

Innehållsförteckning

3.	Grundläggning.....	5
30.	Allmänt.....	5
30.1	Tillämpning.....	5
30.11	Giltighetsområde och medgällande dokument.....	5
30.12	Förkortningar	5
30.13	Betong-, stål- och träkonstruktioner.....	5
30.14	Geoteknisk klass	5
30.15	Pålyper	5
30.2	Definitioner.....	6
30.21	Allmänt.....	6
30.22	Grundläggning	6
30.23	Jordart.....	6
30.24	Påles lastkapacitet	6
30.25	Påles geotekniska bärförmåga.....	6
30.26	Betongmadrass	6
30.3	Speciella konstruktionsdelar	6
30.31	Påldäck	6
30.32	Bankpålning i anslutning till bro.....	7
30.33	Slitsmur av betong	7
30.34	Berg- och jordförankring	9
30.35	Kalk- och kalkcementpelare.....	10
30.36	Spont	10
30.37	Fyllning mot bro och stödmur.....	11
31.	Utformning.....	12
31.1	Miljöklassificering.....	12
31.11	Betongpåle	12
31.12	Slank stålpåle	12
31.13	Stålkärnepåle.....	12
31.14	Stålrörspåle.....	12
31.2	Geoteknisk undersökning.....	12
31.3	Pålgrundläggning	13
31.31	Pålplan.....	13
31.32	Ingjutningslängd.....	13
31.4	Grundläggningsnivå.....	14
31.41	Tjällyftning.....	14
31.42	Undervattensgjutning.....	14
31.43	Träpålar	15

31.5	Tjälskydd	15
31.51	Anordnande	15
31.52	Tjälskydd av cellplast	15
31.53	Tjälskydd av icke tjälskjutande material	15
31.6	Materialskiljande lager av geotextil	16
32.	Verifiering genom beräkning och provning.....	17
32.1	Förutsättningar.....	17
32.11	Laster	17
32.12	Gränstillstånd.....	17
32.13	Beräkningsmodell.....	17
32.14	Dimensioneringsvärden.....	18
32.15	Länshållning efter undervattensgjutning	19
32.2	Brottgränstillstånd	19
32.21	Plattgrundläggning	19
32.22	Pålgrundläggning, lastkapacitet.....	21
32.23	Pålgrundläggning, geoteknisk bärförmåga	22
32.3	Bruksgränstillstånd.....	26
32.31	Sättningsskillnad.....	26
32.32	Påle	27
32.33	Tjälskydd av cellplast	27
32.4	Beräkning för utmattning	27
32.5	Beräkning för olyckslast.....	28
32.51	Allmänt	28
32.52	Plattgrundläggning	28
32.53	Pålgrundläggning.....	28
33.	Material.....	29
33.1	Påle.....	29
33.11	Förtillverkad betongpåle.....	29
33.12	Grävpåle av betong.....	30
33.13	Slank stålpåle.....	31
33.14	Stålkärnepåle	31
33.15	Stålrörspåle	32
33.16	Träpåle.....	32
33.2	Påldetaljer.....	33
33.21	Pålskarv	33
33.22	Pålsko	33
33.23	Inspektionsrör	34
33.3	Jord.....	34
33.31	Packad fyllning av grus	34
33.32	Packad fyllning av sprängsten.....	35

33.33	Packad fyllning av sorterad sprängsten.....	36
33.34	Packad fyllning av annat material.....	37
33.4	Tjälskydd av cellplast.....	37
33.5	Materialskiljande lager av geotextil.....	37
33.6	Betongmadrass.....	37
34.	Utförande.....	38
34.1	Pålning.....	38
34.11	Allmänt.....	38
34.12	Skarvning.....	38
34.13	Kapning.....	39
34.2	Schaktning.....	39
34.21	Allmänt.....	39
34.22	Schaktning under grundvattenyta.....	39
34.23	Schaktning under vatten.....	40
34.24	Grundvattensänkning.....	40
34.25	Länshållning i schaktgrop.....	40
34.26	Iordningställande av schaktbotten.....	40
34.27	Bergschaktning.....	41
34.28	Länshållning efter undervattensgjutning.....	41
34.3	Fyllning.....	41
34.31	Grundläggning på packad fyllning.....	41
34.4	Tjälskydd av cellplast.....	43
34.5	Materialskiljande lager av geotextil.....	44
34.6	Toleranser.....	44
34.61	Plattgrundläggning.....	44
34.62	Pålgrundläggning.....	44
35.	Kontroll.....	45
35.1	Grundkontroll.....	45
35.11	Pålar och påldetaljer.....	45
35.12	Installerade pålars läge och längd.....	45
35.13	Pålgrupps verkliga bärförmåga.....	45
35.14	Pålslagning.....	45
35.15	Jordschaktning.....	45
35.16	Fyllning.....	46
35.2	Tilläggskontroll.....	46
35.21	Pålslagning.....	47
35.22	Installerad påle.....	48

35.23	Plattgrundläggning	48
35.3	Certifiering och verifiering av produkter	48
36.	Erosionsskydd för brostöd i vatten	49
36.1	Allmänt	49
36.2	Utförande och kontroll	49
Bilaga 3-1	Geoteknisk bärförmåga för spetsburna betongpålar.....	50
Bilaga 3-2	Pålar med borrhör och ihålig dubb	51
Bilaga 3-3	Systemberäkningsmoduler	53
Bilaga 3-4	Sidomotstånd mot en påle	54
Bilaga 3-5	Sättningsberäkning i friktionsjord och överkonsoliderad lera	56

3. Grundläggning

30. Allmänt

30.1 Tillämpning

30.11 Giltighetsområde och medgällande dokument

Giltighetsområde och medgällande dokument redovisas i avsnitt 10.1 och 10.2.

30.12 Förkortningar

En förteckning över förkortningar finns i kapitel 18.

30.13 Betong-, stål- och träkonstruktioner

Kraven avseende betong-, stål- och träkonstruktioner i del 4 och del 5 ska gälla med de ändringar och kompletteringar som anges i denna del.

30.14 Geoteknisk klass

Brogrundläggningar ska utföras och kontrolleras i någon av de geotekniska klasserna GK2 eller GK3.

Beträffande geoteknisk klass, se VKR, avsnitt 9.3.1.

30.15 Påltyper

Del 3 omfattar följande påltyper.

- Förtillverkade betongpålar
- Grävpålar av betong
- Stålkärnepålar
- Slanka stålpålar
- Stålrörspålar
- Träpålar.

För användande av andra påltyper krävs ett godtagande av beställaren i varje enskilt fall.

En stålrörspåle med diameter mindre än 0,30 mm hänförs till påltypen slank stålpåle.

30.2 Definitioner

30.21 Allmänt

Allmänna definitioner redovisas i avsnitt 10.5.

30.22 Grundläggning

Med grundläggning avses gränssnittet mellan underbyggnad och undergrund samt de delar av undergrunden för vilka bron innebär ändrade spänningsförhållanden.

30.23 Jordart

Jordartsbenämningarna hänför sig till "Jordarternas indelning och benämning" (Byggforskningsrådet).

30.24 Påles lastkapacitet

Lastkapaciteten är det enskilda pålelementets konstruktiva bärförmåga, dvs. dess möjlighet att överföra lasteffekter utan att elementet (inklusive skarvar och pålsko) går till brott eller deformeras på ett skadligt sätt. Jordens sidostöd mot knäckning är en viktig del. Det enskilda pålelementet måste även klara hantering och slagning. Lastkapaciteten är således ett mått på hur stor last ett pålelement kan utnyttjas till i ett specifikt objekt.

30.25 Påles geotekniska bärförmåga

Den geotekniska bärförmågan är jordens och/eller bergets förmåga att ta upp från en påle påförda lasteffekter utan att det uppstår brott eller skadliga rörelser i jorden eller berget. Lasten kan överföras längs pålens mantel eller vid pålspetsen.

30.26 Betongmadrass

Betongmadrass definieras i "Utförande av erosionsskydd i vatten" (Vägverket).

30.3 Speciella konstruktionsdelar

30.31 Påldäck

30.311 För påldäck ska i tillämpliga delar samma krav gälla som för bottenplatta. Trafiklasten ska antas enligt 21.22 och jordtrycket enligt 21.13.

Bankfyllningsdensiteten ska antas enligt 21.122. Påldäckets minsta tjocklek ska uppfylla kraven i 41.21.

De yttersta påraderna utförs vanligen med lutande pålar.

30.312 Den dimensionerande bärförmågan för pålar ska bestämmas enligt kapitel 32.

30.313 Med hänsyn till dränering ska påldäckets överyta ha en lutning på minst 1,0 % såväl i längs- som i tvärled. Överytan ska dessutom förses med ett dränerande lager.

Om krav på lutning i längsled kan slopas anges detta i den tekniska beskrivningen. Lutningen i tvärled ska då vara minst 1,5 %.

Ett påldäck ska förses med tätskikt enligt vad som anges i kapitel 61 för trafikerade bottenplattor. Om fyllnadshöjden understiger 1,0 m ska överytans jämnhet uppfylla kraven i 44.533.

30.314 Fyllningen på ett påldäck ska uppfylla kraven enligt ATB VÄG. Största stenstorlek inom 0,5 m från betongytan ska understiga 200 mm.

30.32 Bankpålning i anslutning till bro

Beräkning, utförande och kontroll av bankpålning ska utföras enligt "Bankpålning" (Vägverket).

30.33 Slitsmur av betong

Beräkning, utförande och kontroll av slitsmurar ska ske enligt SS-EN 1538 med följande ändringar och tillägg.

Säkerhetsklass 3 ska tillämpas. En slitsmur ska utformas armerad.

En slitsmur ska utföras enligt en separat arbetsbeskrivning och all kontroll ska betraktas som tilläggskontroll. Slitsmurar godtas inte som permanenta konstruktioner.

Hänvisningar i SS-EN 1538 ska ändras enligt nedan.

- ENV 197 ska ersättas med SS-EN 197-1 där bilaga NA ska betraktas som normativ.
- ENV 206 ska ersättas med SS-EN 206-1 och SS 13 70 03.
- ENV 1991-1 ska ersättas med del 1 och 2.
- ENV 1992-1-1 ska ersättas med del 4.
- ENV 1994-1-1 ska ersättas med del 5.
- ENV 1997-1 ska ersättas med kapitel 31 och 32.
- EN 10 080 ska ersättas med SS-ENV 10 080 inkl. NAD(S).

Dimensionering ska genomföras med hänsyn till samtliga påverkningar som slitsmuren och omgivande jord utsätts för under utförande och brukande. Vid beräkning av aktuellt jordtryck mot konstruktionen i olika skeden ska hänsyn tas till inverkan av förskjutningarnas storlek och riktning. Följande skeden ska behandlas vid dimensioneringen:

- schaktning av slits
- gjutning av slitsmur
- temporära skeden efter gjutning.

Vid beräkning av aktiva och passiva jordtryck i lera ska skjuvhållfasthetens anisotropi beaktas. Råheten hos en slitsmur får vid jordtrycksberäkning uppgå till högst 0,5.

Råheten definieras i friktionsjord som kvoten $\tan \delta / \tan \varphi$ där

- δ = friktionsvinkel mellan mur och jord och
- φ = jordens inre friktionsvinkel.

Råheten definieras i lera som kvoten a / τ_{fu} där

- a = adhesion mellan mur och jord och
- τ_{fu} = lerans odränerade skjuvhållfasthet.

Lastfaktor på

- tyngd av jord ska sättas till 1,
- tyngd av vatten till 1 och
- variabla laster enligt vad som anges i avsnitt 22.2.

Vid dimensionering av konstruktionen ska snittkrafterna i konstruktionen beräknas med karakteristiska värden på materialdata från jorden. De erhållna snittkrafterna ska multipliceras med en modellfaktor större än eller lika med 1,2.

Beräknade rörelser ska korrigeras med hänsyn till den bedömda osäkerheten i parametrarna genom addering av ett tillskott eller multiplikation med en faktor. Korrektionen ska baseras på sammanställd och värderad erfarenhet.

En utredning ska göras av tjälinverkan med beaktande av årstid, isolering, möjlighet till uppvärmning etc. Kontroll av stabiliteten för en öppen slits ska omfatta dimensioneringsfallen

- utglidning av jordkil i slitsvägg,
- inträngning av stödvätska i omgivande jord (gäller friktionsjord) samt
- utfall av jordmaterial – enskilda korn – i slits (gäller friktionsjord).

Stabiliteten för en öppen slits ska verifieras genom provning. Före provning ska stabiliteten verifieras med beräkningar.

I samband med utförande av provslits ska stabiliteten hos väggarna under schaktningen och under minst ett dygn efter schaktningen registreras. Schaktbottens läge ska kontrolleras med en platta med ytan $0,25 \text{ m}^2$, som sänks till botten. Stopp på högre nivå än provslitsens avsedda botten ska utredas. En rapport över den utförda provningen ska upprättas och lämnas till beställaren när provslitsarbetena avslutats.

Verifieringen av jordens bärförmåga i brottgränstillståndet ska minst omfatta de geotekniska brottyperna

- totalstabilitet,
- stabilitet hos schaktbotten och
- rotationsstabilitet.

Verifieringen av stag i brottgränstillståndet ska minst omfatta brottyperna

- brott i upplag eller hammarband,
- brott i stagmaterialet och
- brott i förankringszon.

Dimensionering i bruksgränstillstånd ska ske så att tillåtna rörelser eller andra bruksgränskrav inte överskrids.

Ytterligare råd kan hämtas från "Slitsmurar som permanent konstruktionsdel, dimensionering" (Vägverket).

30.34 Berg- och jordförankring

Beräkning, utförande och kontroll av förankringar ska göras enligt SS-EN 1537 med följande ändringar och tillägg.

Permanent förankringar godtas inte för upptagande av permanenta eller variabla laster, om så inte anges i den tekniska beskrivningen. Säkerhetsklass 3 ska tillämpas.

Beträffande upptagning av dragkraft i en påle, se kapitel 32.

Hänvisningar i SS-EN 1537 ska ändras enligt nedan.

- ENV 206 ska ersättas med SS-EN 206-1 och SS 13 70 03.
- ENV 1991-1 ska ersättas med del 1 och 2. Värdena i Annex D.4 ska dock innehållas.
- ENV 1992-1-1 ska ersättas med del 4.
- ENV 1992-1-5 ska ersättas med tillämpliga delar av SS-ENV 1992-1-5 med NAD (S).
- ENV 1993-1-1 ska ersättas med del 5.
- ENV 1994-1-1 ska ersättas med del 5.
- ENV 1997-1 ska ersättas med kapitel 31 och 32.
- prEN 445, 446 och 447 ska ersättas med SS-EN 445, 446 och 447.
- prEN 10 138 ska ersättas med del 4.

Utförandet av förankring ska ske enligt en separat arbetsbeskrivning och kontrolleras enligt en separat tilläggskontrollplan. PVC är inte godtagen som material i foderrör.

30.35 **Kalk- och kalkcementpelare**

Kalk- och kalkcementpelare godtas som jordförstärkning vid

- grundläggning av slutna rambroar och
- grundläggning av andra brotyper om så anges i den tekniska beskrivningen.

Handledning angående användande av kalk- och kalkcementpelare ges i "Kalk- och kalkcementpelare, Vägledning för projektering, utförande och kontroll" (Svenska Geotekniska Föreningen).

30.36 **Spont**

Beräkning, utförande och kontroll av sponter ska göras enligt SS-EN 12 063 med följande ändringar och tillägg.

Permanent sponter får inte vara av trä. En permanent spont av stål ska förankras i bottenplattan, där sådan finns. Krav på rostmån och korrosionsskydd enligt bilaga 5-2 ska uppfyllas.

Även en spont för tillfälligt bruk ska lämnas kvar om uppdragning av den kan orsaka oacceptabla sättningar hos brostödet.

Spont placerad i packad fyllning kan vanligen inte dras upp.

En spont för tillfälligt bruk som lämnas kvar kapas vanligen så att den inte sticker upp ovanför anslutande betongyta.

Hänvisningar i SS-EN 12 063 ska ändras enligt nedan.

- prEN 1537 ska ersättas med SS-EN 1537.
- ENV 1991-1 ska ersättas med del 1 och 2.
- ENV 1992-1-1 ska ersättas med del 4.
- ENV 1993-1-1 ska ersättas med del 5.
- ENV 1993-5 ska ersättas med SS-ENV 1993-5, punkt 5.2.
- ENV 1997-1 ska ersättas med kapitel 31 och 32 samt "Sponthandboken" (Byggeforskningsrådet) i tillämpliga delar.
- EN 10 219-1 och -2 ska ersättas med SS-EN 10 219-1 och -2 med NAD(S).

Då permanent spont av stål nyttjas som stödmur ska dessutom följande gälla.

- Friktion eller adhesion mellan ytbehandlad spont och jord godtas inte.
- Ett godtyckligt förankringsstag ska förutsättas avrostat. Detta är ett olycksfall.

- Bakåtförankringen ska utföras så att eventuella pålar inte utsätts för permanent dragkraft.
- Förankringen ska provdras till 1,5 gånger sin dimensionerande bärförmåga. Av stagen ska 25 %, dock minst tre, provdras. Påkänningen i stagen under provdragningen ska begränsas enligt BBK, avsnitt 4.4.3.
- För ytbehandlad spont godtas inte att friktionen i spontlåsen tillgodoräknas.
- Krypning i jorden och förankringsstagen ska beaktas.
- Relaxation i förankringsstagen ska beaktas.
- I ytor som ska vara vattentäta eller är synliga ska öppningar i sponten vid spontlås och liknande fyllas igen med ett material som är vattentätt, elastiskt, har god vidhäftning och är övermålningsbart.
- Korrosionsskyddet av förankringsstagen ska ha minst samma varaktighet som korrosionsskyddet på övriga delar av spontkonstruktionen.

En större omfattning av provningen anges i den tekniska beskrivningen.

30.37 Fyllning mot bro och stödmur

Motfyllning ska utföras enligt ATB VÄG, C2.7, E5.4 och E7.3 med kontroll enligt ATB VÄG, E5.2.

31. Utformning

31.1 Miljöklassificering

31.11 Betongpåle

Förtillverkade betongpålar och grävpålar helt i icke aggressiv jord godtas utförda och dimensionerade i exponeringsklasserna XC2/XF1. Livslängdsklass L100 ska gälla.

För en påle i aggressiv jord anges strängare krav i den tekniska beskrivningen. Exempel på aggressiva jordar är f.d. soptippar, mark med industriella restprodukter, sulfidhaltig jord, torv, bark, jord med hög halt av organiskt material, salthaltig jord och mark där elektriska likströmmar förekommer.

Exponeringsklasserna definieras i SS-EN 206-1.

För en betongpåle i vägmiljö eller marin miljö, se 10.54, ska krav enligt avsnitt 41.3 gälla.

31.12 Slank stålpåle

För en slank stålpåle ska bilaga 5-2 tillämpas.

31.13 Stålkärnepåle

Efter att hänsyn tagits till korrosion enligt bilaga 5-2 ska minst 2 mm av foderrörets godstjocklek kvarstå.

31.14 Stålrörspåle

Exponeringsklass för betong och armering i en stålrörspåle ska väljas enligt 31.11.

Om minst 2 mm av stålrörets godstjocklek kvarstår efter att hänsyn till korrosion tagits enligt bilaga 5-2 godtas det att betongen och armeringen utförs och dimensioneras i exponeringsklasserna XC2/XF1 oavsett miljö.

31.2 Geoteknisk undersökning

För grundläggning av broar ska geoteknisk undersökning genomföras enligt "Geotekniska undersökningar för vägbroar" (Vägverket).

31.3 Pålgrundläggning

31.31 Pålplan

31.311 En påle ska placeras så att en befintlig konstruktions grundläggning inte riskerar att skadas eller få störd funktion.

31.312 I pålavskärningsplanet ska minsta avståndet mellan två pålars centrumlinjer vara 0,80 m.

Pålarnas inbördes avstånd ska väljas så att risken för att två pålar kommer för nära varandra minimeras och så att det finns möjlighet att slå extra pålar som komplettering eller som kompensation för bortslagna pålar.

För förtillverkade betongpålar, slanka stålpålar och träpålar kan minsta pålavstånd väljas enligt tabell 31-1 om pålarna är parallella, eller har en riktning och lutning som varierar obetydligt, och har en längd av minst 15 m.

Tabell 31-1 Rekommenderade minsta pålavstånd

Centrumavstånd i pålavskärningsplan i förhållande till pålens diameter (D) för cirkulär påle eller sidomått (B) för kvadratisk påle*

Förutsatt pållängd	Spetsburen påle eller friktionspåle		Kohesionspåle	
	cirkulär	kvadratisk	cirkulär	kvadratisk
m				
15-25	4 D	4,5 B	5 D	5,6 B
>25	5 D	5,6 B	6 D	6,8 B

** För pålar med annan form än cirkulär eller kvadratisk väljs det centrumavstånd som anges i tabellen för cirkulär påle med lika stor tvärsnittsarea som den aktuella pålen.*

Avståndet från en påles ytterkontur till anslutande konstruktionsdels kant utformas vanligen så att det är minst 200 mm.

31.32 Ingjutningslängd

I en torrhetsgjuten bottenplatta ska pålar ges ingjutningslängder enligt tabell 31-2.

Tabell 31-2 Pålars ingjutningslängd

Påltyp	Ingjutningslängd
Förtillverkad betongpåle	≥ 200 mm
- dito med frilagd armering	≥ 100 mm
- dito då bottenplattan gjuts mot tätplatta	≥ 100 mm
Träpåle	≥ 200 mm
Slank stålpåle	≥ 50 mm
Stålkärnepåle	≥ 50 mm
Stålrörspåle	≥ 100 mm

Beträffande ingjutning av pålar av stål, se även bilaga 5-2.

Om en undervattensgjuten bottenplatta på pålar godtas anges detta i den tekniska beskrivningen. Förtillverkade betongpålar ska då gjas in minst 400 mm och betongen i bottenplattan ska tillsättas AUV-medel. Ingjutning av andra påltyper i undervattensgjuten betong kräver godtagande av beställaren i varje enskilt fall.

31.4 Grundläggningsnivå

31.41 Tjällyftning

En bottenplatta ska grundläggas på sådant sätt att tjällyftning undviks. Se ATB VÄG, C2.7.

I tjällyftande jord ska grundläggningsnivån läggas på ett minsta djup under blivande markyta eller MLW motsvarande d-måttet enligt ATB VÄG, tabell C2.4-2, $VR \geq 70$. Alternativt kan tjälskydd enligt avsnitt 31.5 anordnas.

En bottenplatta med någon del fritt i vatten förläggs vanligen med sin överyta under LLW.

31.42 Undervattensgjutning

En undervattensgjuten bottenplatta utan tillsats av AUV-medel ska i sin helhet vara belägen under LLW.

En undervattensgjuten betongkonstruktion med tillsats av AUV-medel ska i sin helhet vara belägen på frostfri nivå.

Frostfri nivå i vatten kan anses motsvara d-måttet enligt ATB VÄG, tabell C2.4-2, $VR \leq 50$, tjälfarlighetsklass 2 - 3, under MLW. Om en utredning visar att risk för frysning inte föreligger kan en undervattensgjuten betongkonstruktion med AUV-medel vara belägen på högre nivå.

31.43 Träpålar

En bottenplatta grundlagd på träpålar ska förläggas med pålavskärningsplanet minst 200 mm under LLW eller lägsta grundvattenyta.

Om så anges i den tekniska beskrivningen ska framtida landhöjning respektive förändrad grundvattennivå beaktas.

31.5 Tjälskydd

31.51 Anordnande

Om en bottenplatta placeras högre än vad som följer av krav enligt 31.41 ska ett tjälskydd anordnas. Detta kan utformas som ett tjälskydd av cellplast eller som en fyllning med icke tjälskjutande material.

31.52 Tjälskydd av cellplast

Ett tjälskydd av cellplast ska utformas så att den kortaste vägen från blivande markyta eller MLW till tjällyftande jord under bottenplattan, mätt runt tjälskyddet, är större än d-måttet enligt 31.41.

Ett tjälskydd av cellplast på material i tjälfarlighetsklass 4 ska utformas med värmemotstånd enligt ATB VÄG, tabell C2.4-1, $VR \geq 70$. Vid grundläggning på material i tjälfarlighetsklass 2 eller 3 får erforderligt värmemotstånd enligt tabellen minskas med $0,45 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Tjälskydd av cellplast får placeras under slutna rambroar, slutna rörbroar och pågrundlagda bottenplattor. För placering av tjälskydd under andra konstruktioner krävs särskilt godtagande av beställaren.

31.53 Tjälskydd av icke tjälskjutande material

Ett tjälskydd av icke tjälskjutande jordmaterial ska utformas så att den kortaste vägen från blivande markyta eller MLW till tjällyftande jord under bottenplattan är större än d-måttet enligt 31.41. Vid plattgrundläggning ska kraven för packad fyllning uppfyllas.

31.6 Materialskiljande lager av geotextil

Vid val av geotextil ska krav enligt ATB VÄG, C2.6, uppfyllas.

32. Verifiering genom beräkning och provning

32.1 Förutsättningar

32.11 Laster

Vid beräkning av grundläggning ska laster enligt del 2 tillämpas.

32.12 Gränstillstånd

32.121 I bruksgränstillstånd ska lastkombinationer enligt 22.21, 22.23, 22.25 och 22.27 tillämpas.

32.122 I brottgränstillstånd ska lastkombinationer enligt 22.22 och 22.24 tillämpas.

32.123 Vid beräkning av pålelement för utmattningslast ska lastkombination enligt 22.26 kompletterad med påkänningar och lastcykler under drivning och stoppslagning tillämpas.

32.124 Vid beräkning för olyckslast ska lastkombination enligt 22.28 tillämpas.

32.13 Beräkningsmodell

32.131 För en bro som är grundlagd i en slänt ska släntens totalstabilitet beräknas genom en glidyteberäkning. Se även ATB VÄG, C2.3.

32.132 Tyngd av jord inom zon II enligt figur 32-1 ska räknas som egentyngd.

32.133 Om så anges i den tekniska beskrivningen ska ett brostöds stabilitet beräknas med hänsyn tagen till största förväntade erosion vid bottenplattan.

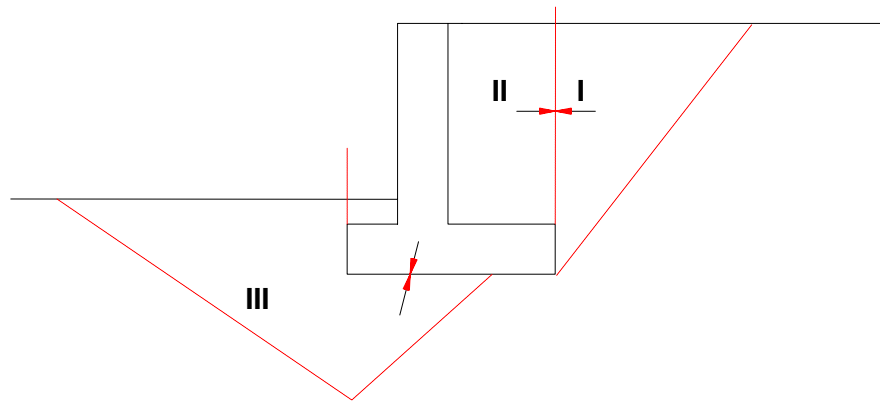
32.134 En pålgrupp ska beräknas och utföras som en rymdram, inspänd i omgivande jord och i bottenplattan, om pålgruppen har mindre än åtta pålar. Vid grundläggning av en gång- och cykelbro gäller samma krav för en pålgrupp med mindre än fyra pålar.

32.135 Vid bestämning av en påles bärförmåga ska det lägsta av lastkapaciteten och den geotekniska bärförmågan användas.

Inverkan av stoppslagningen är vanligen avgörande för pålens lastkapacitet.

Om pålarna i en pålgrupp antas inspända i bottenplattan ska denna liksom pålarna beräknas för de uppträdande momenten och krafterna. Vidare ska det visas att jorden kan uppta motsvarande sidokrafter.

- 32.136 Vid verifiering av en plattgrundläggnings bärförmåga ska konstruktionen antas uppdelad i tre delar enligt figur 32-1.



Figur 32-1 Beräkningsmodell för plattgrundläggning

32.14 Dimensioneringsvärden

- 32.141 Med ändring av vad som anges i 42.14 godtas att följande kryptal används för pålar.

$\varphi = 1,6$ för permanenta laster

$\varphi = 0$ för övriga laster

Jords krypdeformationer ska beräknas med följande kryptal.

$\varphi = 2$ för permanenta laster

$\varphi = 0,5$ för temperaturer

$\varphi = 0$ för övriga laster

Användning av karakteristiska vinkeländringsmoduler enligt bilaga 3-3 godtas.

- 32.142 Grundvattennivå och portryck ska bestämmas enligt ATB VÄG, C2.1.

- 32.143 Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper inklusive koefficienten γ_m ska bestämmas enligt "Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper" (Vägverket).

Värden på jordens hållfasthets- och deformationsegenskaper samt värde på koefficienten γ_m anges i den tekniska beskrivningen. Vissa värden på γ_m anges dock i kapitel 32.

- 32.144 Koefficienten γ_{Rd} ska alltid sättas till lägst 1,0.
- 32.145 För fyllning som uppfyller kraven i 33.31, 33.32 respektive 33.33 och som packas enligt 34.311 t.o.m. 34.315 godtas att φ_k bestäms enligt tabell 32-1. Koefficienten γ_m får sättas till 1,1.

Tabell 32-1 Karakteristisk friktionsvinkel φ_k för packad fyllning

Underlag	Packad fyllning enligt 33.31	Packad fyllning enligt 33.32	Packad fyllning enligt 33.33
Underlag av friktionsjord med lägst medelhög relativ fasthet	38°	45°	48°
Underlag av övrig jord	35°	41°	42°

32.15 Länshållning efter undervattensgjutning

En bottenplatta eller tätplatta ska hindras att lyfta till följd av vattnets uppträck vid länshållningen. Plattan ska därför dimensioneras så att egentvånghöjden ökad med en eventuell påförd belastning och de förankringskrafter som med säkerhet kan påräknas från spont, förankringsstag eller pålar minst motsvarar det vattentryck som verkar mot plattans undersida.

För att förhindra att plattan rör sig uppåt vid länshållningen kan förankringsstag behöva förspännas.

Det uppåtriktade vattentrycket ska beräknas från en nivå minst lika med MHW respektive högsta grundvattennivå.

Om beställaren så medger kan en annan vattennivå för beräkning av det uppåtriktade vattentrycket användas.

32.2 Brottgränstillstånd

32.21 Plattgrundläggning

32.211 För en platta grundlagd på berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,10 m från närmaste plattkant.

För en platta grundlagd på annat material än berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,30 m från närmaste plattkant.

- 32.212 Plattgrundläggningar ska beräknas med hänsyn till risken för glidning. Sådan beräkning ska utföras för samtliga gränssnitt där glidning kan inträffa. Beräkningen ska göras genom bestämning av

$$\mu_{akt} = \frac{H}{V}$$

μ_{akt} ska vara mindre än eller lika med μ_d .

Den karakteristiska friktionskoefficienten μ_k mellan platsgjuten betong och friktionsjord får antas vara lika med $\tan \varphi_k$. För förtillverkade bottenplattor ska friktionskoefficienten reduceras med 33 % eller så ska ett värde bestämt genom provning användas. Vid bestämning av μ_d godtas att koefficienten γ_{Rd} sätts till 1 och γ_m till 1,1.

Karakteristiska friktionskoefficienten mellan konstruktion och undergrund ska uppgå till högst följande värden.

Sprängd och rensad bergyta	$\mu_k \leq 1,2$
Naturlig, rensad bergyta med sprickor och ojämnheter	$\mu_k \leq 0,8$
Naturlig, rensad, i huvudsak plan och sprickfri bergyta	$\mu_k \leq 0,6$
Kohesionsjord (dränerat brott)	$\mu_k \leq 0,6$

μ_k anges i den tekniska beskrivningen.

Om geotextil används vid grundläggningen godtas att karakteristisk friktionskoefficient och γ_m enligt tillverkarens provning används. Alternativt begränsas H/V till högst 0,25. För slutna ramar och rörbroar, dock inte valv av stål, godtas användning av geotextil utan kontroll av H/V.

I kohesionsjord vid odränerat brott får medelskjuvspänningen, τ_m , beräknad på plattans effektiva yta, A_{ef} , högst uppgå till jordens dimensionerande odränerade skjuvhållfasthet, c_{ud} .

$$\tau_m = \frac{H}{A_{ef}}$$

Vid bestämning av c_{ud} godtas att koefficienten γ_{Rd} sätts till 1 och γ_m till 1,6.

c_{uk} anges i den tekniska beskrivningen.

- 32.213 Bärförmågan hos plattgrundläggning ska bestämmas med allmänna bärrighetsformeln enligt "Plattgrundläggning" (Svensk Byggtjänst), 2.42, eller genom glidyteberäkning. Koefficienten γ_{Rd} godtas satt till 1,0.

För olika jordförhållanden ska beräkningen utföras under antagande av odränerade respektive dränerade förhållanden.

I Plattgrundläggning, 3.42, finns ytterligare information.

Användning av allmänna bärighetsformeln godtas inte vid beräkning (dränerad analys) av en platta i en slänt med släntlutning större än halva karakteristiska värdet på friktionsvinkeln.

Glidyteberäkningar ska utföras med kombinerad analys, dvs. den lägsta av jordens dränerade resp. odränerade skjuvhållfasthet ska förutsättas. Farligaste glidyteform ska sökas.

Vid glidyteberäkning i kohesionsjord med odränerad analys godtas att ändyteffekten beaktas enligt "Handledning för geotekniska beräkningar" (Vägverket).

Vid glidyteberäkning med dränerad analys godtas att ändyteffekten beaktas endast om skjuvhållfastheten i ändytorna beräknas utan inverkan av spänningsökning förorsakad av fundamentet.

- 32.214 Vid grundläggning på berg ska dimensionerande bärförmåga bestämmas med hänsyn till bergmassans totalstabilitet samt bergartens hållfasthet och beständighet.

Det dimensionerande hållfasthetsvärdet, f_d , anges i den tekniska beskrivningen.

- 32.215 Ett brottgränstillstånd förorsakat av stora deformationer ska beaktas.

Hänsyn till detta tas vid beräkning av lager enligt kapitel 72.

I vissa fall kan en belastning på en platta orsaka så stora deformationer att konstruktionen tar skada. Denna belastning kan vara lägre än den som orsakar jordbrott. I löst lagrad friktionsjord och normalkonsoliderad lera kan skillnaden mellan bärförmågan i brottgränstillstånd och den last som förorsakar skadliga deformationer vara betydande.

Om så anges i den tekniska beskrivningen ska vertikala deformationer verifieras. Verifieringen utförs med beräkningsmetoder enligt 32.31.

32.22 Pålgrundläggning, lastkapacitet

- 32.221 En påles lastkapacitet för tryckkraft ska bestämmas enligt "Dimensioneringsprinciper för pålar – Lastkapacitet" (Pålkommissionen) med ändringen att kryptal bestäms enligt 32.141.

Dessutom ska

- hänsyn tas till eventuell minskning av sidostöd orsakad av t.ex. lerproppsdragning och
- sidomotstånd mot pålar beräknas enligt bilaga 3-4.

Beräkning av lastkapacitet för dragkraft ska göras enligt BBK, BSK respektive VKR.

En betongpåle godtas dimensionerad enligt ”Standardpålar av betong - lastkapacitet och geoteknisk bärförmåga” (Pålkommisionen) med följande ändringar.

- Olyckslast ska beaktas enligt 32.53.

- Användning av linhejare godtas inte.

För en träpåle som skarvas enligt ritning 581:1S-gp får f_d i skarvsnittet sättas till högst 80 % av motsvarande värde för oskarvat tvärsnitt.

32.222 Vid beräkning av betongpåles lastkapacitet godtas inte att spännarmering i pålen tillgodoräknas.

Motivet är risken för att armeringen kommer att rosta bort då pålen spruckit.

32.223 Om samverkan mellan betong och stålrör utnyttjas för en stålrörspåle ska detta ske genom vidhäftning och friktion eller mekanisk skjuvförbindare. Dock godtas inte större värde än 0,40 MPa på dimensionerande skjuvhållfasthet med avseende på vidhäftning och friktion.

Excentricitet i bergdubben ska för en stålrörspåle medräknas till ett värde av minst 25 % av dubbens diameter. Hänsyn ska tas till eventuell horisontalkraft vid beräkning av en bergsko till stålrörspåle.

32.224 Vid bestämning av lastkapaciteten för en slank stålpåle ska hänsyn även tas till kraven i ”Dimensioneringsanvisningar för slagna slanka stålpålar” (Pålkommisionen), kapitel 4 och 5.

32.225 Vid bestämning av lastkapaciteten för en grävpåle ska hänsyn även tas till kraven i SS-EN 1536 varvid följande ändringar och tillägg ska tillämpas.

Hänvisningar i SS-EN 1536 ska ändras enligt nedan.

- ENV 1991-1 ska ersättas med del 1 och 2
- ENV 1992-1-1 ska ersättas med del 4
- ENV 1994-1-1 ska ersättas med del 5
- ENV 1997-1 ska ersättas med del 3.

Hänsyn ska tas till en eventuell lutning hos bergytan.

32.23 Pågrundläggning, geoteknisk bärförmåga

32.231 För en mantelburen påle ska den geotekniska bärförmågan för tryckkraft bestämmas genom beräkning eller genom provning. För dynamisk provning ska kraven enligt 32.237 gälla varvid tillämpning av γ_{tot} i tabell 32-2 för berg godtas.

Exempel på beräkningsmetoder redovisas i Pågrundläggning, 6.4 och 6.5.

För statisk provning godtas att "Anvisningar för provpålning med efterföljande provbelastning" (Pålkommisionen) används. γ_{tot} i tabell 32-2 för berg ska då tillämpas. Om endast en eller två pålar provas ska γ_{tot} sättas till minst 1,95 respektive 1,8 för säkerhetsklass 2. För säkerhetsklass 3 ska γ_{tot} ökas med 0,1.

Med en mantelburen påle avses en påle där den helt övervägande delen av bärförmågan utgörs av jordens bärförmåga längs med pålens mantelyta.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för kohesionspåle i överkonsoliderad lera med överkonsolideringskvoten större än tre ska bestämmas efter provning.

För en stålpåle som är ytbehandlad får mantelbärförmågan tillgodoräknas endast om den bestäms genom provning.

Totallasten på en grupp av mantelburna pålar, räknad som en enhet, ska kunna överföras till omgivande jordlager med minst samma säkerhet som gäller för den enstaka pålen.

32.232 Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft ska bestämmas genom provning eller beräkning enligt 32.233. Se även 32.239.

Exempel på beräkningsmetoder redovisas i Pålgrundläggning, 6.4 och 6.5.

Resultat från provning genom tryckbelastning godtas som underlag för att bestämma den dimensionerande geotekniska bärförmågan för dragkraft under förutsättning att mantelmotståndet vid provningen kan särskiljas ur den totala bärförmågan och används som ingångsvärde vid beräkning av den geotekniska bärförmågan för dragkraft enligt följande.

- För en påle i kohesionsjord ska den dimensionerande bärförmågan för dragkraft bestämmas genom att den dimensionerande geotekniska bärförmågan för tryckkraft multipliceras med en faktor 0,8.
- För en påle i friktionsjord ska den dimensionerande bärförmågan för dragkraft bestämmas genom att den dimensionerande geotekniska bärförmågan för tryckkraft multipliceras med en faktor 0,5.

32.233 Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft i en påle i friktionsjord godtas satt till 0 kN när pålens längd i jord är 3 m och till 50 kN när längden är 12 m och däröver. För mellanliggande längder godtas rätlinjig interpolering.

Pålens effektiva egentygdskomposant i pålens längdriktning kan tillgodoräknas vid bestämning av bärförmågan.

32.234 Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för tryckkraft för en spetsburen påle ska bestämmas enligt någon av metoderna i 32.235, 32.236 eller 32.237.

För en stålkärnepåle enligt 33.14 med en del av pålen ingjuten i berg godtas även att den geotekniska bärförmågan för tryckkraft bestäms genom dragprovning.

I den tekniska beskrivningen anges det antal stålkärnepålar som ska provas samt aktuell säkerhetsfaktor.

32.235 Stoppslagningskriterierna bestäms enligt bilaga 3-1. Värdena i bilagan är godtagna endast för betongpålar med areorna 0,055, 0,073 eller 0,076 m².

32.236 Stoppslagningskriterierna bestäms enligt "Datorsimulering av påslagning" (Pålkommisionen). Metoden är endast godtagen för en påle med tvärsnittsytta högst 0,10 m² och lägst 0,005 m² och följande krav ska uppfyllas.

- Stoppslagningen ska väljas till högst 10 mm/10 slag. Hejarens vikt ska minst vara lika med fem gånger pålens vikt/m.
- Simulering ska göras med endimensionell vågmodell enligt E A Smith, t.ex. med datorprogrammet WEAP.
- Värdet på effektiviteten för frifalls- och tryckluftshejare ska sättas till uppmätt värde eller erfarenhetsvärde för aktuell utrustning, dock högst 80 %.

Produkten $\gamma_{Rd}\gamma_{mp}\gamma_n$ ska i säkerhetsklass 2 sättas till minst 2,3. I säkerhetsklass 3 ska värdet vara minst 2,5. Vid stoppslagning mot berg godtas att ovanstående värden minskas med 0,2.

32.237 Den geotekniska bärförmågan bestäms i varje enskilt fall genom stötvågsmätning med en metod som ska vara godtagen av beställaren.

Den karakteristiska geotekniska bärförmågan ska bestämmas genom analys av uppmätta accelerations- och töjningsförlopp.

Analysen kan utföras med datorprogrammet CAPWAP eller likvärdigt.

För spetsburen påle med liten fjädring, högst $d/60$, hos pålspetsen godtas att den karakteristiska geotekniska bärförmågan bestäms enligt CASE-metoden. Pålens sjunkning ska då högst vara 3 mm/slag.

R_d ska bestämmas enligt formeln

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{Rd} \cdot \gamma_{mp} \cdot \gamma_n} = \frac{R_m}{\gamma_{tot}}$$

R_m medelvärde av uppmätt bärförmåga

γ_{tot} den sammansatta säkerhetsfaktorn inklusive hänsyn till skillnaden mellan medelvärde och karakteristiskt värde.

γ_{tot} ska minst ges värde enligt tabell 32-2.

Tabell 32-2 γ_{tot}

Antal prov	Säkerhetsklass 2		Säkerhetsklass 3	
	berg	jord	berg	jord
3	1,7	1,95	1,8	2,1
4	1,6	1,85	1,7	2,0
6	1,55	1,8	1,65	1,9
10	1,5	1,7	1,6	1,8
≥ 20	1,45	1,65	1,55	1,75

Varje enskilt värde ska minst vara 0,85 gånger det uppmätta medelvärdet.

Minst tre pålar per kontrollobjekt ska provas och de provade pålarna ska vara ett representativt urval av pålarna i kontrollobjektet. Med kontrollobjekt menas en grupp av pålar med enhetligt installationssätt och verkningssätt i en enhetlig jordvolym. Avståndet mellan de yttersta pålarna i ett kontrollobjekt får inte överstiga 30 m.

I vanliga fall är en pålgrupp för ett stöd ett kontrollobjekt.

Närliggande mantelburna pålgrupper kan föras till samma kontrollobjekt om en geoteknisk undersökning visar att jordens sammansättning och egenskaper är enhetlig inom den berörda jordvolymen.

Om alla pålar i en pålgrupp mäts godtas att γ_{tot} enligt ovan sätts till

- 1,4 för berg i säkerhetsklass 2,
- 1,6 för jord i säkerhetsklass 2,
- 1,5 för berg i säkerhetsklass 3 och
- 1,7 för jord i säkerhetsklass 3.

32.238 Om centrumavståndet mellan grävpålar är mindre än sex gånger påldiametern ska den geotekniska bärförmågan verifieras för pålgruppen som en enhet.

32.239 Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft för en stålkärnepåle godtas verifierad genom att nedanstående tre verifieringar utförs:

- Beräkning av en bergkon med halva toppvinkeln 30 grader och med totala säkerhetsfaktorn 3,0 för säkerhetsklass 3 och 2,5 för säkerhetsklass 2. Med beräkningen ska det verifieras att bergkonens och ovanförliggande jordvolymens sammantagna effektiva tyngd dividerad med säkerhetsfaktorn är större än den dimensionerande dragkraften. Om bergkoner från flera dragna pålar sammanfaller ska detta beaktas så att den sammanlagda dragkraften inte överstiger den tillgängliga bergvolymens och den ovanförliggande jordens effektiva tyngd. Friktion i ovanförliggande jord får inte räknas med. Medräk-

ande av mantelbärigheten i jorden förutsätter att det kan verifieras att vidhäftningen i bergområdet då inte försämras.

- Beräkning av vidhäftningsbärförmågan mellan stål och bruk respektive bruk och berg.
- Provning av vidhäftningen mellan stål och bruk samt mellan bruk och berg genom dragprovning av 10 % av pålarna i en kontrollgrupp som har enhetligt verkningssätt. Provlasten ska vara den dimensionerande dragkraften multiplicerad med säkerhetsfaktorn γ_{tot} enligt tabell 32-2.

En större omfattning av provningen anges i den tekniska beskrivningen.

32.3 Bruksgränstillstånd

32.31 Sättningskillnad

32.311 En grundläggning ska utformas så att dimensionerande sättningskillnad, Δs_d , mellan angränsande brostöd inte överskrider 1/500 av spännvidden, om inte en utredning visar att något annat krav är acceptabelt. Kravet avser broytans jämnhet ur vägprofilsynpunkt. Estetiska hänsyn kan medföra att strängare krav ska tillämpas. Detta anges då i den tekniska beskrivningen.

Med hänsyn till brons utformning och risken för vattensamlingar på bron är det ofta lämpligt att utforma grundläggningen med mindre dimensionerande sättningskillnader.

Den dimensionerande sättningskillnaden ska beräknas för laster enligt 22.252.

32.312 Med tillägg till vad som anges i VKR, 9.4.2, ska dimensionerande sättning, s_d , beräknas med dimensionerande jordparametrar multiplicerade eller dividerade med modellsäkerheten γ_{Rd} enligt någon av formlerna

$$s_d = f(E_d) \gamma_{Rd} \quad (\text{om stora deformationer är ogynnsamma})$$

$$s_d = \frac{f(E_d)}{\gamma_{Rd}} \quad (\text{om små deformationer är ogynnsamma})$$

Dimensionerande sättningskillnad, Δs_d , ska beräknas som största skillnad mellan dimensionerande sättning hos aktuellt stöd (B) och karakteristisk sättning, s_k , hos angränsande stöd (A). Den karakteristiska sättningen ska beräknas med karakteristiska jordparametrar och $\gamma_{Rd} = 1,0$.

Den dimensionerande sättningskillnaden ska beräknas enligt nedanstående formel.

$$\Delta s_d = s_d(B) - s_k(A)$$

- 32.313 Sättning vid plattgrundläggning ska beräknas enligt nedan.
Om lasteffekten i bruksgränstillståndet är större än 2/3 av dimensionerande bärförmåga i brottgränstillståndet ska även krypdeformationer beaktas. I friktionsjordar godtas att krypdeformationer beaktas genom att förekommande sättningsmoduler halveras för lastökningen över 2/3 av den dimensionerande bärförmågan i brottgränstillstånd för aktuellt lastfall. I kohesionsjordar krävs en särskild utredning.
Sättningsberäkning för en platta i friktionsjord och överkonsoliderad lera ska utföras enligt bilaga 3-5 för sluttiden t lika med 100 år.
Karakteristiska deformationsparametrar ska väljas enligt "Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper" (Vägverket).
*Sättningsberäkningar för en platta i lermorän kan baseras på resultat från pressometerundersökning. Beräkningarna kan utföras enligt Plattgrundläggning, 2.65 och 3.53.
Koefficienten γ_{Rd} sätts då till minst 1,2.*
- 32.314 Vid beräkning av sättningen för ett stöd grundlagt på spetsburna pålar ska hänsyn tas till pålmaterialets kompression och sättning i jorden under pålspetsarna.
*Sättningen i jorden under pålspetsen kan i vanliga fall försummas.
Värden för jordens sättningsmodul och partialkoefficienterna γ_m och γ_{Rd} anges i den tekniska beskrivningen om sättningen under pålspetsen inte är försumbar.*
- 32.315 För grupper av mantelburna pålar ska storleken av förväntade sättningar beräknas med någon av metoderna i Pålgrundläggning, 5.63.
- 32.32 Påle**
Påle, inklusive skarvar och bergskor, ska beräknas i bruksgränstillståndet såväl vid hantering som vid bestämmande av lastkapacitet.
- 32.33 Tjälskydd av cellplast**
Vid plattgrundläggning på ett tjälskydd av cellplast ska cellplastens tryckhållfasthet vid långtidsbelastning överstiga grundtrycket för en lastkombination enligt 22.252.
- 32.4 Beräkning för utmattning**
Användning av skarv- eller häftsvetsad armering i förtillverkade betongpålar godtas om spänningsvidden ($2\sigma_a$) för last enligt 32.123 är mindre än 60 MPa. Alternativt kan en utmattningskontroll utföras med

beräkning enligt delskadehypotesen baserad på värden från utmattningsprovning av den aktuella armeringsutformningen.

32.5 Beräkning för olyckslast

32.51 Allmänt

Större sidomotstånd än vad som motsvarar karakteristiskt passivt jordtryck får inte utnyttjas.

32.52 Plattgrundläggning

För en platta grundlagd på berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,10 m från närmaste plattkant.

För en platta grundlagd på annat material än berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,30 m från närmaste plattkant.

Vid kontroll av bärförmåga och risk för glidning hos plattgrundläggning godtas att koefficienten γ_m sätts till medelvärde av 1,0 och använt värde i brottgränstillståndet.

För plattgrundläggning på berg godtas att det dimensionerande hållfasthetsvärdet ökas med 50 % jämfört med det värde som är angivet för brottgränstillståndet.

32.53 Pålgrundläggning

Vid beräkning av en pålgrupp för olyckslast enligt 21.31 eller 21.32 godtas att dragna pålar försummas.

Vid beräkning för olyckslast godtas att en påles karakteristiska geotekniska bärförmåga används. För en påle där den dimensionerande geotekniska bärförmågan i brottgränstillstånd bestäms enligt 32.235 godtas dock endast en ökning med 50 %. En betongpåles eller en stålpåles lastkapacitet ska bestämmas med koefficienten γ_m enligt BBK, BSK och VKR, 9.4.1. En träpåles lastkapacitet godtas ökad med 25 % jämfört med 32.221.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft för en stålkärnepåle godtas verifierad enligt 32.239 varvid säkerhetsfaktorn för verifiering med beräkning får sättas till 2,0. Säkerhetsfaktorn för verifiering med provdragning, γ_{tot} , får sättas till 1,1.

33. Material

33.1 Påle

33.11 Förtillverkad betongpåle

33.111 Ytor med större lokala utåtgående ojämnheter än 10 mm vid mätning från rätskiva med en meters längd godtas inte. Icke formsatta ytor ska vara avjämnade.

Hörnskador som är större än det som motsvarar inläggning av en 20 mm trekantlist i formen godtas inte för en kvadratisk påle.

Angivna värden på mått och toleranser avseende längd, tvärmått, raket samt vinkelavvikelse hos ändyta i SS 81 11 03, punkt 4, ska uppfyllas.

En påle får inte ha större sprickor, i obelastat tillstånd, än de som anges i tabell 33-1.

Tabell 33-1 Maximal storlek på sprickor

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

33.112 Längsarmeringen ska vara oskarvad om pålelementet har mindre längd än 13,0 m.

Pålen ska vara försedda med bygelarmering i form av en spiral med diametern minst 5 mm. Spiralen ska läggas med minst 10 varv/m den första metern räknat från varje pålände eller pålelementände. På resterande del ska spiralen läggas med minst fem varv/m. Spiralbygeln ska avslutas med ett helt slutvarv, se SS 81 11 03, figur 1. Centrumavståndet mellan trådarna ska variera med högst 40 mm.

Byglarna ska tillverkas av ståltråd med sträckgränsen (0,2-gräns) minst 390 MPa. Tråden ska kunna bockas enligt SS-EN ISO 7438 över en dorn med 8 mm diameter utan att sprickor uppkommer.

33.113 Betongen ska uppfylla lägst tryckhållfasthetsklass C 40/50 och ha en spräckhållfasthet, f_{tk} , på lägst 2,0 MPa.

Vid påslagningen ska betongen ha uppnått fordrad hållfasthet.

33.114 Det godtas att kravet på användning av lågalkaliskt cement enligt 43.222 frångås om det påvisas att alkalireaktiv ballast inte används. Provingen ska vara utförd vid ett organ enligt 10.83.

Det godtas att kravet på användning av sulfatresistent cement enligt 43.222 frångås om det dels påvisas att sulfidhaltig ballast inte används, dels påvisas att den färdiga installerade pålen inte kommer att utsättas för sulfatangrepp. Provningsen ska vara utförd vid ett organ enligt 10.83.

För en påle i marin miljö och i vägmiljö ska sulfatresistent cement användas, se 10.54.

- 33.115 Med tillägg till vad som anges i 43.22 och 43.24 godtas, för en påle som installerad kommer att befinna sig helt i jord, att cementtyp II enligt SS-EN 197-1 inklusive bilaga NA används och att mineraliska tillsatsmaterial tillsätts.

Anledningen är att risk för karbonatisering inte föreligger i detta fall.

- 33.116 En betongpåles överände ska vara försedd med en sprickring av stål som har en tvärsnittsarea motsvarande minst 4 x 75 mm.

- 33.117 Pålelement ska betraktas som betongelement.

- 33.118 Distansklotsar av plast godtas för betongpålar i exponeringsklasserna XC2/XF1.

- 33.119 Vid leverans ska dokumentation bifogas som visar

- vilken ballasttäkt som används
- ballastens egenskaper enligt 33.114.

Dokumentationen behöver inte bifogas om cement enligt 43.222 används.

33.12 Grävpåle av betong

En grävpåle ska uppfylla kraven i SS-EN 1536 med följande ändringar och tillägg. En grävpåle ska vara armerad.

Hänvisningar i SS-EN 1536 ska ändras enligt nedan.

- ENV 197-1 ersätts med SS-EN 197-1 där bilaga NA ska betraktas som normativ.
- ENV 206 ska ersättas med SS-EN 206-1 samt SS 13 70 03.
Hänvisningen i SS-EN 1536, 7.6.4.2, till ENV 206, exposure class 5, ska ersättas med SS-EN 206-1, klass XA.
- EN 10 025 ska ersättas med SS-EN 10 025 + A1 inkl. NAD(S).
- ENV 10 080 ska ersättas med SS-ENV 10 080 inkl. NAD(S).
- EN 10 210-1 ska ersättas med SS-EN 10 210-1 inkl. NAD(S).

33.13 Slank stålpåle

- 33.131 Karakteristiska värdet på styvheten EI i vekaste riktningen beräknad utan hänsyn till eventuell avrostning ska uppgå till minst 500 kNm². Raketeten efter slagning ska kunna kontrolleras.
Om EI är minst 2 000 kNm² godtas att raketeten hos pålen inte kan kontrolleras.
- 33.132 En påles centrumlinje får avvika från den räta linjen mellan två godtyckligt valda mätpunkter på minst fyra meters avstånd med högst 1/600 av mätlängden.
- 33.133 Med tillägg till vad som anges i del 5 godtas stålen S355J2G3 och S355J0 enligt SS-EN 10 025 + A1 inklusive NAD(S) för svetsade delar i en påle.
- 33.134 En stålpåles överände ska förses med tryckfördelande ändplåt. Denna ska vara svetsad eller skruvad till pålskallen.
- 33.135 Ingjutningen av en rörpåle ska uppfylla kraven i ”Dimensioneringsanvisningar för slagna slanka stålpålar” (Pålkommisionen), avsnitt 3.3.

33.14 Stålkärnepåle

- 33.141 På en mantelburen stålkärnepåle som gjuts in i berg ska hela den ingjutna delen utföras med påläggssvetsar. Svetsarna ska vara minst 3 mm höga och ringformade runt pålen på ett inbördes avstånd av 50 - 100 mm. Förvärmning ska utföras innan påläggssvetsen påförs.
Om verifieringen av den geotekniska bärförmågan genom provning enligt 32.239 utförs på ett sådant sätt att den resulterande kraften från provningsutrustningen inte belastar bergkonen godtas det att den rillade längden begränsas till vad som erfordras med hänsyn till den dimensionerande vidhäftningshållfastheten.
- 33.142 Kringgjutning av stålkärnan ska ske med injekteringsbruk. Tryckhållfasthetsklassen ska minst motsvara C 30/37.
Vattencementtalet väljs vanligen till högst 0,45.
- 33.143 Distanser mellan foderrör och kärna i en stålkärnepåle ska vara av icke metalliska material. Distanserna ska sättas fast på kärnan innan den monteras på plats.
- 33.144 Foderrörets tjocklek ska vara minst 5 mm. Avståndet mellan foderrör och stålkärna ska vara minst 25 mm.

- 33.145 Med tillägg till vad som anges i del 5 godtas att stål enligt "Stålkärnepålar – anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll", avsnitt 4.3.1 och bilaga 3 (Pålskommissionen) eller motsvarande används till kärnan. Stålet ska i sådana fall levereras med provningsintyg 3.1B.

33.15 Stålrörspåle

- 33.151 Om stålröret utnyttjas konstruktivt ska stålet uppfylla kraven i avsnitt 54.2 och 56.22 och korrosionshänsyn ska tas enligt bilaga 5-2. Dessutom ska kraven i "Grova stålrörspålar - Anvisningar för dimensionering och utförande", avsnitt 3.3.4 och 5.1 (Pålskommissionen) vara uppfyllda.
- 33.152 Diametern ska vara minst 0,30 m.

33.16 Träpåle

- 33.161 En påle med större längd än 18 m ska ha en toppdiameter av minst 125 mm. En påle med mindre längd än 14 m ska ha en toppdiameter av minst 150 mm. För mellanliggande pållängder godtas rätlinjig interpolering.

Angivna längdmått avser pålelementets längd före kapning.

- 33.162 En träpåle som är mindre än 14 m lång ska vara oskarvad.
- 33.163 Virket ska vara friskt. Röta, genomgående blånadssvamp eller på djupet gående gångar efter trägnagande insekter godtas inte.

Ytblånad kan få finnas i fläckar eller ränder.

Tidpunkten för avverkning av timmer till pålar väljs så att risken för uttorkningssprickor och rötskador minimeras.

Den del av en påle som gjuts in i betong ska vara barkad.

Eventuellt krav att hela pålen ska vara barkad anges i den tekniska beskrivningen.

- 33.164 En påles centrumlinje får avvika från den räta linjen mellan två godtyckligt valda mätpunkter på minst tre meters avstånd med högst 1/100 av mätlängden.

Den räta linjen mellan två godtyckligt valda punkter på pålens centrumlinje får inte i någon punkt falla utanför påltvärsnittet.

33.2 Påldetaljer

33.21 Pålskarv

33.211 Skarvar till förtillverkade betongpålar, slanka stålpålar, stålkärnepålar och stålrörspålar ska ha lämpliga hållfasthets- och styvhetsgenskaper. Detta ska verifieras genom beräkning eller provning.

Lutningsändringen i skarven ska för en förtillverkad betongpåle vara högst 1:75 (enskilt skarvbeslag 1:150) och för en slank stålpåle högst 1:150 (enskilt skarvbeslag 1:300).

33.212 Skarvning av en underpåle av trä med en överpåle av betong godtas utförd med en hylsskarv som är speciellt utformad för detta. Lutningsändringen i skarven ska vara högst 1:75.

Exempel på utförande av sådan skarv visas på ritning 581:1S-gp.

33.213 Pålskarven ska märkas med identifieringsuppgift.

33.22 Pålsko

33.221 Förtillverkad betongpåle ska förses med fastgjuten bergsko. Bergskon ska bestå av dubb enligt 33.222 samt i övrigt av delar enligt SS 81 11 96. Kraven i SS 81 11 96 avseende mått, stålqualiteter och toleranser ska betraktas som minimikrav. Bergskon ska märkas med identifieringsuppgift.

Bergskons hållfasthets- och styvhetsgenskaper ska verifieras genom beräkning eller provning.

I den tekniska beskrivningen anges om bergskon kan bytas ut mot en kragförsedd sko som i princip kan utföras enligt SS 81 11 95.

33.222 Bergskon ska vara försedd med en bergdubb. Kraven i SS 81 11 92 avseende mått, stålqualiteter och hårdhetskrav ska betraktas som minimikrav. Bergdubben ska märkas med identifieringsuppgift.

Bergdubbens hållfasthetsgenskaper ska verifieras genom beräkning eller provning.

Vid utförande enligt bilaga 3-2 godtas en ihålig bergdubb.

33.223 En slank stålpåle ska förses med bergsko enligt 33.221.

Då så anges i den tekniska beskrivningen godtas att slanka stålpålar utförs utan bergsko.

33.224 En stålkärnepåle, som inte borrar in i berg, ska förses med bergsko enligt 33.221.

33.225 En stålrörspåle ska förses med bergsko enligt 33.221. Dock godtas att hela dubben inte är härdad om hela underytan på dubben är försedd med påläggssvets där det yttersta skiktet är minst 5 mm tjockt och har en hårdhet som är minst 520 HV.

Då så anges i den tekniska beskrivningen godtas att stålrörspålar utförs utan bergsko.

33.226 En tråpåle ska förses med pålsko.

I sitt enklaste utförande kan pålskon utgöras av en ring av plattstål 5 x 50 mm.

En tråpåle, som ska slås ned genom fasta eller stenbemängda jordlager ska förses med hel sko av plåt med en godstjocklek av minst 2,0 mm.

33.23 Inspektionsrör

Inspektions- eller inklinometerrör ska utgöras av sömlösa precisionsstålrör med 42 mm invändig diameter. Röret ska gjutas in med högst 5 mm avvikelse från centrumlinjen, dock högst 1 mm vid skarvbeslag.

Eventuellt krav på inspektions- eller inklinometerrör anges i den tekniska beskrivningen.

33.3 Jord

33.31 Packad fyllning av grus

Packad fyllning av grus för plattgrundläggning ska utgöras av ett krossmaterial och bestå av vittringsbeständiga bergarter tillhörande bergtyp 1 eller 2 enligt ATB VÄG, A11.3, och ha en kornstorleksfördelning enligt tabell 33-2.

I den tekniska beskrivningen anges om ett naturmaterial får användas.

Tjälklumpar, snö eller avfallsprodukter får inte förekomma i materialet.

Halten av organiskt material, bestämd enligt SS 02 71 07, ska vara mindre än 2 viktprocent. För ett krossat bergmaterial kan detta krav anses vara uppfyllt.

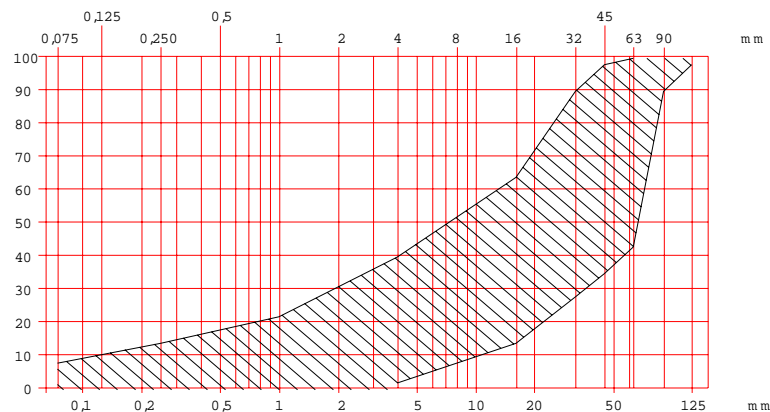
Kraven ovan uppfylls normalt av förstärkningslagermaterial för flexibla konstruktioner enligt ATB VÄG, E11.2.

Redovisning av materialets kornstorleksfördelning ska bifogas vid leverans.

Största stenstorleken ska vara högst 2/3 av lagertjockleken vid packning.

Tabell 33-2 Krav på kornstorleksfördelning för packad fyllning av grus

Sikt (mm)	0,063	1	4	16	31,5	45	63	90	125
Max %	7	22	40	64	90	98	100		
Min %			2	14	28	35	43	90	98



Figur 33-1 Illustration av tabell 33-2

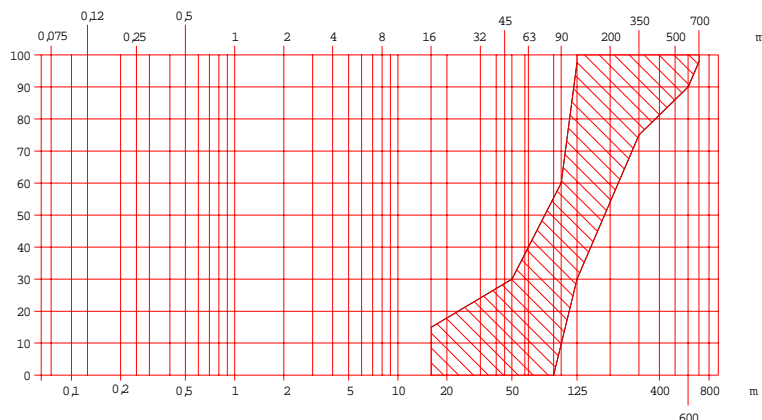
33.32 Packad fyllning av sprängsten

Packad fyllning av sprängsten för plattgrundläggning ska bestå av vittringsbeständiga bergarter tillhörande bergtyp 1 eller 2 enligt ATB VÄG, A11.3, och ha en kornstorleksfördelning enligt tabell 33-3. Materialet ska vara välgraderat. Tjälklumpar, snö, is, organiska beståndsdelar, avfallsprodukter eller inblandning av jord får inte förekomma i materialet.

Största stenstorleken ska vara högst 2/3 av lagertjockleken vid packning.

Tabell 33-3 Krav på kornstorleksfördelning för packad fyllning av sprängsten

Sikt (mm)	16	22,4	45	90	125	180	350	600	700
Max %	15	20	29	60	98				
Min %				10	30	50	75	90	98



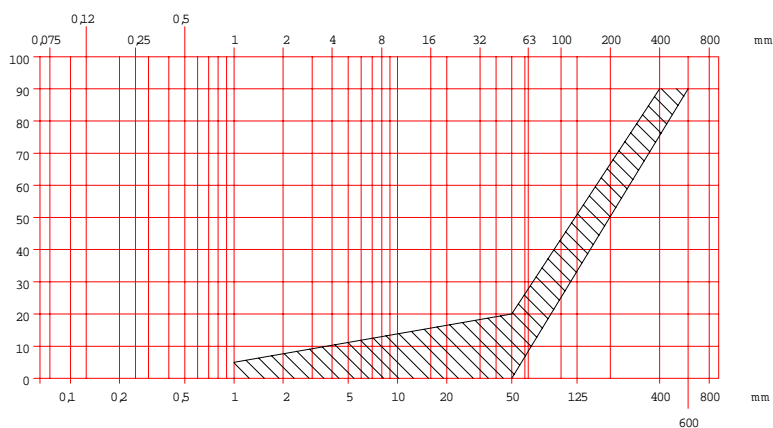
Figur 33-2 Illustration av tabell 33-3

33.33 Packad fyllning av sorterad sprängsten

Packad fyllning av sorterad sprängsten för plattgrundläggning ska bestå av vittringsbeständiga bergarter tillhörande bergtyp 1 enligt ATB VÄG, A11.3, och ha kornstorleksfördelning enligt tabell 33-4. Tjälklumpar, snö, is, organiska beståndsdelar, avfallsprodukter eller inblandning av jord får inte förekomma i materialet.

Tabell 33-4 Krav på kornstorleksfördelning för packad fyllning av sorterad sprängsten

Sikt (mm)	1	16	22,4	45	90	125	180	350	600
Max %	1	16	18	20	43	52	65	82	98
Min %					26	33	48	66	90



Figur 33-3 Illustration av tabell 33-4

33.34 Packad fyllning av annat material

För packad fyllning av annat material än enligt 33.31, 33.32 eller 33.33 ska en separat arbetsbeskrivning finnas. I denna ska anges materialkrav samt hållfasthets- och deformationsegenskaper.

33.4 Tjälskydd av cellplast

Material för tjälskydd av cellplast ska vara av typ XPS och ska uppfylla kraven enligt ATB VÄG, E8.1.

33.5 Materialskiljande lager av geotextil

Geotextilier ska uppfylla krav enligt ATB VÄG, E10.2.

33.6 Betongmadrass

För betong till betongmadrass för erosionsskydd ska materialkraven enligt 33.11 uppfyllas.

34. Utförande

34.1 Pålning

34.11 Allmänt

34.111 Spetsburna träpålar får inte användas vid stoppslagning mot starkt lutande bergyta om inte pålen ges ett tillräckligt sidostöd av fast friktionsjord.

Pålelementen ska hanteras och lyftas så att skadliga spänningar inte uppstår. Lyftpunkten ska ligga inom markerat område på elementet.

Lyftöglor eller dylikt som stör omgivande jordlager eller som kan skada pålen under nedslagningen ska skäras eller klippas av före slagningen.

Råd om utförande av pålar kan hämtas från Pålgrundläggning, kapitel 4.

Beträffande "inmejsling" mot berg, se bilaga 3-2 och Pålgrundläggning, 4.51.

Råd om utförande av stålkärnepålar anges i "Stålkärnepålar – anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll", kapitel 3 (Pålkommisionen).

Råd om utförande av stålrörspålar anges i "Grova stålrörspålar - Anvisningar för dimensionering och utförande", kapitel 4(Pålkommisionen).

34.112 Om bankpålning ska utföras för en bros tillfartsbankar ska bankpålarna slås före pålarna för bronns ändstöd.

Hur stor del av bankpålningen som ska utföras före pålningen för bron, liksom ordningsföljden för påldrivningen av bankpålningen, anges i den tekniska beskrivningen.

34.113 Vid användning av slanka stålpålar ska kraven för utförandeklass 2C enligt "Dimensioneringsanvisningar för slagna slanka stålpålar" (Pålkommisionen), avsnitt 6.3.3 vara uppfyllda. Antalet pålar som ska provas bestäms enligt 32.237.

34.114 Grävpålar ska utföras enligt SS-EN 1536. En separat arbetsbeskrivning ska upprättas för utförandet.

34.12 Skarvning

I skarvområden på ytbehandlade stålpålar ska ytbehandlingen kompletteras.

34.13 Kapning

- 34.131 En förtillverkad betongpåle ska kapas vinkelrätt mot sin längdaxel. Efter kapning ska pålens ändyta vara i det närmaste plan och oskadad. Kapning genom sprängning godtas inte.
- 34.132 I pålar som utsätts för risk för frysning ska eventuellt inspektionsrör fyllas med cementbruk efter länsning av vatten.
- 34.133 Slanka stålpålar och träpålar ska kapas vinkelrätt mot sin längdaxel.
- 34.134 En påle, vars huvud ligger lägre än pålavskärningsplanet, ska anslutas till bottenplattan genom pågjutning eller genom lokal votning av bottenplattans underyta.
- 34.135 En förtillverkad betongpåle som påverkas av dragkraft ska förankras i bottenplattan genom att pålens längsarmering friläggs och gjuts in. Armeringen ska rengöras från betongrester.
- För andra påltyper, påverkade av dragning, ska förankring anordnas så att hela dragkraften kan överföras.

34.2 Schaktning

34.21 Allmänt

Innan stöden är kringfyllda får inte schaktbotten frysa.

Schaktbotten ska skyddas mot skadlig inverkan av nederbörd. För schaktbotten av kohesionsjord ska risken för svällning beaktas.

34.22 Schaktning under grundvattenytta

Schaktning för grundläggning på platta under grundvattenytans nivå ska utföras så att jordens packningsgrad under grundläggningsnivån inte försämras till följd av en uppåtriktad vattenström, bottenuppluckring, eller bottenuppträckning. Detsamma gäller för schaktning för grundläggning på platta under portrycksnivån hos eventuella vattengenomsläppliga jordlager under grundläggningsnivån. Om schakten utförs under vatten enligt 34.23 eller om schakten utförs efter grundvattensänkning enligt 34.24 till minst 0,5 m under djupaste schaktnivå godtas att risk för försämrad packningsgrad inte anses föreligga.

Om jorden på grundläggningsnivån har låg vattengenomsläpplighet, t.ex. lera, kan det anses tillräckligt om portrycket hos eventuella vattengenomsläppliga jordlager under detta lager sänks till en nivå som med säkerhet inte överstiger tyngden av den ovanförliggande täta jorden.

Länshållning direkt i schaktgropen enligt 34.25 godtas i stället för grundvattensänkning om jorden på och under grundläggningsnivån består av grovsand, grus eller jord med minst samma vattengenomsläpplighet.

34.23 Schaktning under vatten

Vid schaktning under vatten ska vattenståndet inom schakten hållas på lägst samma nivå som omgivande (grund)vattenyta eller på sådan nivå att tyngden av vattnet och den täta jorden med säkerhet överstiger portrycket i eventuell vattengenomsläpplig jord därunder.

Schaktning inom en meter närmast den färdiga schaktbotten ska utföras med stor försiktighet.

34.24 Grundvattensänkning

Grundvattensänkning ska utföras genom bortpumpning av grundvatten på sådant sätt att vattenströmmen i huvudsak blir riktad nedåt och utåt från schaktbotten.

Om grundvatten eller portryck stiger över högsta tillåtna nivå ska schakten omedelbart vattenfyllas eller belastas med jord för att bottenuppluckring eller bottenuppsyckning ska förhindras. Den fortsatta schakten ska därefter utföras antingen som schaktning under vatten enligt 34.23 eller som schaktning i torrhet efter effektivare grundvattensänkning.

34.25 Länshållning i schaktgrop

Länshållning ska utföras genom bortpumpning av inströmmande grundvatten i schaktgropen.

Om tendenser till bottenuppluckring eller borttransport av jordpartiklar med pumpvattnet inträffar ska schaktgropen omedelbart vattenfyllas eller återfyllas med jord. Den fortsatta schakten ska därefter utföras antingen som schaktning under vatten enligt 34.23 eller efter grundvattensänkning enligt 34.24.

34.26 Iordningställande av schaktbotten

Efter avslutad schaktning ska schaktbotten iordningsställas så att den utgör ett bra underlag för den överliggande konstruktionen.

Om jordlagren intill schaktbotten har för låg hållfasthet för att motstå punktbelastningar som kan uppkomma under gjutningen ska schaktbotten förstärkas. Förstärkningen ska, om bottenplattan inte är grundlagd på pålar, uppfylla kraven för packad fyllning.

Metoder som framgår av Betonghandbok-arbetsutförande, avsnitt 26.2, kan användas.

Om grus läggs ut på schaktbotten under vatten ska detta ske så att gruslagret blir jämnt utbrett och så att grusmaterialet inte separerar.

Redskap som anges i "Utförande av erosionskydd i vatten" (Vägverket) kan användas.

34.27 Bergschaktning

34.271 Kraven på sprängplan, riskanalys och avtäckning enligt ATB VÄG, E6.2, ska uppfyllas. Berget ska borras, sprängas och schaktas så att fast berg inte förekommer ovanför teoretisk bergkontur.

34.272 Vid bergschakt för grundläggning på fast berg ska

- sprängningen minst utföras som skonsam sprängning,
- bergrensning minst utföras enligt klass 2 enligt AnläggningsAMA, tabell CBC/3 och
- schaktad bergkontur i grundläggningsytan uppfylla kraven enligt bergschaktningstolerans 1 enligt AnläggningsAMA, tabell CBC/1.

34.273 Vid bergschakt för grundläggning på packad fyllning ska

- bergrensning minst utföras enligt klass 2 enligt AnläggningsAMA, tabell CBC/3 och
- schaktad bergkontur i den yta fyllningen ska läggas på minst uppfylla kraven enligt bergschaktningstolerans 3 enligt AnläggningsAMA, tabell CBC/1.

34.28 Länshållning efter undervattensgjutning

Om vattennivån stiger över högsta tillåtna nivå ska sponten vattenfyllas i väntan på lägre vattenstånd. För beräkning av högsta tillåtna vattennivå, se 32.15.

34.3 Fyllning

34.31 Grundläggning på packad fyllning

34.311 En packad fyllning ska vara minst 0,3 m tjock.

34.312 Fyllningsmaterialet ska hanteras, lagras och transporteras så att risken för separation, förorening och sammanblandning med annat material minimeras.

Fyllningsmaterialet ska ha en temperatur över 0 °C under hela den tid som arbetet med utfyllning och packning pågår. Innan bron är färdig och stöden kringfyllda får inte den packade fyllningen frysa.

På siltig eller lerig schaktbotten ska ett materialskiljande lager enligt Plattgrundläggning, 5.36, läggas ut på schaktbotten innan fyllningen påförs.

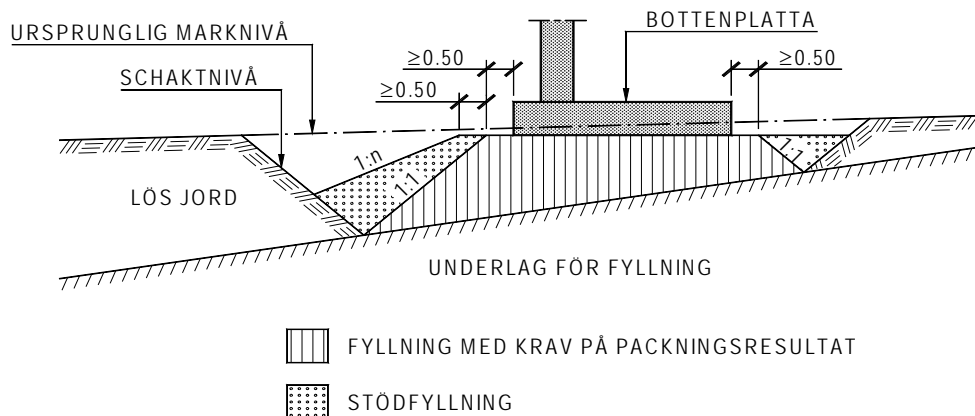
Packningen av fyllningen och stödfyllningen enligt figur 34-1 utförs så att nivåerna följs åt.

En fyllning enligt 33.33 ska läggas ut med en grävmaskinsskopa.

34.313 Krav på minsta mått och geometri för packad fyllning av grus respektive sprängsten framgår av figur 34-1.

Se även Plattgrundläggning, 5.2

För en sprängstensfyllning erfordras ofta att det horisontella måttet är större än 0,5 m.



1:n=1:2 Fyllning enligt 33.31

1:n=1:1,5 Fyllning enligt 33.32 och 33.33

1:n=* Fyllning enligt 33.34

* anges i separat arbetsbeskrivning enligt 34.316.

Figur 34-1 Grundläggning på packad fyllning. Mått i meter.

34.314 Fyllningar enligt 33.31 ska packas med minst sex överfarter per lager. Packningen ska utföras med lagertjocklek och packningsredskap enligt tabell 34-1.

Tabell 34-1 Packning av fyllning enligt 33.31

Packningsredskap	Lagertjocklek före packning (m)
Vibratorplatta	
- vikt > 400 kg	0,30
- vikt > 600 kg	0,40
Statisk linjelast (hos vibrerande envalsvält)	
- 15 kN/m	0,20
- 30 "	0,40
- 45 "	0,75
- 60 "	0,90

- 34.315 Fyllningar enligt 33.32 och 33.33 ska packas med minst sex överfarter per lager.
Packningen ska utföras med lagertjocklek och packningsredskap enligt tabell 34-2.

Tabell 34-2 Packning av fyllning enligt 33.32 och 33.33

Packningsredskap	Lagertjocklek före packning (m)
Vibratorplatta	
- vikt > 400 kg	0,40
- vikt > 600 kg	0,60
Statisk linjelast (hos vibrerande envalsvält)	
- 30 kN/m	1,00
- 45 "	1,50
- 60 "	2,00

- 34.316 Fyllningar enligt 33.34 ska packas enligt separat arbetsbeskrivning.

34.4 Tjälskydd av cellplast

Tjälskydd av cellplast ska läggas på en ca 0,1 m tjock packad bädd av jord typ 1 enligt ATB VÄG, tabell E10.1-1.

Genomgående skarvar ska undvikas genom användning av falsade skivor eller läggning i flera lager med förskjutna skarvar. Skivorna ska fästas

vid varandra så att de inte glider isär. Större mellanrum än 5 mm mellan skivorna godtas inte.

Om tjälskyddet ska fyllas över eller trafikeras med byggtrafik ska dessutom ett förstärkningslager enligt ATB VÄG, E8.1, utföras på tjälskyddet.

34.5 Materialskiljande lager av geotextil

Utläggning av geotextil ska utföras enligt ATB VÄG, E10.2.

34.6 Toleranser

34.61 Plattgrundläggning

Angivna värden i Plattgrundläggning, 1.52, ska innehållas.

34.62 Pålgrundläggning

Toleranser för pålars ingjutningslängd är -0,00 m och +0,10 m, där minusvärdet avser en minskad ingjutningslängd.

35. Kontroll

35.1 Grundkontroll

Grundkontrollen ska omfatta dels kontroll av att utförandet överensstämmer med godtagna arbetsritningar dels kontroll enligt 35.11 t.o.m. 35.16. Om omfattningen av kontrollen inte närmare anges godtas att kontrollen begränsas till delkontroll. Omfattningen ska då avpassas så att det föreligger rimlig säkerhet för att konstruktionen i sin helhet uppfyller ställda krav.

35.11 Pålar och påldetaljer

Grundkontroll av pålar och påldetaljer ska omfatta kontroll av

- märkningen på skarvar, bergskor och dubbar,
- att bergskons bottenplåt är vinkelrät mot pålens centrumlinje och
- att låsskruven till dubben bottnar i spårets djupaste del.

35.12 Installerade pålars läge och längd

Grundkontroll av pålars läge och längd ska omfatta

- bestämning av alla pålars längd och
- inmätning av alla pålars lägen, riktningar och lutningar i pålavskärningsplanet.

Vid pålning i vatten kan inspektionsrör behöva installeras i förtillverkade betongpålar för att lutningen ska kunna bestämmas.

35.13 Pålgrupps verkliga bärförmåga

Grundkontroll av en pålgrupps verkliga bärförmåga ska omfatta kontrollberäkning av pålgruppen med beaktande av alla pålars verkliga längder samt inmätta lägen, riktningar och lutningar i pålavskärningsplanet.

35.14 Påslagning

Grundkontroll av påslagning ska omfatta protokollföring av alla pålars sjunkning. Protokollet ska upprättas enligt Pågrundläggning, 10.5.

35.15 Jordschaktning

Grundkontroll av schaktning ska omfatta kontroll av

- att jordart och relativ fasthet är de som förutsatts

Jordarten kan kontrolleras genom att ett jordprov tas upp ur schaktbotten. Relativa fastheten kan kontrolleras med hjälp av sondering genom schaktbotten när 0,5 – 1 m återstår till grundläggningsnivån.

- effekten av grundvattensänkning genom mätning av grundvattennivå eller porttryck på farligaste stället under schaktbotten

Det farligaste stället är vanligen i mitten av schakten. Högsta tillåtna nivå är vanligen 0,5 m under djupaste schaktnivå, såvida inte annat anges i den tekniska beskrivningen.

- vattennivån inom spont vid schaktning under vatten.

35.16 Fyllning

Grundkontroll av fyllning ska omfatta kontroll av att

- de skilda lagren utförs med rätt tjocklek och utan separation,
- packningen sker med rätt utrustning och fordrat antal överfarter,
- temperaturförhållandena är godtagbara enligt 34.312,
- fyllningens geometri är den rätta,
- kornstorleksfördelningen uppfyller krav enligt avsnitt 33.3,
- packningen i en sprängstensfyllning är tillräcklig genom avvägning av lämpliga märkta stenar i varje lager före och efter packning samt
- övriga krav enligt 34.31 är uppfyllda.

Packningen kan kontrolleras med sondering om det är osäkert om kraven uppfylls.

35.2 Tilläggskontroll

Tilläggskontrollen ska omfatta dels de objektanpassade kontrollåtgärder som konstruktören bedömer angelägna dels de kontrollåtgärder enligt nedan som föranleds av speciella utföranden. Kontrollåtgärderna och omfattningen ska redovisas i kontrollplanen.

Kraftöverförande svetsar i pålar av stål ska kontrolleras enligt kraven för huvudkonstruktion av stål, se 56.32.

Råd om kontroll av stålkärnepålar anges i "Stålkärnepålar – anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll", kapitel 3 (Pålkommisionen).

Ytterligare råd om kontroll av stålrörspålar anges i "Grova stålrörspålar - Anvisningar för dimensionering och utförande", kapitel 5 (Pålkommisionen).

35.21 Påslagning

35.211 Kontroll av påslagningen ska omfatta

- kontrollslagning enligt nedan.

Kontrollslagning ska utföras med 10 slag med den fallhöjd som använts vid stoppslagningen (alternativt 30 sekunder vid tryckluftshejare) på ett antal pålar som ligger så nära varandra att de nås av pålkranen utan att denna behöver förflyttas efter stoppslagningen. En påle får inte kontrollslås förrän samtliga närbelägna pålar har stoppslagits. För varje påle som inte uppfyller stoppslagningens villkoret vid kontrollslagningen ska ytterligare en påle kontrollslås.

Kontrollslagningen ska utföras på spetsburna pålar där lös lera direkt överlagrar berg, i pålgrupper med färre antal pålar än fyra och som uppbär pelare samt där pållängden i jord är kortare än tre meter. Dessutom ska kontrollslagning utföras där så anges i den tekniska beskrivningen.

- efterslagning enligt nedan.

Efterslagning ska utföras efter stoppslagningen och kontrollslagningen, men inte i direkt anslutning till dessa slagningar. Efterslagning med fallhejare ska omfatta minst fem serier om 10 slag med den fallhöjd som använts vid stoppslagningen. Med tryckluftshejare ska efterslagningen omfatta minst tre serier om 30 sekunder. Efterslagningen ska utföras tidigast när stopp- eller kontrollslagningen framskridit så långt att avståndet mellan den påle som ska efterslås och den tidigare pålningen är ungefär lika med pållängden. Dock godtas att avståndet inte är större än 10 m.

Om bärförmågan bestäms genom utvärdering av stötvågs-mätning kan efterslagningen utgöras av enstaka slag.

Efterslagning av kohesionspålar godtas inte.

Efterslagning av spetsburna pålar ska utföras, oavsett om kontrollslagning har skett eller inte, där

- pålar lyft sig eller anledning finns att misstänka att de rubbats efter den tidigare slagningen,
- portrycksändring i den omgivande jorden kan befaras ha uppkommit under den tidigare slagningen (siltiga jordlager) och
- så anges i den tekniska beskrivningen.

35.212 För en förtillverkad betongpåle med svetsad armering ska det kontrolleras att hejarvikt, fallhöjd och antalet slag under drivning och stoppslagning är sådana att vid dimensioneringen gjorda antaganden om påkänningar och lastcykler inte överskrids.

35.22 Installerad påle

35.221 Kontroll av en installerad påle ska omfatta kontroll av

- pålens integritet och
- pålens krökning.

Omfattningen anges i den tekniska beskrivningen. I denna anges även metoder och kriterier för godtagande.

35.222 Kontroll av grävpålar ska göras enligt SS-EN 1536. Dessutom ska sondering göras minst fem meter in i underliggande jord eller berg under varje spetsburen grävpåle. Vid misstanke om inhomogent berg ska kärnprovtagning utföras.

35.23 Plattgrundläggning

Kontroll vid plattgrundläggning ska minst omfatta

- mätning av grundvattenytan innan schaktningen påbörjas under kritisk nivå om schaktning enligt 34.24 ska utföras,
- mätning av vattenytans nivå om schaktning enligt 34.23 ska utföras,
- mätning av portrycket i eventuell underliggande vattengenomsläpplig jord innan schaktningen påbörjas under kritisk nivå om schaktning enligt 34.23 ska utföras,
- kontroll av att botten inte luckras upp vid länshållning enligt 34.25,
- kontroll av att finkornig jord inte transporteras bort med pumpvattnet vid länshållning enligt 34.25,
- kontroll av sprängd bergyta efter rensning och
- kontroll av sprickor i naturlig bergyta.

35.3 Certifiering och verifiering av produkter

Pålar enligt 33.11 ska vara certifierade enligt 10.81.

36. Erosionsskydd för brostöd i vatten

36.1 Allmänt

Broar ska förses med skydd mot skadlig erosion.

Då medelvattenhastigheten är högst 2,0 m/s ska erosionsskyddet beräknas enligt "Erosionsskydd i vatten vid väg- och brobyggnad" (Vägverket). I annat fall krävs att en utredning görs innan erosionsskyddet kan beräknas.

Tjälklumpar, snö, is, organiska beståndsdelar eller avfallsprodukter godtas inte i materialet till erosionsskydd. Materialet ska dessutom hanteras, lagras och transporteras så att risken för separation, förorening och sammanblandning med annat material minimeras.

HHW och HHQ ska bestämmas för 100 års återkomsttid för broar med total brolängd större än eller lika med 25 m. För övriga broar godtas 50 års återkomsttid.

Beträffande krav på erosionsskydd för brostöd som skyddas av släntkon, se även ATB VÄG, C2.5.

36.2 Utförande och kontroll

Erosionsskydd ska utföras och kontrolleras enligt "Utförande av erosionsskydd i vatten" (Vägverket).

Kontrollen ska även omfatta uttag av ett siktprov per 50 m³ materialleverans.

Bilaga 3-1 Geoteknisk bärförmåga för spetsburna betongpålar

Hejarvikten, fallhöjden och den dimensionerande geotekniska bärförmågan bestäms vid stoppslagning med frifallshejare med ledning av tabell 1 under förutsättning att kvarstående sjunkning är högst 10 mm per 10 slag.

Frifallshejare ska ha lägst 80 % effektivitet. Slagdynans vikt ska understiga 1/6 av hejarens vikt och dynträt ska vara väl inslaget (minst 300 slag) och högst 25 mm tjockt.

Tabell 1 Dimensionerande geoteknisk bärförmåga R_d (kN)

Hejare	Fallhöjd m	Pålens tvärsnittsarea, m ²			
		0,055		0,073/0,076	
		Säkerhetsklass		Säkerhetsklass	
		2	3	2	3
3 ton	0,3	435	400	500	460
	0,4	520	480	600	550
	0,5	595	550	670	615
4 ton	0,3	490	450	585	535
	0,4	585	540	685	630
	0,5	655	605	770	710
5 ton	0,3	535	490	615	565
	0,4	625	575	750	690

Om en påle förlängs med knekt under stoppslagningen väljs 0,1 m högre fallhöjd än den som fordras enligt tabell 1.

Vid stoppslagning mot berg godtas att R_d ökas med 10 % under förutsättning att sjunkningen per 10 slag är högst 3 mm.

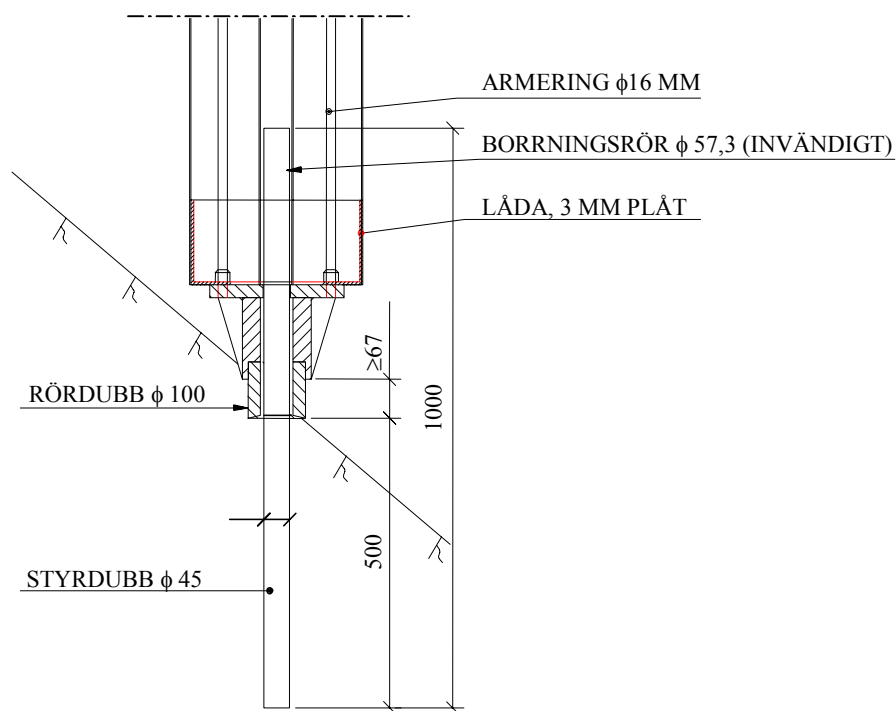
Bilaga 3-2 Pålår med borrhör och ihålig dubb

.1 Allmänt

Pålår med borrhör och ihålig dubb, se figur 1, används då grundläggning sker i lösa marklager som sträcker sig ända ned till bergytan, som stupar brantare än 1:1,5.

Metoden tillämpas för pålår som lutar mindre än 50° i förhållande till bergytan.

Se även Pålgrundläggning, 4.21.4.



Figur 1 Pålspets

.2 Påle

Pålen förses med centriskt placerat borrhör och fastgjuten bergsko med specialutformad ihålig dubb. Dubben ska ha ytterdiametern 100 mm.

Innan pålningen påbörjas ska pållängden bestämmas genom sondering ned till bergytan.

.3 Slagning

Om bergytan är starkt sluttande fordras någon eller några meter fastare friktionsmaterial ovanför berget för att pålspetsen ska få erforderligt stöd i tvärläng.

Om materialet närmast ovanför berget bedöms ge otillfredsställande stöd i sidled för pålspetsen ska följande gälla.

Då pålen nått bergytan slås försiktigt med 20 - 30 slag med fallhöjden 0,15 m, varefter ett 500 mm djupt hål med diametern 55 mm borrar ned i berget genom borrhöret. Därefter dras borrhörutrustningen upp och en massiv stålstång (styr dubb) tillåts fritt falla ner i röret genom pålspetsen.

Stålstången ska ha diametern 45 – 50 mm och längden minst 1 000 mm.

Bilaga 3-3 Systemberäkningsmoduler

.1 Plattgrundläggning

Den karakteristiska vinkeländringsmodulen för en plattgrundläggning kan beräknas enligt nedan. En förutsättning är att jordvolymen under grundläggningsnivån är homogen vad avser E-modul till ett djup som minst motsvarar bottenplattans dubbla bredd.

Karakteristisk vinkeländringsmodul, $k_{\theta k}$, beräknas enligt formlerna

$$k_{\theta k} = \frac{E_k B^2 L}{5} \quad [\text{kNm/rad}] \text{ i plattans veka riktning och}$$

$$k_{\theta k} = \frac{E_k L^2 B}{5} \quad [\text{kNm/rad}] \text{ i plattans styva riktning.}$$

E_k sättningsmodul enligt "Jords hållfasthets- och deformations-egenskaper" (Vägverket) [kPa]

B plattans hela bredd [m]

L plattans hela längd [m]

E_k för beräkning av $k_{\theta k}$ anges i den tekniska beskrivningen.

.2 Pålgrundläggning

Karakteristisk styvhet beräknas med utgångspunkt från pålgruppens utformning, pålarnas tvärsnitt och längd samt pålarnas elasticitetsmodul.

Bilaga 3-4 Sidomotstånd mot en påle

.1 Allmänt

Sidomotståndet mot en påles mantelyta ska beräknas med hjälp av bäddmodulen k_k [kraft/längd³]. Nedan angivna k_k -värden är medelvärden för rörelser upp till gränstrycket q_k [kraft/längd²]. Vid rörelser större än gränstrycket är sidomotståndet konstant.

Tillämpbara värden för k_k och q_k för några vanligt förekommande jordlagerförhållanden och belastningsfall redovisas nedan.

.2 Normalkonsoliderad lera

.21 Långtidsförhållanden

$$k_k = 50 \frac{c_{uk}}{d} \quad [MN/m^3]$$

$$q_k = 6 c_{uk} \quad [MPa]$$

c_{uk} lerans odränerade skjuvhållfasthet (reducerat värde)

d påles tvärmått

.22 Korttidsförhållanden

$$k_k = 200 \frac{c_{uk}}{d} \quad [MN/m^3]$$

$$q_k = 9 c_{uk} \quad [MPa]$$

c_{uk} anges i den tekniska beskrivningen.

.3 Friktionsjord - kort- och långtidsförhållande

$$k_k = \frac{n_h \cdot z}{d} \quad [MN/m^3]$$

n_h tillväxtfaktor enligt tabell 1

z jorddjup

d påles tvärmått

För överlagrande jord med lägre tunghet än friktionsjord minskas jorddjupet i proportion till kvoten mellan de effektiva tungheterna.

Värdet $k_k d$ begränsas till värden enligt tabell 2.

$$q_k = 3 K_{pk} \sigma'_v$$

K_{pk} jordens passiva jordtryckskoefficient beräknad enligt klassisk jordtrycksteori med karakteristisk inre friktionsvinkel

σ'_v jordens effektiva vertikalspänning

Tabell 1 Värden på n_h [MN/m³]

	Relativ fasthet				
	mycket låg	låg	medel- hög	hög	mycket hög
över grundvattenytan	2,5	4,5	7,0	12,0	18,0
under grundvattenytan	1,5	3,0	4,5	7,5	11,0

Tabell 2 Maximalt värde för $k_k d$ över grundvattenytan

Jordart	$k_k d$ [MN/m ²]
Morän	30
Grus	25
Sand	12
Silt	6
Packad sprängstensfyllning	50
Packad morän	30
Packad friktionsjord	30
Packad finjord	10

Värdena i tabell 2 avser medelhög relativ fasthet hos naturligt lagrad jord. Vid annan relativ fasthet kan proportionering göras med hjälp av tabell 1. Under grundvattenytan multipliceras värdena med 0,6.

ϕ_k och relativ fasthet anges i den tekniska beskrivningen.

Bilaga 3-5 Sättningsberäkning i friktionsjord och överkonsoliderad lera

.1 Nettobelastning

Sättningen ska beräknas för nettospänningsökningen q_{netto}

$$q_{netto} = \frac{F_{Svd}}{B_{ef} \cdot L_{ef}} - \sigma'_{v0}$$

F_{Svd} vertikalkomponenten av last enligt 22.252 på grundläggningen

$B_{ef} \cdot L_{ef}$ effektiva arean

σ'_{v0} den ursprungliga vertikala effektivspänningen på grundläggningnivån.

.2 Inverkan av anslutande vägbank och intilliggande bottenplatta

Spänningstillskott från anslutande vägbank och intilliggande bottenplattor ska beaktas enligt nedanstående modell. Även förändring av grundvattennivå och schaktning kan behandlas på detta sätt.

Följande beräkningsmodell bygger på Boussinesqs spänningsekvationer och utgör en analytisk tillämpning av Steinbrenners influensdiagram.

$$\sigma'_{tillskott} = 2q \cdot (l_1 - l_2)$$

$$l_1 = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{m \cdot n_1 \cdot (2 + m^2 + n_1^2)}{(1 + m^2) \cdot (1 + n_1^2) \cdot \sqrt{1 + m^2 + n_1^2}} + \arctan \frac{m \cdot n_1}{\sqrt{1 + m^2 + n_1^2}} \right]$$

$$l_2 = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{m \cdot n_2 \cdot (2 + m^2 + n_2^2)}{(1 + m^2) \cdot (1 + n_2^2) \cdot \sqrt{1 + m^2 + n_2^2}} + \arctan \frac{m \cdot n_2}{\sqrt{1 + m^2 + n_2^2}} \right]$$

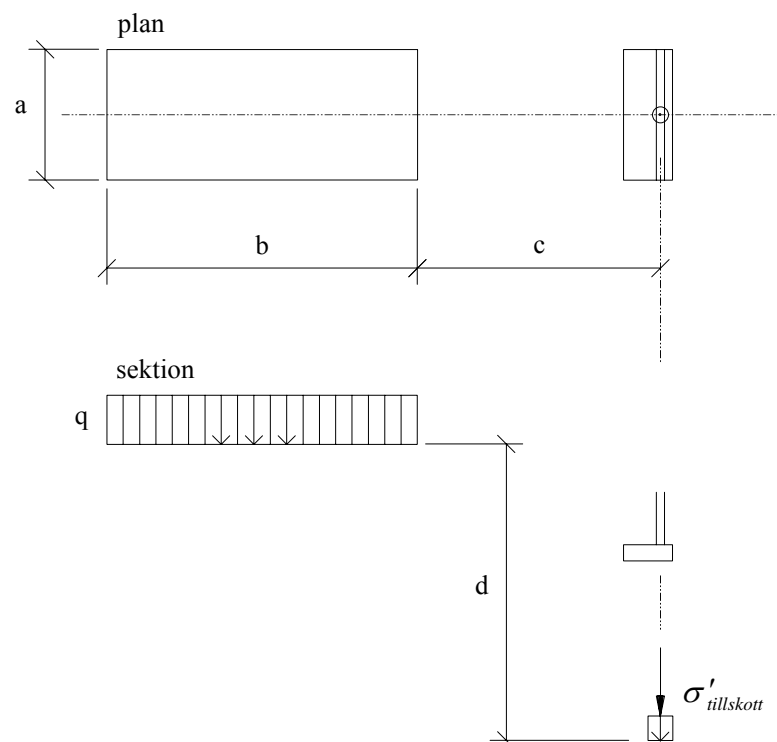
I arctan-uttrycken ovan är vinkeln i radianer.

$$m = \frac{a}{2d}$$

$$n_1 = \frac{b+c}{d}$$

$$n_2 = \frac{c}{d}$$

där a, b, c och d bestäms enligt figur 1.



Figur 1 Beskrivning av mått som används vid beräkning av tillskottsspänning av intilliggande last.

Beteckningar:

$\sigma'_{tillskott}$ tillskottsspänning från intilliggande last.

- a sidlängd på intilliggande last. För brostöd är $a = L_{ef}$ och för vägbank är $a = \text{vägbana} + \text{dubbla bankhöjden}$.
- b sidlängd på intilliggande last. För brostöd är $b = B_{ef}$ och för vägbank sätts $b = 2a$.
- c det horisontella avståndet mellan intilliggande last och den punkt där tillskottsspänningen ska beräknas.

- d det vertikala avståndet mellan underkanten av intilliggande last och den nivå där tillskottsspänningen ska beräknas.

.3 Kalibrering

Kalibreringsfaktorn, η , består dels av en omräkning från $t = 10$ år, den tidpunkt som anses gälla för tabellvärdena över sättningsmodulen E , och dels av en korrigeringsfaktor med utgångspunkt från uppmätta sättningar.

.4 Sättningsutveckling som funktion av tiden

Beräknade sättningsvärden ska multipliceras med en tidsfaktor enligt nedan.

$$\text{Tidsfaktor} = 1 + 0,2 \log (10 t)$$

där t är tiden i år.

Då hela den sättningsgivande lasten börjat verka sätts $t = 0,1$ år.

Dimensionerande sättningskillnad kan vanligen anses inträffa vid slutet av konstruktionens avsedda tekniska livslängd.

.5 Modellosäkerhet

Vid beräkning med metod 1 godtas att γ_{Rd} förutsätts vara 1,2. Om dimensionerande jordart är silt ska γ_{Rd} lika med 1,3 förutsättas.

Vid beräkning av dimensionerande sättning från medelvärdet av de tre metoderna godtas att γ_{Rd} förutsätts vara 1,0, men om dominerande jordart är silt ska γ_{Rd} sättas till 1,1.

Beräknas dimensionerande sättningskillnad ur medelvärdet enligt ovan ska även den karakteristiska sättningen beräknas som medelvärde av de tre metoderna.

.6 Metod 1

- Bestäm plattans grundläggningsdjup ($z = 0$ på detta djup)
- Beräkna σ'_{v0} på grundläggningsnivån
- Bestäm belastningsytans bredd (B_{ef}) och längd (L_{ef})
- Beräkna q_{netto} enligt .1
- Rita upp jordprofilen ner till djupet $z = 4 B_{ef}$
- Dela in jordprofilen mellan $z = 0$ och $z = 4 B_{ef}$ i minst 8 skikt. Skiktjockleken betecknas h_i

- Beräkna spänningsökningen $\Delta\sigma_v$ i mittpunkten i varje skikt

$$\Delta\sigma_v = q_{netto} \cdot \frac{B_{ef} \cdot L_{ef}}{(B_{ef} + z) \cdot (L_{ef} + z)} + \sigma'_{tillskott}$$

där $\sigma'_{tillskott}$ beräknas enligt .2

- Ange sättningsmodulen E_i för varje skikt och beräkna sättningen

$$s_i = \Delta\sigma_v \cdot \frac{h_i}{E_i}$$

- Beräkna den totala sättningen vid tiden $t = 0,1$ år

$$s = \eta \cdot \sum_{i=1}^n s_i$$

där $\eta = 0,70$

- Multiplicera med tidsfaktor enligt .4.

.7 Metod 2

- Bestäm plattans grundläggningsnivå ($z = 0$ på detta djup)
- Beräkna effektivspänningen σ'_{v0} på grundläggningsnivån
- Bestäm belastningsytans bredd (B_{ef}) och längd (L_{ef})
- Beräkna q_{netto} enligt .1
- Rita upp jordprofilen ner till djupet $z = 4 B_{ef}$
- Dela in jordprofilen mellan $z = 0$ och $z = 4 B_{ef}$ i minst 8 skikt. Skiktjockleken betecknas h_i
- Ange sättningsmodulen E_i för varje skikt
- Beräkna vertikala effektivspänningen före avschaktning σ'_{vm0} (kPa) för mittpunkten i varje skikt
- Beräkna tillskottsspänningen $\Delta\sigma_v$ (kPa) för mittpunkten i varje skikt

$$\Delta\sigma_v = q_{netto} \left[1 + (3 - 2 \cdot \lambda) \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{z}{B_{ef}} \right] \cdot \left(1 - \frac{1}{g} \cdot \frac{z}{B_{ef}} \right)^3 + \sigma'_{tillskott}$$

där $\sigma'_{tillskott}$ beräknas enligt .2. Om termen $\left(1 - \frac{1}{g} \cdot \frac{z}{B_{ef}} \right)$ blir negativ så sätts termen lika med noll.

λ ett jordartstal: $\lambda = 0$ för grovkorning jord

$\lambda = 0,5$ för silt

$\lambda = 1,0$ för lera

$$g = 1,0 + 21,5 \left(\frac{B_{ef}}{L_{ef}} + 2,5 \right)^{-2,15}$$

- För varje skikt beräknas därefter den relativa kompressionen ε_i enligt följande formel.

$$\varepsilon_i = \frac{P_a}{E_i \cdot \beta} \left[\left(\frac{\sigma'_{vm0} + \Delta\sigma_v}{P_a} \right)^\beta - \left(\frac{\sigma'_{vm0}}{P_a} \right)^\beta \right]$$

P_a referensspänning = 100 kPa

β spänningsexponent (dimensionslös):

$\beta = 1$ för överkonsoliderad lera

$\beta = 0,5$ för grus, sand och grov silt

- Beräkna den totala sättningen vid tiden $t=0,1$ år

$$s = \eta \cdot \Sigma(\varepsilon_i \cdot h_i)$$

där $\eta = 0,65$

- Multiplicera med tidsfaktor enligt .4.

.8 Metod 3

- Bestäm plattans grundläggningsnivå (D) ($z = 0$ på detta djup)
- Beräkna σ'_{v0} på grundläggningsnivån
- Bestäm belastningsytans bredd (B_{ef}) och längd (L_{ef})
- Beräkna q_{netto} enligt .1
- Beräkna belastningsytans ekvivalenta radie r_0

$$r_0 = \sqrt{\frac{L_{ef} \cdot B_{ef}}{\pi}}$$

- Rita upp jordprofilen ner till djupet $z = 4 B_{ef}$
- Dela in jordprofilen mellan $z = 0$ och $z = 4 B_{ef}$ i minst 8 skikt. Skiktjockleken betecknas h_i
- Ange djupet (z_i) till övre gränslinjen för varje skikt ($z_i = 0$ för översta skiktet)
- Ange sättningsmodulen E_i för varje skikt

- Beräkna z_i/r_0 för varje skikts över- och underyta
- Beräkna S (integrerade töjningsinfluensturvan)

$$S = 3,87 \left(\frac{z_n}{r_0} + 1,82 \right)^{-1,70}$$

- Beräkna därefter

$$s_0 = q_{netto} \cdot r_0 \cdot \sum \left[\frac{S\left(\frac{z_i}{r_0}\right) - S\left(\frac{z_{i+1}}{r_0}\right)}{E_i} \right]$$

Giltighetsområdet för funktionen S begränsas till $0 \leq \frac{z_i}{r_0} \leq 20$

- Beräkna den totala sättningen s för tiden $t = 0,1$ år

$$s = \eta \left(c \cdot r_e \cdot d_e \cdot s_0 + \sum h_i \frac{\sigma'_{tillskott}}{E_i} \right)$$

där $\eta = 1,10$

$\sigma'_{tillskott}$ beräknas enligt .2.

$$c = \frac{4 \cdot r_1 \cdot r_0}{(r_1 + r_0)^2} \quad r_1 = 0,5m$$

$$r_e = 0,45 + 0,98 \left(\frac{L_{ef}}{B_{ef}} + 2,0 \right)^{-0,42}$$

Giltighetsområdet för funktionen r_e begränsas till $1 \leq \frac{L_{ef}}{B_{ef}} \leq 20$

$$d_e = 0,82 + 0,96 \left(\frac{D}{r_0} + 2,0 \right)^{-2,40}$$

- Multiplicera med tidsfaktor enligt .4.