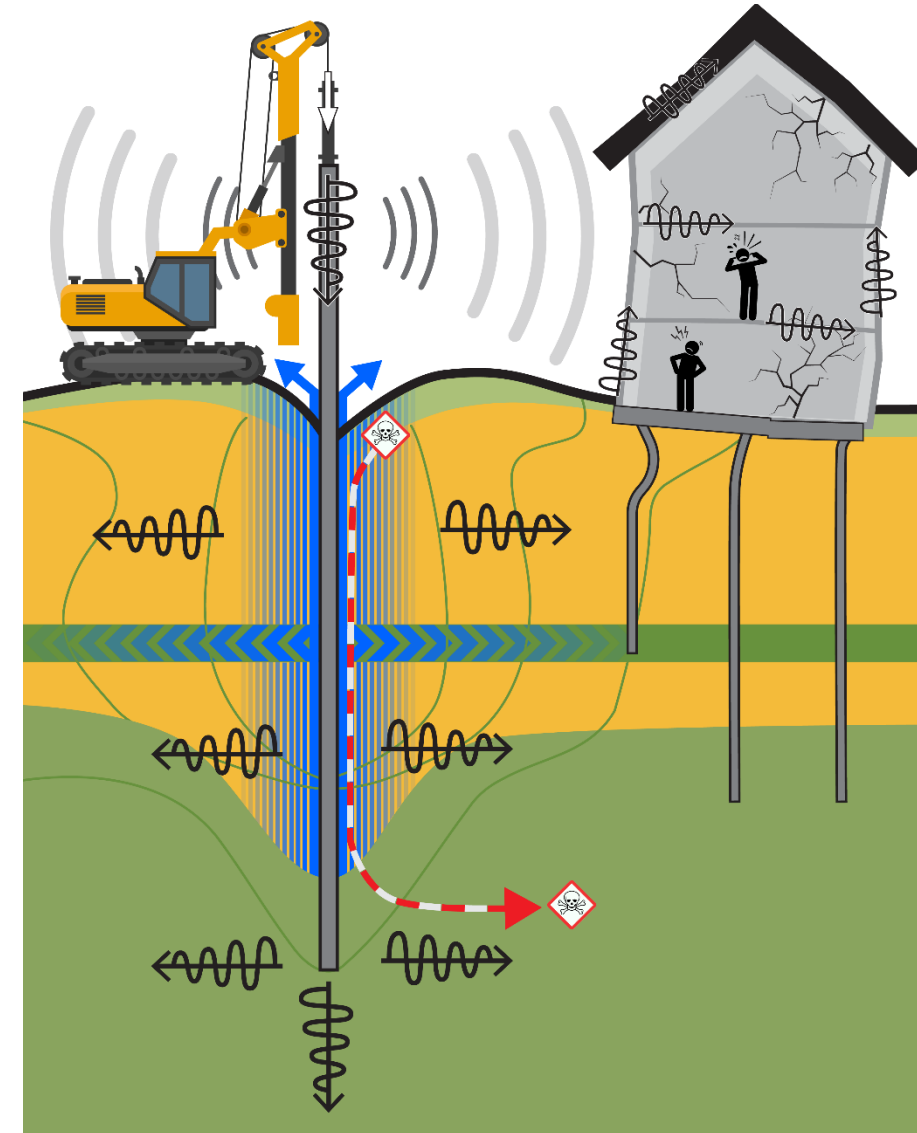
Omgivningspåverkan

Luft- och jordfenomen

1. Buller (luft)
2. Markvibrationer (jord)
3. Jordstörning (jord)
4. Massundanträngning (jord)

Geotekniska fenomen

1. Markdeformationer
2. Ändrat porvattentryck
3. Hållfasthetsnedsättning
4. Spridning av markföroreningar

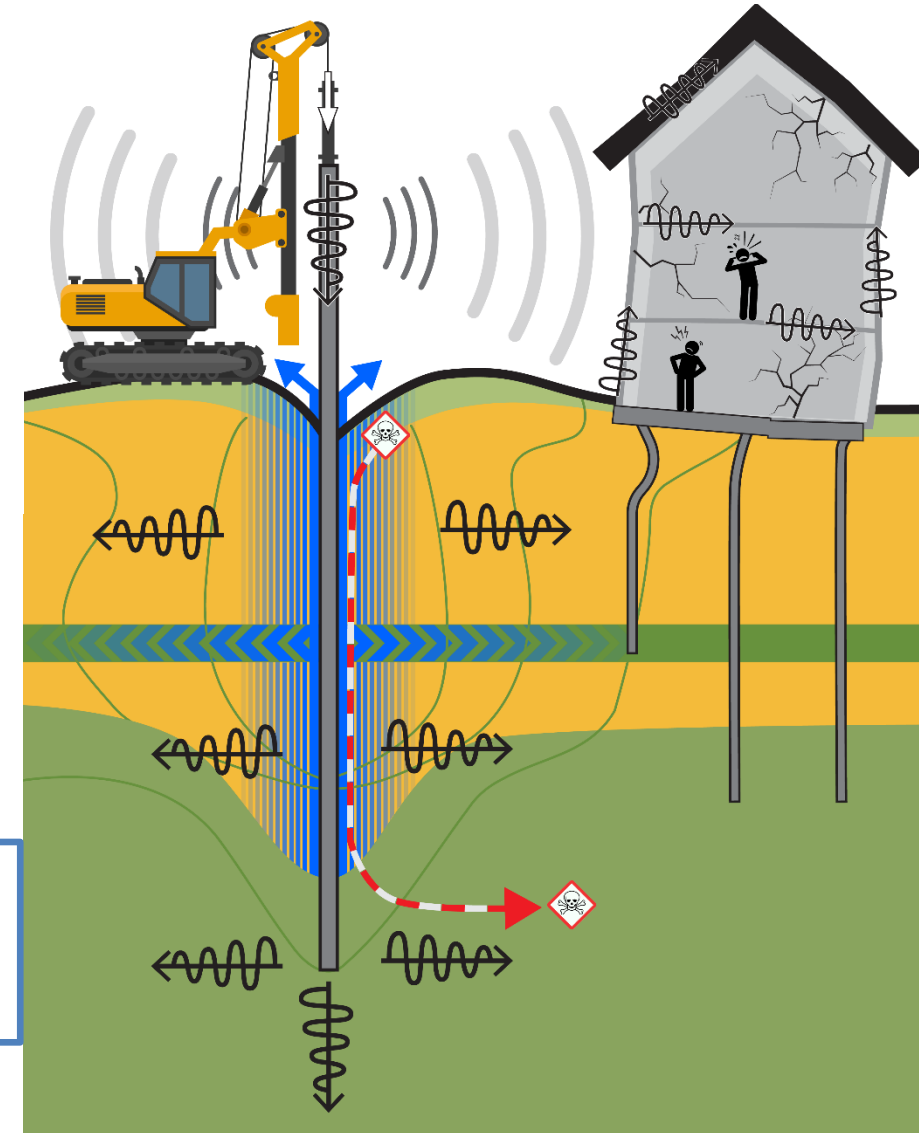


Omgivningspåverkan

Störningar och skaderisker

1. **Komfortstörning** pga buller och vibrationer
2. **Vibrationsskador**
3. **Konstruktivt bärighetsbrott** pga markdeformationer
4. **Geotekniskt bärighetsbrott** pga hållfasthetsnedsättning
5. **Ojämna deformationer** (sprickor mm)
6. **Kontaminering** av grundvatten

Kapitel 10 innehåller även åtgärder för att förebygga störningar och skador



Fortsatt arbete

FÖRORD OCH SAMMANFATTNING

1. INTRODUKTION OCH GRUNDER

2. UNDERLAG FÖR PROJEKTERING

3. PROJEKTERING

4. UPPHANDLING AV PROJEKTERING OCH BYGGGANDE

5. DIMENSIONERINGSPRINCIPER

6. KONSTRUKTIV DIMENSIONERING

7. GEOTEKNISK DIMENSIONERING

8. UTFÖRANDE

9. KONTROLL OCH VERIFIERING

10. OMGIVNINGSPÅVERKAN

11. RISKHANTERING

BILAGOR

BERÄKNINGSEXEMPEL, STOPPSLAGNINGSTABELLER, STANDARDRITNINGAR ETC
Pålhandboken

Preliminär tidplan

- Kapitel 3, remissgranskning klar 31/5
 - Bearbetning efter remiss i juni
- Kapitel 4, klar för samgranskning i juni
- Kapitel 5, 6 och 7, klar för samgranskning i juni
- Samgranskning samt förord, kapitel 1 och 11 kan utföras under hösten.
- **Publicering i december**

Tack för uppmärksamheten

