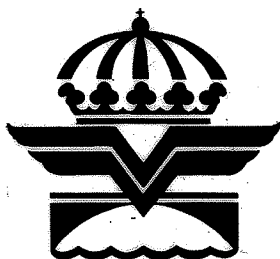
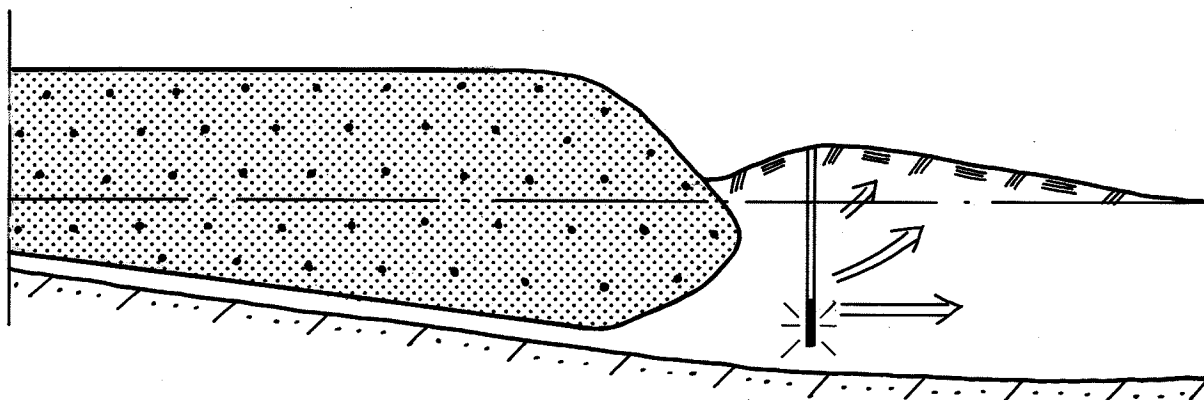


NEDPRESSNING

AV VÄGBANK

Särtryck ur verksamhetshandboken

(Ao 110: I Kap 4.2.8.05 och del II Kap 4.3.2)



FÖRORD

Under vissa förutsättningar är nedpressning av vägbankar en tekniskt-ekonomiskt lämplig metod att bygga väg över områden med låg bärighet. För att en tekniskt god kvalitet skall erhållas bör arbetet bedrivas systematiskt under kontinuerlig uppföljning. Anvisningen ger riktlinjer för såväl projektering som byggande. Med hänsyn till Vägverkets verksamhetshandbok är därför anvisningen uppdelad i två delar, del I Projektering och del II Utförande.

Anvisningen har utarbetats av överingenjör Allan Ekström, Statens Geotekniska Institut och byrådirektör Östen Andersson, Geotekniska kontoret.

STATENS VÄGVERK

Tekniska avdelningen

Utvecklingssektionens kontor för geoteknik

4.2.8.05 NEDPRESSNING

Del I	PROJEKTERING	<u>Sida</u>
0.	ALLMÄNT	3.
0.1	INLEDNING	3.
0.2	BETECKNINGAR	4.
0.3	BEGREPPSFÖRKLARINGAR	5.
1.	INVERKANDE FAKTORER	9.
1.1	BANKHÖJD OCH -BREDD	9.
1.2	MASSÅTGÅNG, TID, TRANSPORT	10.
1.3	KRAV PÅ UTRYMME	11.
1.4	JORDENS BESKAFFENHET	11.
1.5	INVERKAN PÅ MILJÖ OCH OMGIVNING	12.
1.6	SAMMANFATTNING OCH KONSEKVENSER	13.
2.	DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	14.
2.1	ALLMÄNT	14.
2.2	FYLLNINGSMASSOR	15.
2.3	BERÄKNINGSVÄRDEN	16.
2.3.1	Densitet	16.
2.3.2	Friktionsvinkel	16.
2.3.3	Skjuvhållfasthet	17.
2.3.4	Erforderlig banklast	17.
2.4	BEDÖMNING AV MASSÅTGÅNG	17.

2.

Sida

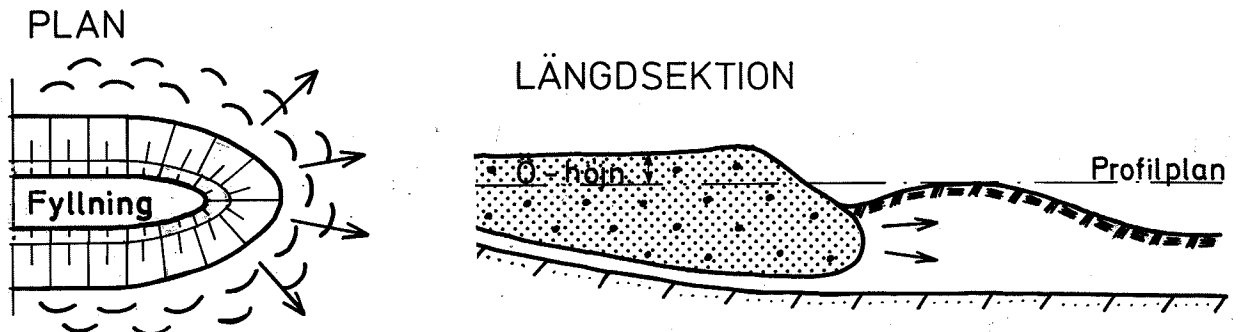
3.	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR, REDOVISNING	20.
3.1	GEOTEKNISK UNDERSÖKNING	20.
3.2	REDOVISNING	20.
3.2.1	Projekteringshandling	20.
3.2.2	Bygghandling	21.

Del II UTFÖRANDE Se Ao 110:II kap 4.3.2

0. ALLMANT

0.1 INLEDNING

Nedpressning innebär att en vägbank fylls ut med så stor överhöjning över projekterat profilplan att befintliga lösa jordlager pressas undan och ersätts med fyllningsmassor. Successiv nedpressning sker i takt med bankens utfyllning medan däremot vid samtidig nedpressning banken först fylls ut till hela sin fulla längd utan att markgenombrott inträffar, varefter nedpressningen åstadkommes genom sprängning.



Vanligen sjunker inte fyllningen ända ned till fast botten, utan man får ett skikt kompressibel jord kvar under fyllningen. Även om det kompressibla skiktet oftast får relativt liten tjocklek kan det dröja lång tid innan bankens rörelser avstannat.

För provbelastning och minskning av framtida sättningar bör därför bankens överhöjning kvarligga minst 4 - 6 månader varvid sättningsförloppet kontinuerligt mäts.

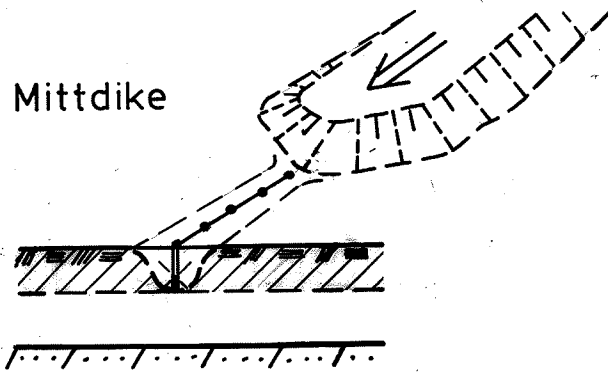
Nedpressningsförfarande förutsätter kohesionsjord, exempelvis lera, dy, gyttja med så låg skjuvhållfasthet att markgenombrott kan framkallas med måttlig överhöjning av banken. Nedpressningen kan underlättas genom avschaktning framför fyllningen eller genom omrörning av jorden genom sprängning.

För att lämpligheten med nedpressning skall kunna bedömas samt arbetsutförande detaljplaneras, krävs utförliga geotekniska undersökningar.

0.2	BETECKNINGAR	<u>Sort</u>
a	= avståndet mellan intilliggande sprängladdningar längs vägen	m
B	= bankens krönbredd	m
b	= avståndet mellan intilliggande sprängladdningar tvärs vägen	m
F	= säkerhetsfaktor	
H_{proj}	= projekterad bankhöjd - mellan ursprunglig markyta och profilplanet	m
H_{tot}	= total banktjocklek - mellan ök överhöjning och uk fyllning	m
h	= laddningshöjd	m
h_2	= nedpressningsdjup - mellan ursprunglig markyta och underkant fyllning	m
h_z	= nedpressningsdjup - mellan blivande markyta (efter nedpressningen) och uk fyllning	m
L	= påverkat område vid sidan av banken	m
L_s	= längden hos eventuell avschaktning	m
$L_ö$	= längden hos ökad överhöjning	m
l:n	= släntlutning	
Q	= laddningsmängd	kg/m väg
q	= laddningsintensitet	kg/m ³ påverkad jord
S_t	= sensitivitet	
V	= påverkad jordvolym	m ³ /m väg
ö	= överhöjning	m
ϕ	= inre friktionsvinkel	grader ^o
ρ	= skrymdensitet	t/m ³
τ	= skjuvspänning	kPa
τ_{fu}	= skjuvhållfasthet	kPa

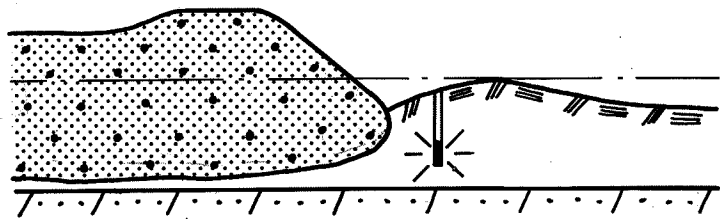
0.3 BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Dikessprängning Förberedande åtgärd med avsikt att luckra upp fast ytlager



Frontschaktning Bortschaktning av jordmassor framför tippfront

Frontsprängning Sprängning som utförs omedelbart framför tippfront med avsikt att underlätta fyllningens nedträngning



Förbank En smal bank som utfylls med avsikt att "bana väg" för en bredare bank

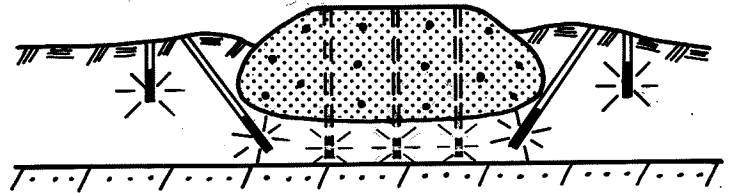
Förberedande åtgärd Åtgärd som vidtas före det egentliga nedpressningsarbetet med avsikt att underlätta nedpressningen och erhålla jämnare övergång vid dess början och slut

Samtidig nedpressning

Metoden innebär att banken först fylls ut på hela sträckan. Nedpressningen åstadkommes sedan med sprängning. Fyllning och sprängning sker ofta i flera etapper

Sidosprängning

Sprängning som vanligtvis utförs i kombination med undersprängning och som utförs under ena eller båda sidorna av redan utfylld bank. Avsikten är att luckra upp jorden samt genom sprängningen åstadkomma en momentan förskjutning av massorna så att fyllningen sjunker djupare.

Successiv nedpressning

Metoden innebär att nedpressningen sker successivt med utfyllningen och med tippfronten så utformad, att man kan styra massornas nedträngning.

Successiv schaktning

Schaktning, som utförs fortlöpande framför en tippfront, med avsikt att styra och underlätta fyllningsmassornas nedträngning.

Successiv sprängning

Utförs som upprepad frontsprängning eller uppluckringssprängning i korta etapper omedelbart framför en tippfront.

Summationskurva

Diagram över massåtgång där fyllningen fortlöpande summeras för varje sektion.

Teoretisk sektion

I projekteringsskede bedömd sektion för färdig nedpressning.

Tippfront

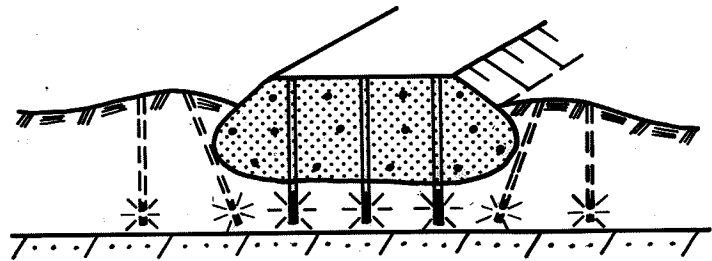
Fyllningens främsta del.

Tändplan

Plan över sprängladdningarnas placering, tändningsordning och intervalltider.

Undersprängning

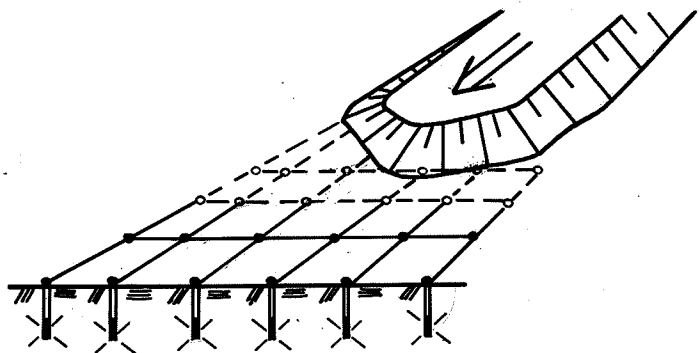
Utförs vanligtvis i kombination med sidosprängning med samma funktion som denna. Laddningarna placeras under fyllningen och detoneras några 10-delar av en sekund efter sidosprängningen.

Upphängning

Gemensam benämning av de fall då en tippfront av en eller annan anledning ej tränger ned till avsett djup.

Uppluckrings-
sprängning

Sprängning som utförs etappvis inom ett visst område framför entippfront med avsikt att luckra upp jorden och sänka dess skjuvhållfasthet.

Upptrycknings-
massor

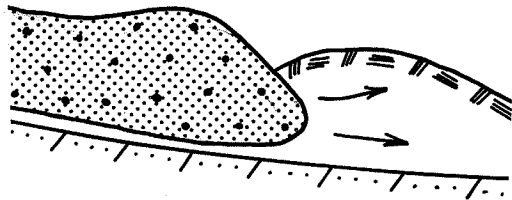
Jordmassor som i samband med nedpressningsarbete trycks upp framför och längs en tippfront.

Överhöjning

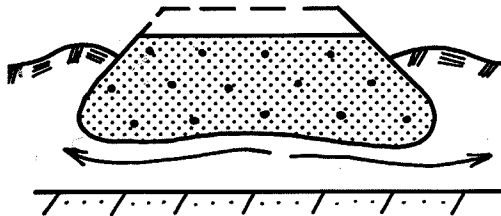
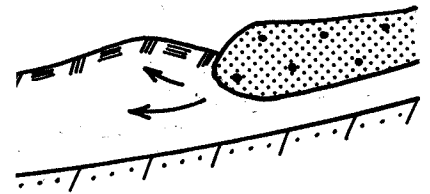
Den del av fyllningen som temporärt utläggs ovanför profilplanet med avsikt att förbättra tippfrontens nedträngning samt att minska framtida rörelser. Samtidigt erhålls en provbelastning av banken.

1. INVERKANDE FAKTORER

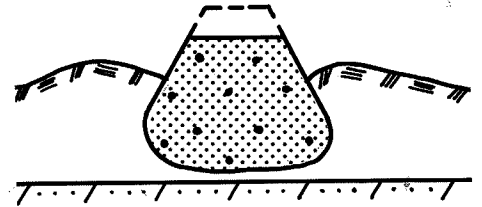
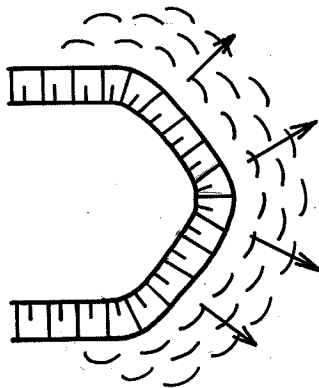
1.1 BANKHÖJD OCH -BREDD



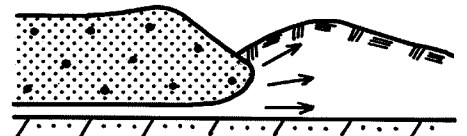
STOR BANKHÖJD
ger säkrare mark-
genombrott



SMAL VÄGBANK
tränger lättare
ned tack vare
mindre jordför-
skjutningar

PLANMYCKET BREDA
VÄGBANKAR

riktar undanpress-
ningen huvudsak-
ligen framåt så
att upptrycknings-
massornas volym
kan bli så stor
att schaktnings-
och sprängnings-
arbeten måste ut-
föras

SEKTION

1.2 MASSÅTGÅNG, TID, TRANSPORT

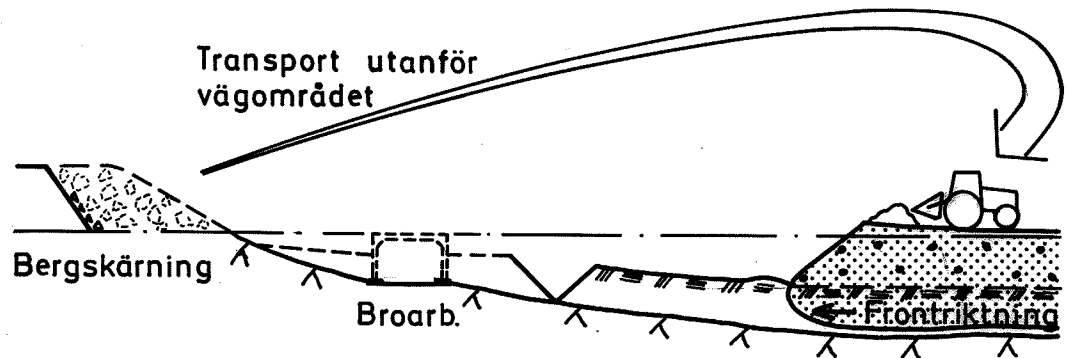
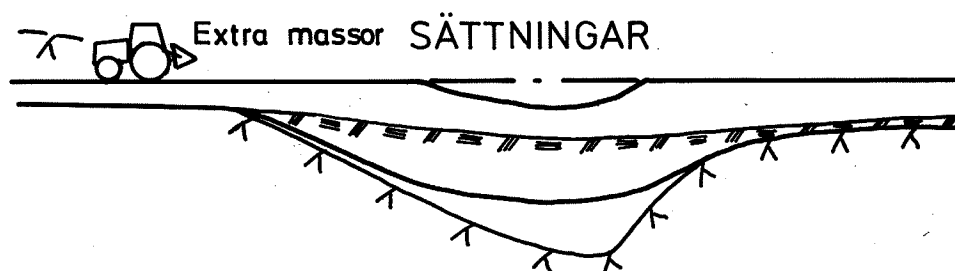


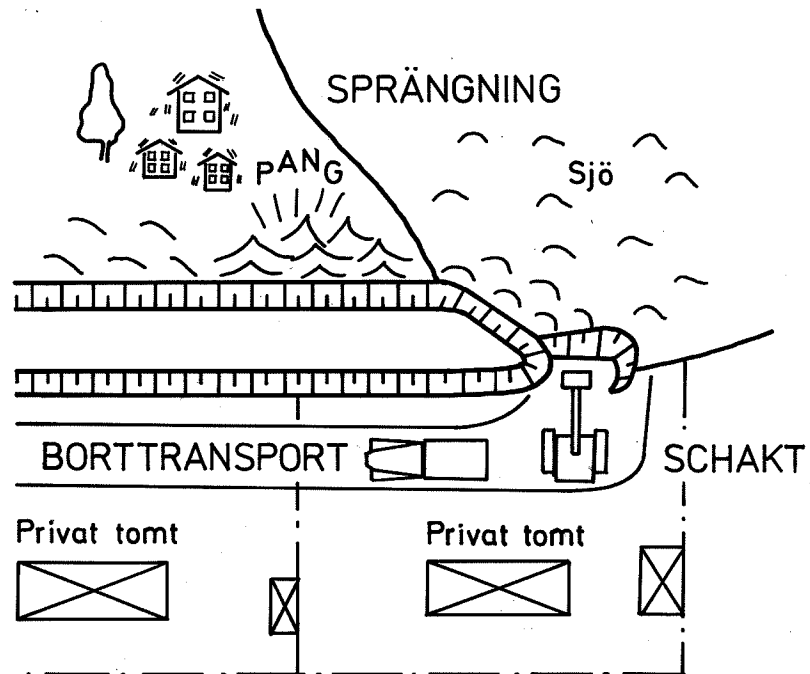
Fig. visar exempel på transportproblem på grund av mellanliggande brobygge. **NEDPRESSNING**

- Transportväg måste anordnas om massorna tas från fel håll med avseende på nedpressningsfrontens riktning.
- Massor för nedpressning måste uttas så tidigt att banken får tillräcklig liggtid.



- Tillgång till extra massor erfordras om överhöjningen behöver justeras under liggtiden eller nedpressningsdjupet blir större än väntat.
- Förlängd liggtid kan bli aktuell på grund av stora justeringar

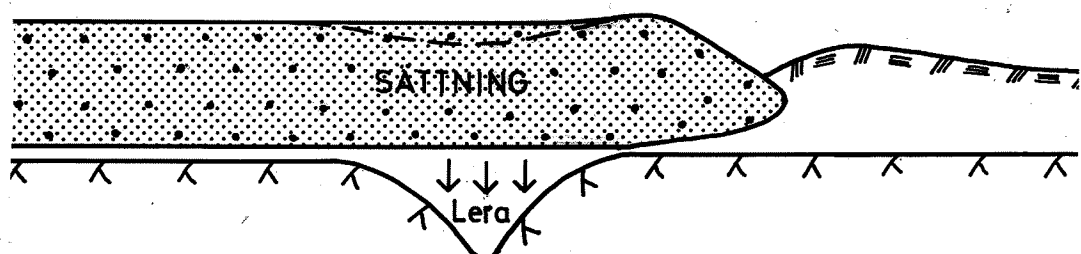
1.3 KRAV PÅ UTRYMME MED HÄNSYN TILL ARBETSMASKINER
OCH IMPROVISERING I ARBETSSKEDET M M



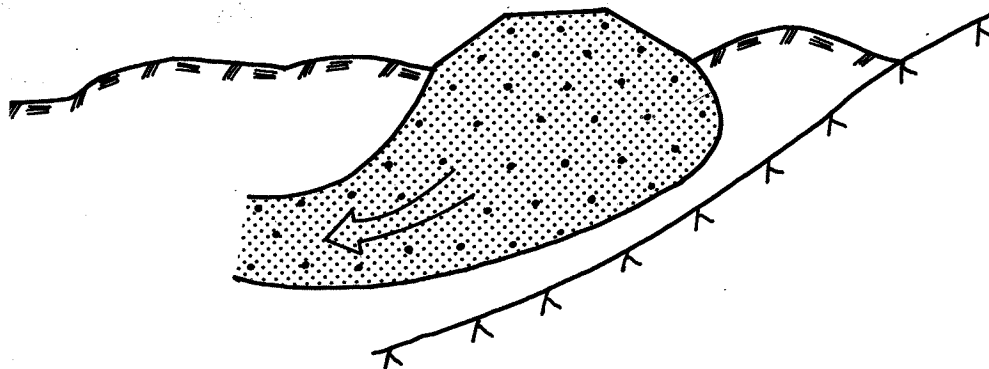
- Sprängning vid upphängning kräver säkerhetsavstånd till byggnader. Kostnaden för skaderegleringar kan bli betydande.
- Schaktning vid upphängning kan kräva utrymme för maskiner och borttransport av schaktmassor utanför vägområdet.

1.4 JORDENS BESKAFFENHET

- Totalstabiliteten inom området skall vara tillfredsställande.

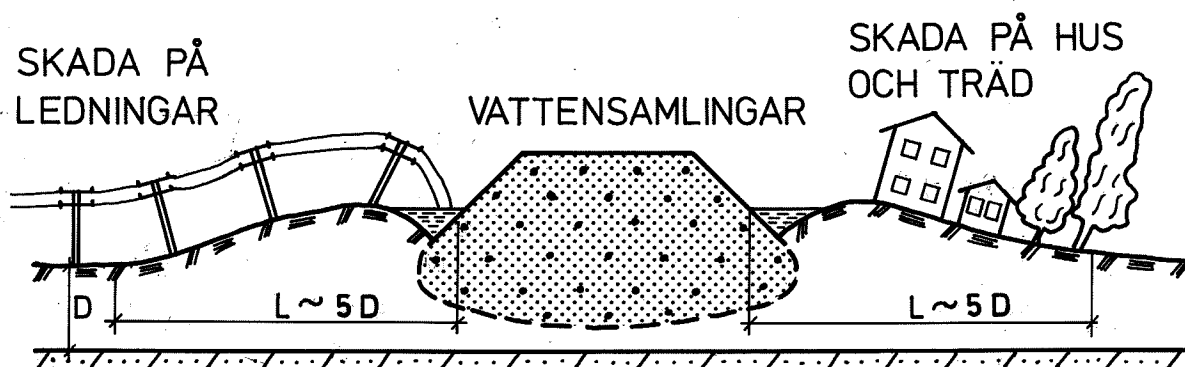


- Svackor i fast botten längs eller tvärs vägen ger ojämn sättning.



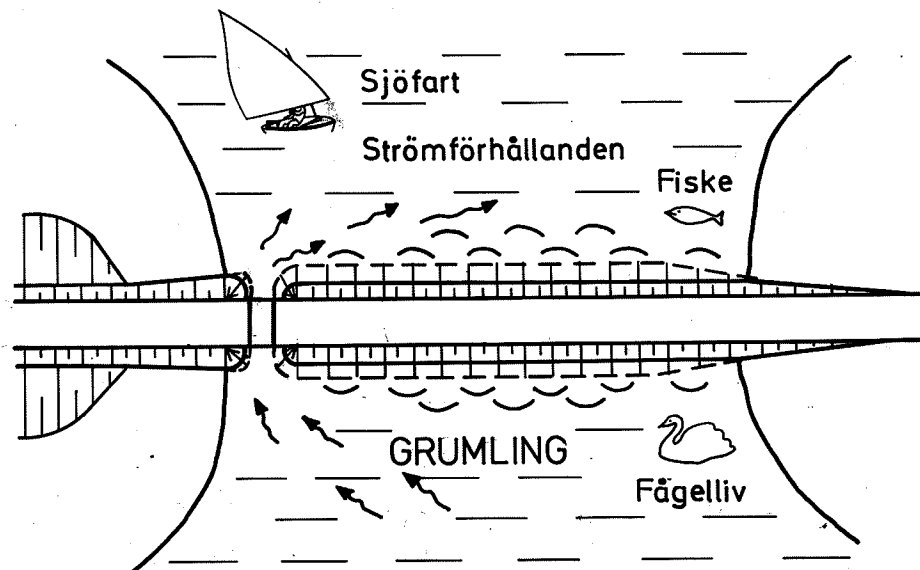
- Vid sidolutande fast botten eller fasta skikt kan fyllningen glida i sidled med stor massåtgång som följd, om åtgärder för att styra massorna ej vidtas. Risken är speciellt stor vid porövertryck i vattenförande skikt.
- Mot djupet tilltagande hållfasthet eller fastare skikt hindrar bankens nedträngning med långvariga sättningar som följd.
- Högsensitiv lera med relativt stor skjuvhållfasthet kan orsaka okontrollerbara skred om uppluckringsprängning ej utförs.
- Nedpressningsdjup större än 15 m bör undvikas.

1.5 INVERKAN PÅ MILJÖ OCH OMGIVNING



- Intill ett nedpressningsområde kan skada uppstå på befintliga byggnader, ledningar, trummor, broar m m.

- Upptryckta massor medför ändrade marknivåer och därmed ändrade avvattningsförhållanden.
- Vid sidan av en nedpressad bank kan områden påverkas så att t ex marklösen, inhängnader eller röjnings- och planeringsarbete erfordras.



- Nedpressning i vattendrag och sjöar medför bottenhävning och uppgrumling av vatten. Inverkan på strömningsförhållanden, farleder, fågelliv, fiske skall beaktas.

1.6 SAMMANFATTNING OCH KONSEKVENSER

Nedpressning kan väljas när man:

- med rimliga åtgärder (övershöjning, sprängning och schaktning) kan pressa ned en bankfyllning till erforderligt djup,
- kan bemästra massförskjutningar så att fyllningen insidled ej tränger långt utanför vägområdet,
- under byggnadstiden kan erhålla erforderlig liggtid för övershöjningen
- kan godta vissa framtida sättningar i vägen,

- kan tolerera jordrörelser vid sidan om vägbanken,
- kan lösa in eller restriktionsbelägga upptryckningsområden,
- har lämpliga fyllningsmassor i överskott eller kan erhålla dessa från skärningar eller sidotag där lämpliga transportvägar finns.

Man bör därför särskilt beakta följande synpunkter:

Eftersättningar är vanliga i färdiga nedpressningsbankar. Kostnader för erforderliga justeringar bör värderas och medräknas vid kostnadsjämförelse med andra tänkbara grundläggningssätt. Trummor bör helst placeras på urschaktat område utanför nedpressningen, se del II avsnitt 1.7.

Massåtgång vid nedpressning är i allmänhet svår att exakt fastställa. Vissa "övermassor" skall därför finnas tillgängliga till rimlig kostnad, om massåtgången blir större än beräknat.

Att schakta eller påla intill en nedpressad bank kan vara olämpligt. Detta innebär att framtida byggnadsarbeten, anläggningsarbeten, vägbreddningsföretag m m kan försvåras.

Relativt omfattande kontroll och uppföljning erfordras vid nedpressning. Kostnaden härför skall medräknas vid kostnadsjämförelser.

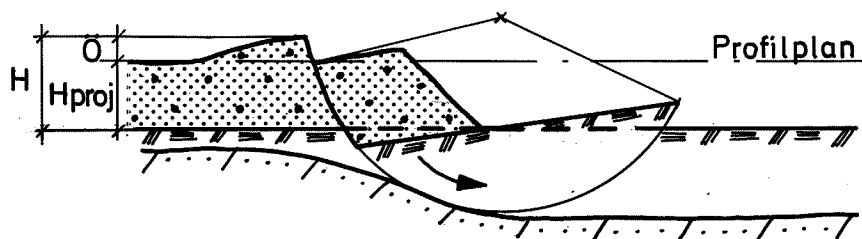
2. DIMENSIONSERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 ALLMÄNT

Nedpressningsförfarandet förutsätter att markgenombrott kan framkallas med rimlig överhöjning av banken. Som grov tumregel gäller att

$$H \geq 0,4 \cdot \tau_f \dots\dots\dots 1$$

där τ_f anges i kPa, och H i m



Förutsättningarna för nedpressning kan förbättras om man minskar motståndet mot jordundanträngningen genom sprängning eller avschaktning framför tippfronten. Härvid erhålls även en viss styrningseffekt för fyllningen.

2.2 FYLLNINGSMASSOR

Fyllningsmassor för nedpressning bör vara så grovkorniga som möjligt, så att fyllningen får god sammanhållning.

Vid successiv nedpressning skall massorna helst bestå av grov sprängsten. Blockig stenig morän, block- och stenmaterial från kärnorna i rullstensåsar eller blockigt, stentigt grus kan även användas.

Vid samtidig nedpressning av en befintlig vägbank kan krav på fyllningsmassor mildras eftersom påförda massor vanligtvis ej kommer i kontakt med underliggande naturliga jordlager. Massorna får dock ej bestå av flytbenäget jordmaterial.

Krav på lämpliga massor skall framgå av teknisk PM, Geoteknik. I byggnadsteknisk beskrivning anges hur tillgängliga massor bör disponeras för nedpressningen.

I överhöjning och bankens övre del kan annat material förekomma om kravet på tyngd och liggtid ej eftersätts. Tätning av bergbankens överyta skall alltid utföras. Speciell hänsyn skall tas till tätning av överyta och material i överhöjning om denna kan komma att utgöra överbyggnad.

2.3 BERÄKNINGSVÄRDEN

2.3.1 Densitet

Bankens tyngd beräknas med bedömd densitet. Om andra värden ej påvisas vara mer representativa, kan följande värde på skrymdensitet användas

Osorterad fyllning	—	1,9 t/m ³
Fyllning med enbart block och grov sprängsten	—	1,7 t/m ³

2.3.2 Friktionsvinkel

Vid beräkning av stabilitet och jordtryck skall friktionsvinkel väljas med hänsyn till fyllningsmassorna i banken. För överslagsberäkningar kan friktionsvinkeln sättas lika med

Grus, sten, block och grova moräner	—	35°
Storblockig sprängsten	—	42°

2.3.3 Skjuvhållfasthet

Beräkning av jordtryck, stabilitet och nedträngningsdjup skall baseras på uppmätta skjuvhållfasthetsvärden.

Genom sprängning kan normalt skjuvhållfastheten i kohesionsjord nedsättas. Storlek på nedsättning bedöms från fall till fall. Överslagsmässigt kan man vid effektiv sprängning räkna med 20 % reduktion.

2.3.4 Erforderlig banklast

Normalt är nedpressning möjlig då total banklast överstiger beräkningsmässig brottlast med minst 20 %. Jämför avsnitt 2.1.

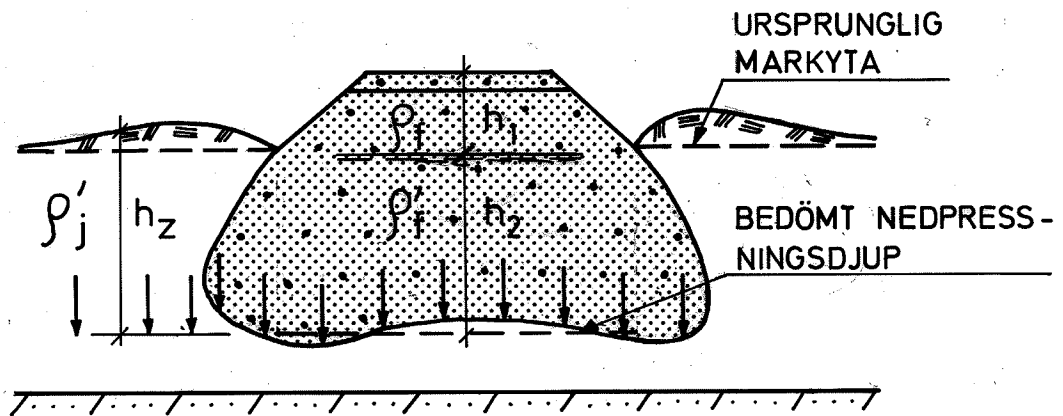
2.4 BEDÖMNING AV MASSÅTGÅNG

Teoretisk massåtgång beräknas med ledning av i teknisk PM, Geoteknik eller byggnadsteknisk beskrivning angiven teoretisk sektion vilken beräknas enligt följande.

Nedträngningsdjupet kan inte anges generellt eftersom detta påverkas av bland annat följande faktorer

- jordlagerföljd
- fyllningens beskaffenhet
- åtgärder vid utförande

Vid homogen kohesionsjord, framför allt lera bedöms nedpressningsdjup genom passningsberäkning.



Om grundvattenytan förutsätts ligga i nivå med ursprunglig markyta, kan sambandet överslagsvis beräknas enligt följande

$$h_z = \frac{\rho_f \cdot h_1 + \rho_f' \cdot h_2 - 0,55 \cdot \tau_{fu}}{\rho_j'}$$

där h_z = nedpressningsdjup i meter räknat från bedömd markyta efter nedpressningen

τ_{fu} = odränerad skjuvhållfasthet i kPa

ρ_j' = naturliga jordens densitet under grundvattenytan i t/m^3

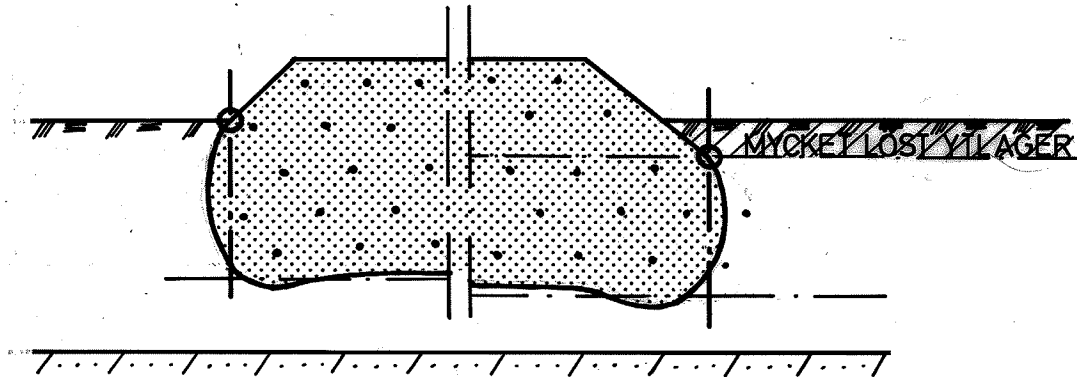
ρ_f' = fyllningens densitet under grundvattenytan i t/m^3

ρ_f = fyllningens densitet över grundvattenytan i t/m^3

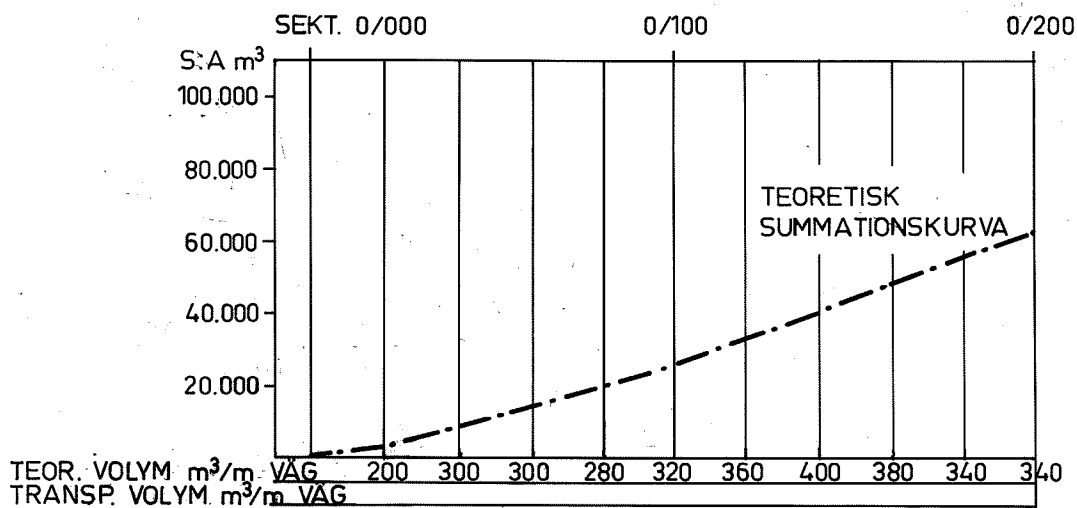
Om kohesionsjord innehåller lager av friktionsjord, kan fyllningen stanna mot dessa.

Nedpressningsdjupet påverkas även av åtgärder under arbetet såsom sprängningar och avschaktningar.

I sidled kan man normalt räkna med att sektionen begränsas av vertikalplan genom bankfyllningens släntfot i naturlig marknivå. Om ytlagret är mycket löst, bör man räkna med att vertikalplanet går genom släntfot i det lösa lagrets underyta. Jämför nedanstående figur.



Teoretiskt bedömd massåtgång bör redovisas i diagram dels sektionvis och dels som summakurva enligt figur. Diagrammet kan användas i utförandeskedet för uppföljning av verklig massåtgång. Det bör därför införas i den byggnadstekniska beskrivningen.



3. GEOTEKNISK UNDERSÖKNING, REDOVISNING

3.1 GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

Där nedpressning bedöms bli aktuell, erfordras geotekniska undersökningar för bl a bedömning av

- massåtgång
- typ av fyllningsmassor
- förberedande åtgärder för nedpressningsarbetet
- lämpligt utförande
- åtgärder för att styra och underlätta massornas nedträngning

Jordlagrens mäktighet och relativa fasthet bestäms genom viktsondering. Vid oregelbundna förhållanden måste denna utföras särskilt detaljerad.

De lösa jordlagrens hållfasthets- och deformationsegenskaper bestäms med hjälp av provtagning och vingsondering. Provtagning bör omfatta ostörda prover, som på laboratorium genomgår rutinundersökning och kompressionsförsök. Provtagning skall utföras ända ned till fastare jordlager, så att erforderliga sättningsberäkningar kan genomföras. Skjuvhållfasthet bestäms i sådan omfattning, att representativa värden erhålls inom hela nedpressningsområdet.

3.2 REDOVISNING

3.2.1 Projekteringshandling

Resultat av geotekniska undersökningar redovisas i Teknisk PM Geoteknik som dessutom skall lämna uppgifter om

- bedömd massåtgång
- överhöjningens liggtid
- särskilda åtgärder för utförande
- kontrollåtgärder
- sättningar i färdig bank
- konsekvenser av nedpressning

3.2.2 Bygghandling

Byggnadsteknisk beskrivning skall utöver redovisning av den geotekniska undersökningen innehålla arbetsbeskrivning och kontrollprogram.

Arbetsbeskrivning bör innehålla följande uppgifter:

- tillfälliga in- och utfarter samt transportvägar (speciellt på intilliggande fastigheter), trafikomläggningar samt eventuella avstängningar,
- varifrån massorna tas, hur de transporteras och i vilken riktning pressning skall ske,
- plats för eventuella sidotippar,
- förberedande åtgärder, exempelvis urschaktning eller sprängning,
- utförande, utfyllning, överhöjning och eventuell förbank samt erforderlig liggtid,
- eventuella åtgärder för att styra och underlätta massornas nedträngning,
- bortschaktning av upptryckta massor, utdikning,
- anslutningar och övergångar,
- diagram över beräknad massåtgång,
- tidplan.

Arbetsbeskrivning skall även ange om åtgärder erfordras för skydd av befintliga byggnader och anläggningar eller för att andra arbeten skall underlättas.

Kontrollprogram upprättas med beaktande av vad som anges i del II kapitel 2.1. Dessutom skall föreskrivas den särskilda kontroll som i det enskilda fallet kan erfordras i form av exempelvis besiktning av intilliggande byggnadsverk eller uppföljning av markrörelser.

4.3.2 NEDPRESSNING

(Del I PROJEKTERING, Se Ao 110:I kap 4.2.8.05)

Del II	UTFÖRANDE	<u>Sida</u>
0.	ALLMÄNT	5.
0.1	INLEDNING	5.
0.2	HÄNVISNINGAR	6.
1.	UTFÖRANDEMETODER	7.
1.1	FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER	7.
1.1.1	Förberedande schaktning	7.
1.1.2	Förberedande sprängning	7.
1.1.3	Kombination av schaktning och sprängning	7.
1.2	UTFYLLNING	7.
1.2.1	Utfyllning av massor	7.
1.2.2	Tippfrontsutformning	9.
1.2.3	Förbankar	10.
1.2.4	Överhöjning och liggtid	11.
1.3	ÅTGÄRDER VID UPPHÄNGNING	11.
1.3.1	Allmänt	11.
1.3.2	Ökning av överhöjning	11.
1.3.3	Sprängning	12.
1.3.4	Frontschaktning	13.
1.3.5	Val av åtgärd	14.

	<u>Sida</u>	
1.4	ÅTGÄRDER FÖR ATT STYRA OCH UNDERLÄTTA MASSORNAS NEDTRÄNGNING	14.
1.4.1	Allmänt	14.
1.4.2	Uppluckringssprängning	15.
1.4.3	Successiv schaktning	16.
1.4.4	Kombination av schaktning, sprängning och fyllning	18.
1.5	ANSLUTNINGAR OCH ÖVERGÅNGAR	19.
1.5.1	Anslutning mot fastmarksområde	19.
1.5.2	Anslutning mot mötande nedpressningsbank	20.
1.5.3	Nedpressning i kombination med urschaktning	21.
1.5.4	Nedpressning i kombination med bankpålning	22.
1.6	SAMTIDIG NEDPRESSNING	23.
1.6.1	Allmänt	23.
1.6.2	Nedpressning av befintlig bank	23.
1.7	TRUMMOR OCH ANDRA ANLÄGGNINGAR I NEDPRESS- NINGSSOMRÅDE	25.
2.	KONTROLL OCH SÄKERHETSFRÅGOR	25.
2.1	KONTROLL	25.
2.1.1	Allmänt	25.
2.1.2	Kontroll av uppluckringssprängning	25.
2.1.3	Kontroll av fyllningens nedträngning	26.
2.1.4	Kontroll av sättningsförloppet	28.
2.2	SÄKERHETSFRÅGOR	29.
2.2.1	Allmänt	29.
2.2.2	Utfyllningsarbetet	29.
2.2.3	Sprängningsarbetet	29.

BIL. I-I SPRÄNGNING		<u>Sida</u>
1.	ALLMÄNT	31.
2.	SPRÄNGÄMNER	31.
3.	DIMENSIONERING	31.
3.1	Uppluckringssprängning	31.
3.2	Frontsprängning	33.
3.3	Sido- och undersprängning	34.
3.4	Ytuppluckring	35.
4.	LADDNINGSINSTALLATION	35.
5.	TÄNDMEDEL OCH TÄNDPLAN	38.

0. ALLMÄNT

0.1 INLEDNING

Nedpressning av vägbanksfyllning genom lösa jordlager till fastare lager säkerställer vägens stabilitet och begränsar dess sättningar. Normalt kan man dock ej räkna med att fyllningsmassorna pressas ända ned till fast botten. Därför kan sättningar i den färdiga vägen ej helt undvikas.

Nedpressning är en förstärkningsåtgärd där lokala förhållanden i varje enskilt fall påverkar tillvägagångssättet. Byggaren måste därför ofta själv lösa oförutsedda problem. Kvaliteten hos färdig väg beror i hög grad på åtgärder som beslutas på arbetsplatsen. Därför är det viktigt att:

- förberedande arbete (schaktning, sprängning) utförs i erforderlig omfattning
- fyllningsmassor är av föreskriven beskaffenhet
- fyllningsmassor utfylls på föreskrivet sätt
- åtgärder för att styra och underlätta massornas nedträngning avpassas efter lokala förhållanden
- kontroll (massuppföljning, sondering, avvägning) utförs i föreskriven omfattning
- överhöjning kvarlämnas tills huvuddelen av rörelsen avstannat

Nedpressning medför jordrörelser inom stora områden. Under arbetets gång bör därför närliggande konstruktioner eller andra anläggningar hållas under noggrann observation. Större urgrävningar får ej utföras i närheten av en nedpressad bank utan att stabiliteten kontrollerats.

0.2 HÄNVISNINGAR

[1]Handledning i väg- och brobyggnadskontroll,
(Kontrollantanvisning), Statens Vägverk BP 101
(Särtryck ur Verksamhetshandboken Ao 110:II,
kap 3.2.5).

[2]Sprängteknik, Statens Vägverk BP 115
(Särtryck ur Verksamhetshandboken Ao 110:II,
kap 6.1.4).

1. UTFÖRANDEMETODER

1.1 FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER

1.1.1 Förberedande schaktning

Förberedande schaktning utförs vanligen i början och i slutet av en nedpressningssträcka. Schaktdjup, som skall framgå av arbetsbeskrivning, begränsas som regel till 3 å 4 m. Schaktmassorna transporteras bort eller läggs upp utanför upptryckningsområdet, så att de ej menligt påverkar resultatet vid nedpressningen.

Utförs förberedande schaktning som ett mittdike, utformas detta vanligtvis med maximalt 5 - 10 m bredd till sådant djup att de fasta ytlagren genombryts.

1.1.2 Förberedande sprängning

Vid fast ytlager eller vegetationstäcke över mycket lös jord kan söndersprängning av ytlagret ersätta förberedande schaktning. Trädstubbar med omfattande rotsystem borttas. Förberedande sprängning som innebär att diken sprängs längs vägmitt och vid behov på lämpligt sidoavstånd från densamma, dimensioneras enligt Bilaga 1-1 avsnitt 3.

1.1.3 Kombination av schaktning och sprängning

Om schaktning av mittdike kombineras med sprängning, bör schaktmassorna transporteras bort eller läggas upp utanför upptryckningsområdet, så att de ej menligt påverkar resultatet vid sprängningen.

1.2 UTFYLLNING

1.2.1 Utfyllning av massor

Av säkerhetsskäl bör massorna till att börja med tippas från transportfordonen ett stycke in på banken och därifrån föras ut över tippfronten med t ex bandtraktor (se fig 1). Efterhand som arbetet fortskrider och man får erfarenhet av hur fyllningen

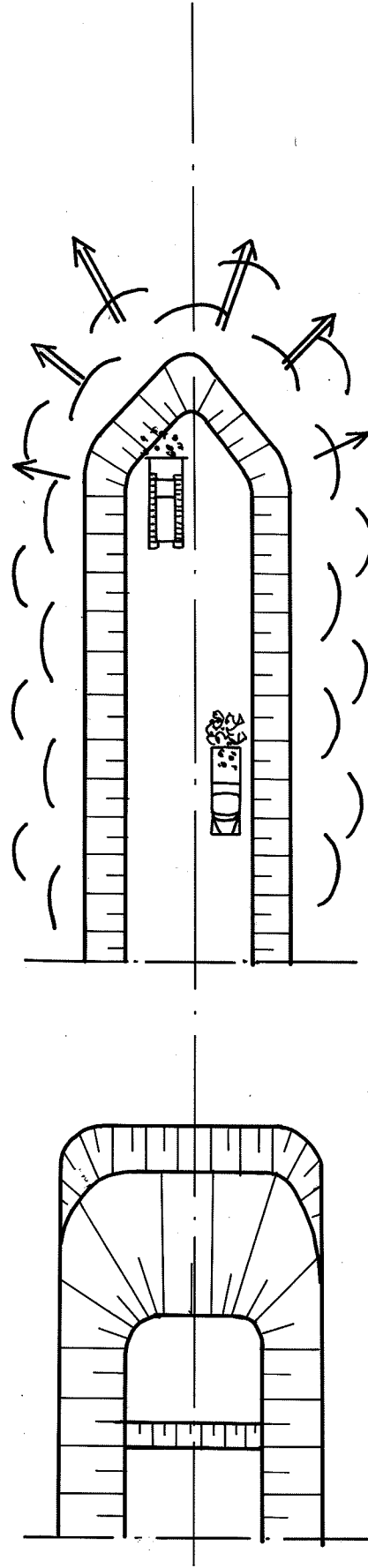
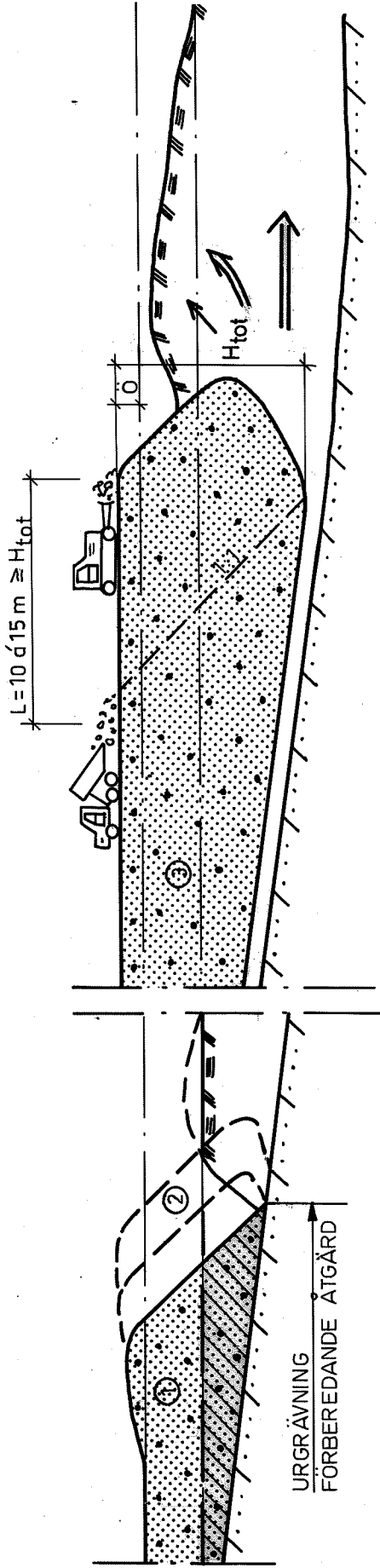


Fig 1. Utfyllning av massor

beter sig, kan tippning vanligen ske direkt vid tippfronten. Fronttippning är ofta även möjlig att tillämpa i de fall jorden luckras upp genom sprängning (se vidare avsnitt 2.2 Säkerhetsfrågor). När sensitiviteten är hög ($St \geq 30$) och uppluckningsprängning ej utförs eller skredrisk på annat sätt bedöms föreligga, måste dock massorna av säkerhetsskäl tippas ett stycke bakom fyllningsfronten. Överhöjningens storlek, som skall framgå av arbetsbeskrivningen, avpassas från fall till fall beroende på främst projekterad bankhöjd och jordens skjuvhållfasthet, se avsnitt 2.1 del I.

1.2.2 Tippfrontsutformning

I de fall jordlagren är jämna och likartade på båda sidor om väglinjen utformas fyllningen i plan sett som en "mittkil", d v s en symmetrisk kil med spetsen i bankens mittlinje (jfr fig 1). I andra fall, t ex när vägbanken fylls ut längs kanten av ett kärr eller över ett område där fast botten lutar brant tvärs vägen, styrs undanpressningen åt den sida, där motståndet är minst, genom utformning av tippfronten som "vänsterkil" respektive "högerkil", se fig 2. Tippfrontsutformning skall framgå av arbetsbeskrivningen.

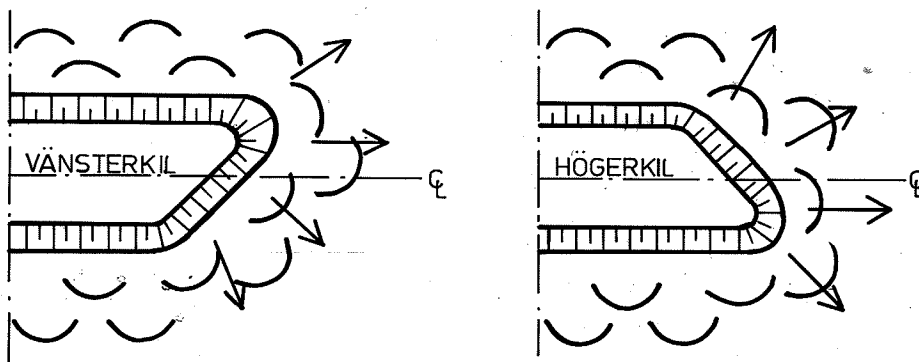
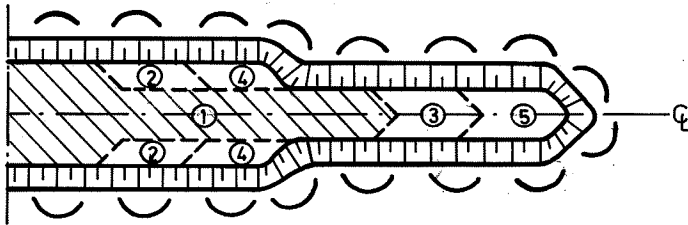


Fig 2. Exempel på vänster- resp högerkil

1.2.3 Förbankar

Nedpressning av breda bankar till stora djup underlättas genom utfyllning av en smal förbank, som banar väg genom upptryckningsmassorna. Utformningen av förbanken, som kan ske på olika sätt beroende på de geotekniska förhållandena skall anges i arbetsbeskrivningen.

a) liksidig undanpressning



b) ensidig undanpressning

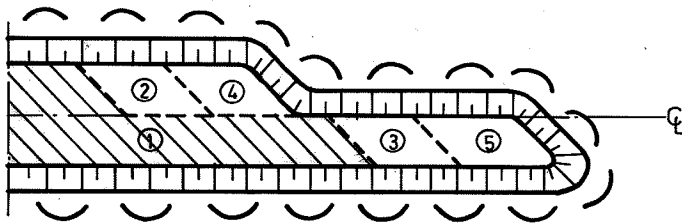


Fig 3. Förbanksvarianter ① - ⑤ markerar arbetsstapper

Vid mycket höga bankar bör förbankens krön hållas på relativt låg nivå, 2 - 3 m över upptryckningsvallarna, i syfte att minska risken för okontrollerade skred. Arbetet kan bedrivas i etapper som ett renodlat fyllningsarbete eller kombineras med schaktning och sprängning.

1.2.4 Överhöjning och liggtid

Överhöjningens storlek skall framgå av arbetsbeskrivningen. Jfr del I avsnitt 2.1.

Under nedpressningsskedet bör överhöjningen ej understiga 2 m. Eftersom överhöjningen även skall utgöra en provbelastning för framtida trafiklast skall minst 1,0 m överhöjning bibehållas genom upprepad påfyllning med nya massor under hela liggtiden. Överhöjningen skall som regel kvarligga 4 - 6 månader under tjälfri säsong, varunder sättningsförloppet kontrolleras regelbundet. När rörelserna avstannat avschaktas överhöjningen efter samråd med geotekniker.

1.3 ÅTGÄRDER VID UPPHÄNGNING

1.3.1 Allmänt

Om motståndet vid tippfronten blir så stort att bankens sjunkning i stort sett upphör innan avsett djup nåtts, skall utfyllningen avbrytas och någon av följande åtgärder vidtagas.

1.3.2 Ökning av överhöjning

Överhöjningen ökas tillfälligt med 1 å 2 m på en sträcka L (jfr fig 4). Sträckans längd bör inte understiga 10 m. Av säkerhetsskäl förs extramassorna ut på sådant sätt att utbredningsmaskinen snabbt kan backa bort från riskområdet, om skred skulle inträffa.

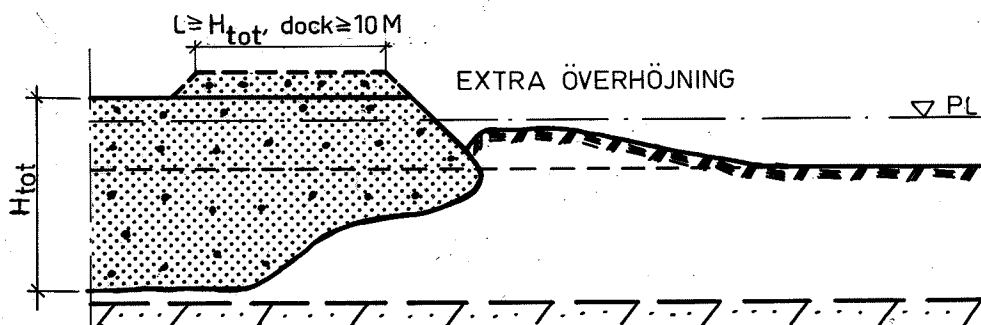


Fig 4. Principbild över tillfällig ökning av överhöjningen

1.3.3 Sprängning

Sprängning utförs i undre delen av jordlagret som frontsprängning. Laddningarna placeras lämpligen i en eller två rader enligt figur 5. Beträffande laddningsmängd, röravstånd m m hänvisas till Bilaga 1-1 avsnitt 3.2.

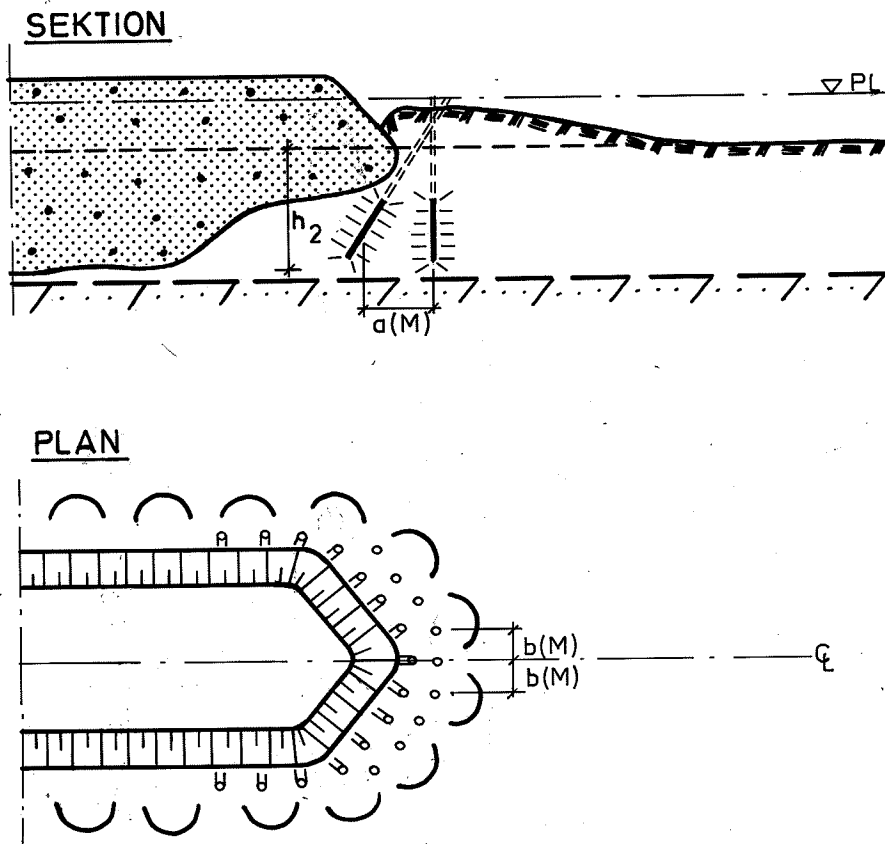


Fig 5. Principbild över frontsprängning

1.3.4 Frontschaktning

Jordmassor framför tippfronten schaktas bort med grävmaskin med stor räckvidd. Schaktning utförs i sådan omfattning att fyllningen på nytt börjar sjunka, vilket medför att schaktbotten höjer sig. Schaktningen bör - omväxlande med påfyllning av nya massor - fortsätta tills banken på aktuell del nått avsett djup och rörelserna huvudsakligen avstannat.

Med hänsyn till risken för skred bör schaktmaskinen, som vanligtvis måste arbeta från utfylld bank, om möjligt placeras bakom tippfronten. Maskinens placering bestäms av maskintyp och storlek. Måste maskinen på grund av liten räckvidd placeras omedelbart intill fronten, bör överhöjningsmassorna schaktas bort på sträckan L , jfr fig 6, om inte beräkningar visar att annat avstånd bör tillämpas.

De lösa schaktmassorna kan lämpas eller transporteras bakåt och läggas upp vid sidan om den utfyllda banken, dock inte närmare än $2 \times L$ m från tippfronten, jfr figuren.

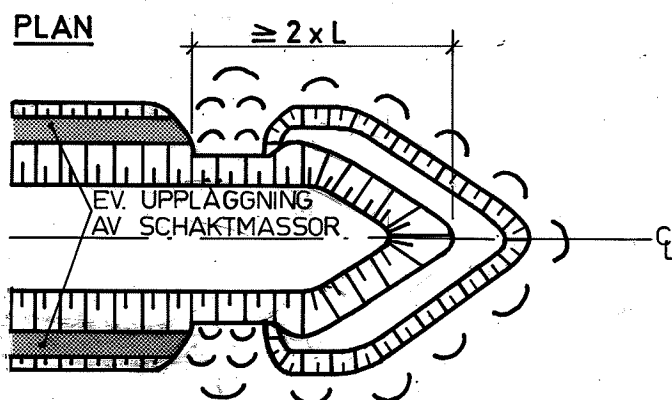
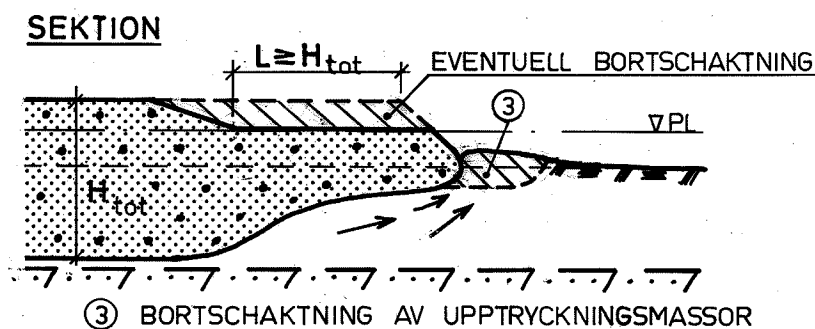


Fig 6. Principbild över frontschaktning

1.3.5 Val av åtgärd

Vilken av nämnda åtgärder som bör vidtas bedöms efter rådande förhållanden från fall till fall, helst i samråd med geotekniker. I följande sammanställning ges riktlinjer för enkla vanligen förekommande fall.

Förhållanden som försvårar eller hindrar nedpressning	Temporär åtgärd	Fortsatt åtgärd
Stora upptryckningar i anslutning till fronten	Frontschaktning	Ökad överhöjning, uppluckrings-sprängning eller successiv schaktning.
Fast ytlager eller djupare liggande fasta skikt	Sprängning eventuellt kombinerad med ökad överhöjning	Sprängning eventuellt kombinerad med ökad överhöjning eller vid gynnsamma fall frontschaktning och omrörning med skopan.
Jordens genomsnittliga skjuvhållfasthet alltför stor	Alt 1. Ökad överhöjning Alt 2. Sprängning eller frontschaktning	Ökad överhöjning, sprängning eller frontschaktning. (Av-görs med ledning av den temporära åtgärden.)
Jordens genomsnittliga skjuvhållfasthet alltför stor vid		
- hög sensitivitet St > 30 (horisontal fast botten)	Sprängning	Sprängning
- brant lutande fast botten i vägens tvärled	Frontschaktning	Successiv schaktning eller uppluckrings-sprängning
- porövertryck i vattenförande skikt	Frontschaktning	Successiv schaktning

1.4 ÅTGÄRDER FÖR ATT STYRA OCH UNDERLÄTTA MASSORNAS NEDTRÄNGNING1.4.1 Allmänt

I arbetsbeskrivningen anges vanligtvis om åtgärder krävs för att underlätta massornas nedträngning samt vilken av nedanstående

åtgärder som rekommenderas.

1.4.2 Uppluckringssprängning

Uppluckringssprängning används för att underlätta fyllningens nedträngning. Sprängningen sker vanligen inom ett område minst lika brett som projekterad banks basbredd och ungefär lika djupt som fyllningen avses bli nedförd. I jord med hög sensitivitet minskar risken för plötsliga skred vid tippfronten, om uppluckringssprängning utförs. Andra faktorer, som kan motivera uppluckringssprängning, är växellagring av lös och fast jord, hög ursprunglig skjuvhållfasthet och fyllningsmassor med liten porositet och dålig inre sammanhållning.

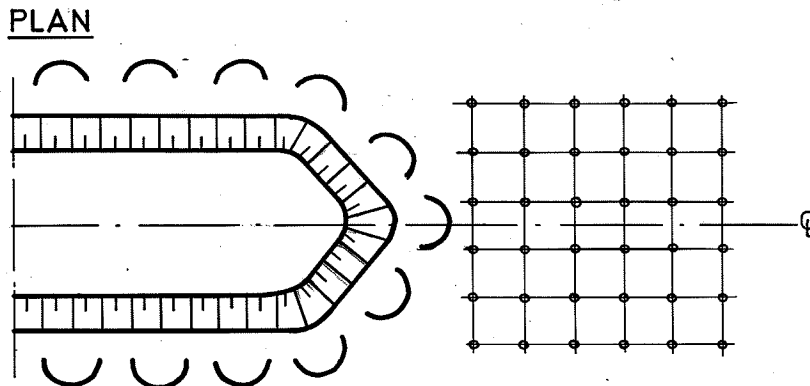


Fig 7. Principiell placering av hål för uppluckringssprängning

Uppluckringssprängning som kan ske i rör av plast eller järn eller i uppspolade hål, utförs i etapper motsvarande 3 å 4 veckors fyllningssträcka vid kontinuerligt arbete. Längre etapper eller sprängning före uppehåll i fyllningsarbetet bör undvikas, eftersom jorden med tiden återvinner sin hållfasthet.

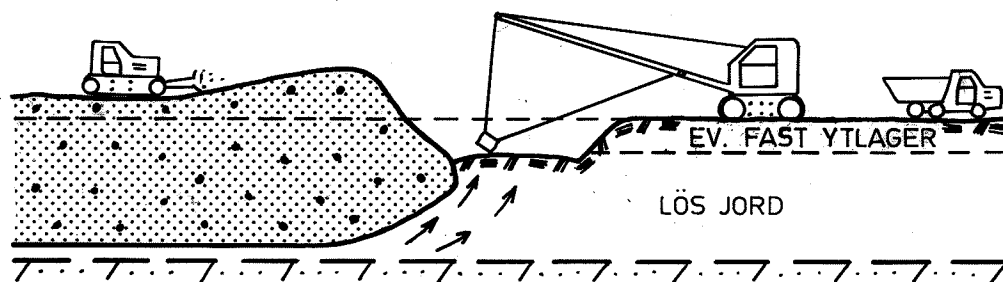
Sprängningstillfällena väljs så att upptryckningarna framför fyllningsfronten hela tiden sker inom uppluckrat område.

Laddningsberäkning och förfarande vid sådan sprängning behandlas i Bilaga 1-1 avsnitt 3.1.

1.4.3 Successiv schaktning

En hårdare styrning av massornas nedträngning erhålls genom successiv schaktning framför tippfronten i samband med fyllningsarbetet. Sådan schaktning är lämplig, när markytan och de fasta bottenlagren är brant sidlutande, eller i de fall undanpressningsmöjligheten i sidled är begränsad till följd av de geotekniska förhållandena eller med hänsyn till skadeverkan på omgivande mark, befintliga byggnader, ledningar m m.

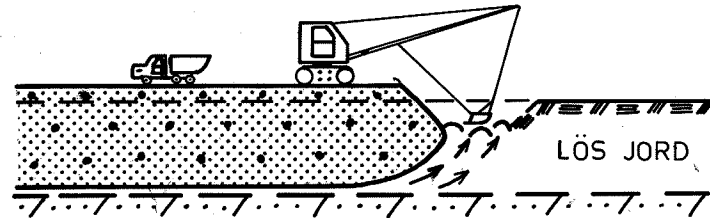
Successiv schaktning utförs kontinuerligt så att de lösa jordmassorna pressas framåt mot schaktgropen och kan schaktas bort. Vanligen används slängskopa eller gripskopa, som arbetar från alternativt markytan framför tippfronten eller banken beroende på förhållandena i det aktuella fallet. Placeras maskinen på banken, måste schaktning och fyllning ske omväxlande, såvida inte banken är så bred att vänster och höger halva kan utföras växelvis i etapper.



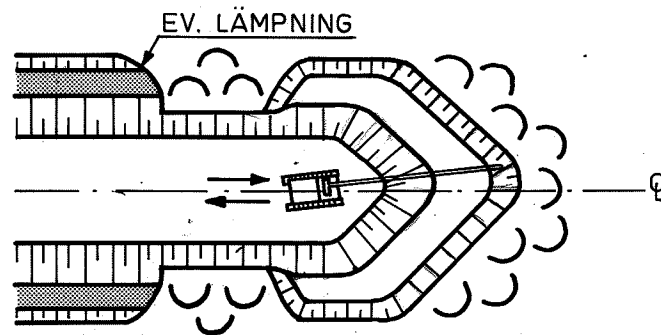
a. EX. PÅ SUCCESSIV
SCHAKTNING DÅ
MARKENS YTLAGER
BÅR MASKINEN

- b. EX. PÅ SUCCESSIV
SCHAKTNING DÅ
MARKENS YTLAGER
EJ BÄR MASKINEN

LÄNGDSEKTION



PLAN VID SMAL BANK OCH OMVÄXLANDE
SCHAKTNING OCH FyllNING



PLAN VID BRED BANK OCH VÄXELVIS
SCHAKTNING OCH FyllNING

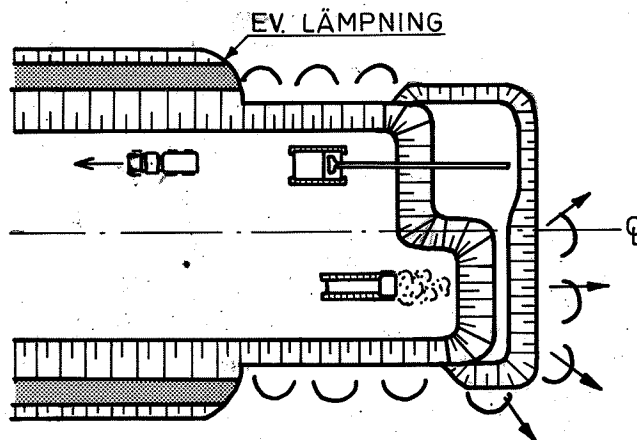


Fig 8. Exempel på successiv schaktning vid olika ytlager och bankbredd

Vid successiv schaktning avpassas fyllningshöjd och schaktning så att avsett sjunkningsdjup för banken erhålls.

1.4.4 Kombination av schaktning, sprängning och fyllning

Kombination av schaktning, sprängning och fyllning i etapper längs och tvärs vägen kan vara lämpligt att tillgripa, när tjockleken hos det lösa jordlagret är litet vid ena sidan av banken och stort vid den andra.

I fig 9 ges exempel på principiell tillämpning av dessa metoder. Arbetsbeskrivning bör därvid upprättas för varje särskilt fall.

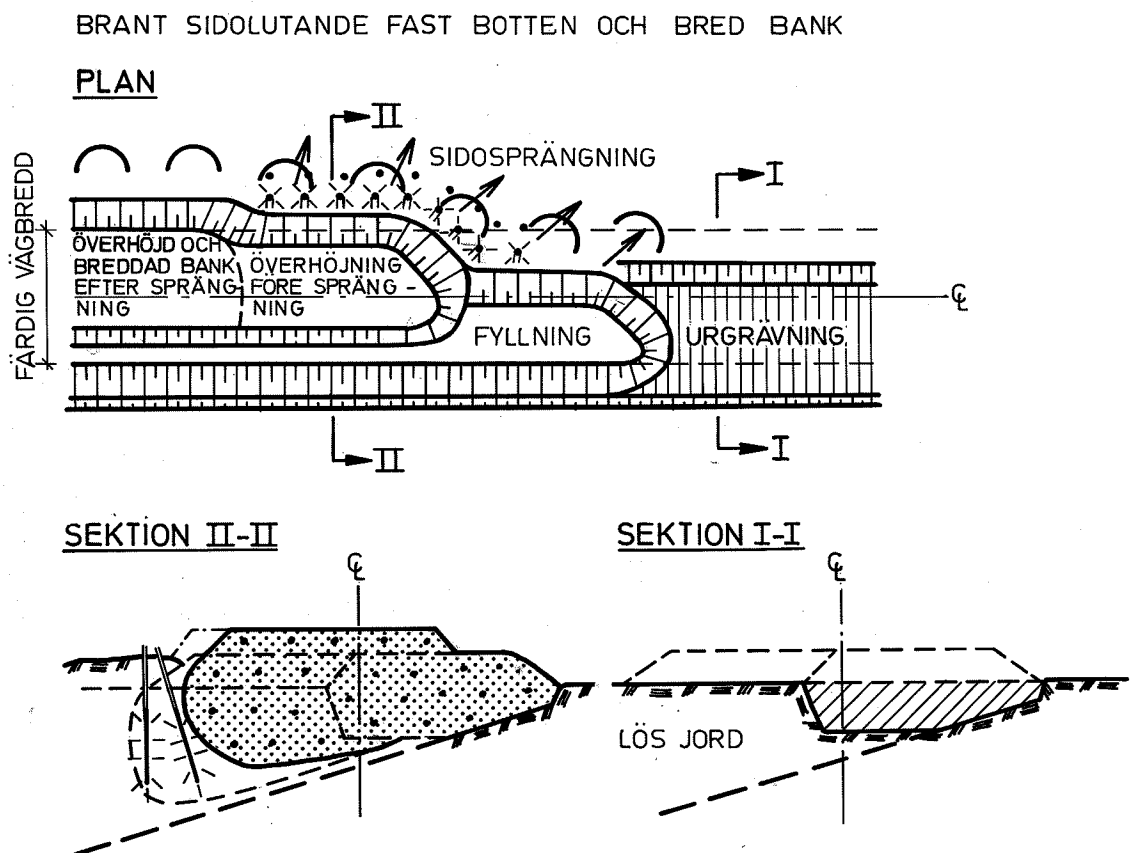


Fig 9. Successiv nedpressning med ändtippning och kombinerade åtgärder för att styra massornas nedträngning

1.5 ANSLUTNINGAR OCH ÖVERGÅNGAR

1.5.1 Anslutning mot fastmarksområde

Anslutning mot fastmarksområde utförs vanligtvis som förberedande åtgärd enligt avsnitt 1.1 när kraftig torrskorpa förekommer eller då jordens skjuvhållfasthet är hög. Vid brant lutande fast botten i vägens längdled eller sidohinder kan nedpressningen försvåras. I sådana fall krävs en hårdare styrning av massornas nedträngning varför successiv schaktning enligt avsnitt 1.4.3 tillgrips.

Fyllningsbank förses med mitt- eller sidokil, beroende på om fastmarksgränsen går vinkelrätt eller snett mot väglinjen, jfr fig 10.

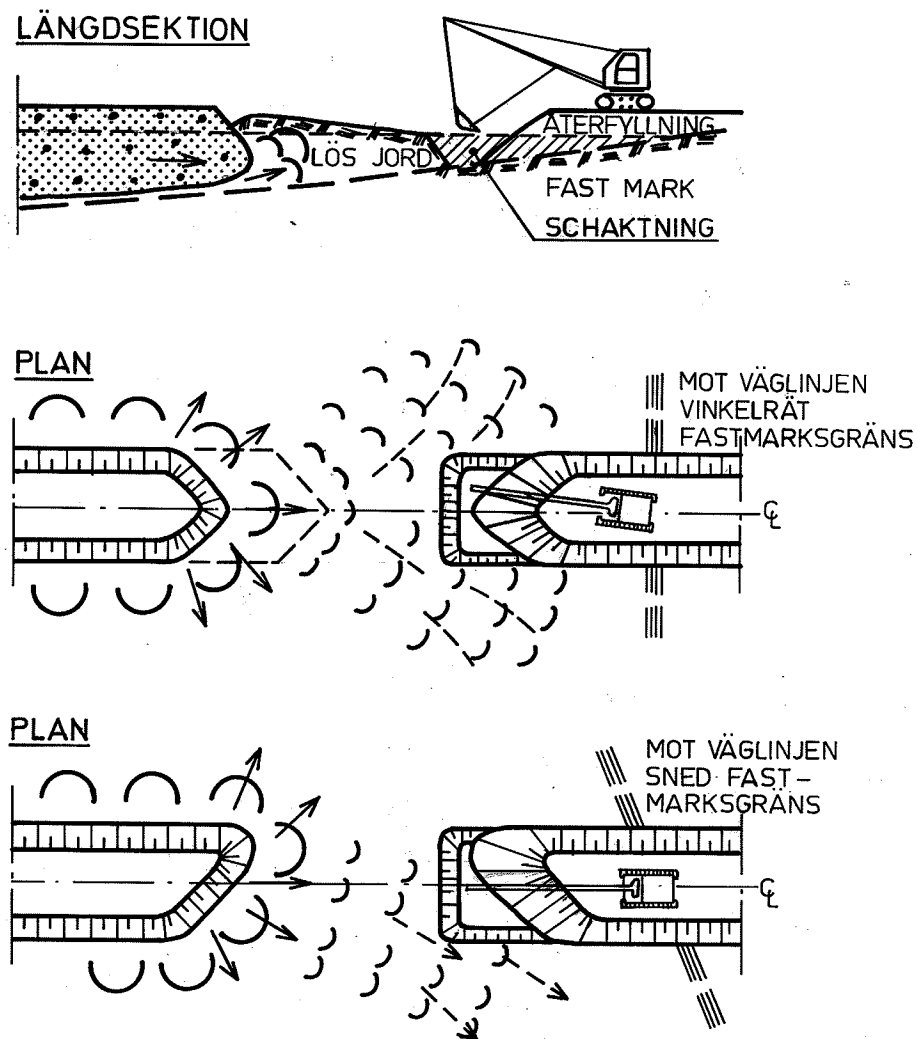


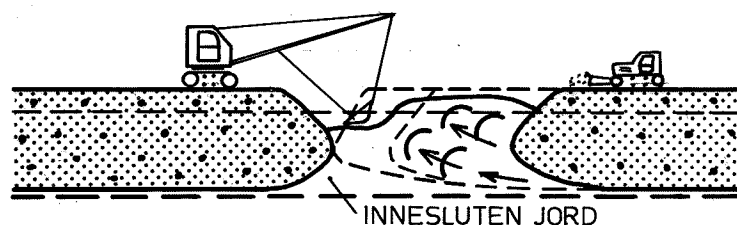
Fig 10. Exempel på anslutning mot fastmarksgräns

Utförs urschaktning och återfyllning i förväg från fastmarks- sidan, får återfyllningen ej omfatta hela schaktgropen. Ej heller bör den avslutas vinkelrätt mot väglinje utan istället förses med lämplig kilform så att anslutningen av de båda fyllningarna underlättas.

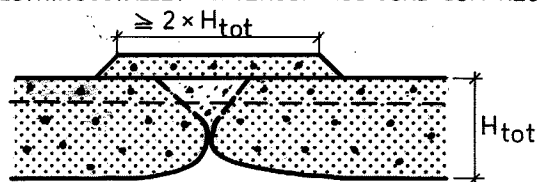
1.5.2 Anslutning mot mötande nedpressningsbank

Nedpressning bör om möjligt drivas i endast en riktning på grund av svårigheter att erhålla god anslutning mellan mötande bankar. I de fall ett sådant förfarande trots allt ej kan undvikas underlättas anslutningen med hjälp av schaktning eller sprängning enligt fig 11 resp 12. Bankmötet ordnas där djupet till fast botten är så litet som möjligt.

LÄNGDSEKTION



EFTER IHOPFYLLNINGEN BÖR BANKEN FÖRSES MED EXTRA ÖVERHÖJNINGSMASSOR ÖVER ANSLUTNINGSTÄLLET EFTERSOM LÖS JORD SOM REGEL FINNS INNESLUTEN.



SOM ALTERNATIV ELLER KOMPLEMENT KAN SIDOSPRÄNGNING TILLGRIPAS

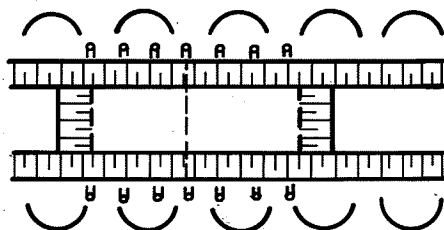


Fig 11. Anslutning med hjälp av schaktning

Anslutning av bankar genom schaktning enligt fig 11 utförs vid låga bankar och sådant nedpressningsdjup att schaktnings- arbetet är utförbart. Schaktning utförs, så länge som utrymmet mellan bankarna tillåter och därefter vid sidorna för att under- lätta jordrörelsen när bankarna möts.

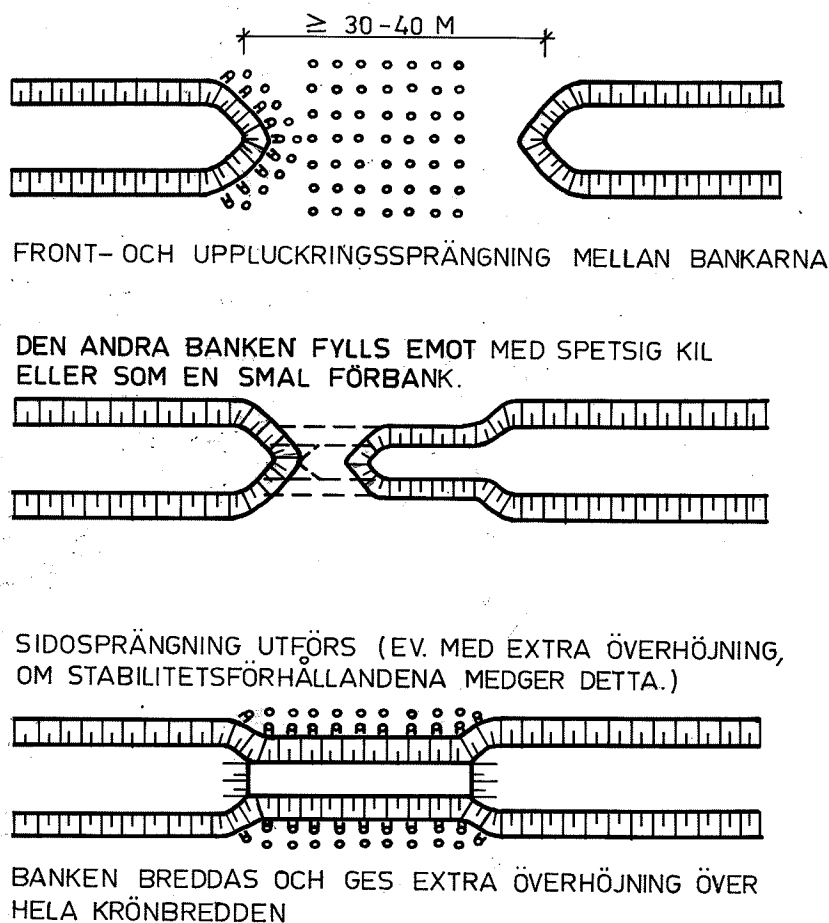


Fig 12. Exempel på anslutning av bankar genom sprängning

Anslutning av bankar genom sprängning enligt fig 12 tillgrips vid stora bankhöjder och stora nedpressningsdjup. Frontsprängning utförs för den ena banken och om så erfordras utförs även uppluckringssprängning i området mellan bankarna. Om ej annat anges, utförs sprängning när bankfronterna kommer på ett avstånd av 30 - 40 m från varandra.

1.5.3 Nedpressning i kombination med urschaktning

Urschaktning och återfyllning utförs vanligtvis som förberedande åtgärd invid fastmarksgränser. Nedpressning påbörjas där efter vid urschaktningens gränser och drivs i riktning från denna. Anslutning till den andra fastmarksgränsen utförs enligt avsnitt 1.5.1.

Urschaktning i anslutning till en nedpressad bank bör undvikas på grund av risker för ojämna sättningar i den färdiga banken. Om urschaktning trots allt måste utföras efter nedpressning, förfars enligt avsnitt 1.5.2.

1.5.4 Nedpressning i kombination med bankpålning

Denna kombination är olämplig och bör därför användas endast undantagsvis. Är kombinationen ofrånkomlig, måste nedpressningen utföras först och arbetet bedrivs enligt en för varje enskilt fall upprättad arbetsbeskrivning. Av arbetsbeskrivningen skall följande framgå:

- Sprängning får ej utföras inom pålningsområdet
- Frontschaktning utförs så snart upptryckningarna når fram till pålningsgränsen. Schaktningen ges sådan omfattning, att praktiskt taget all undanpressad jord tas bort. Schaktgropen samt sista delen av banken fylls ut med pålningsbara massor
- Extra överhöjning kan bli aktuell, om sättningsmätningar visar att bankens rörelser ej avstannar inom planerad ligg-tid med överhöjning. Pålarna skall vara dimensionerade med hänsyn härtill
- När bankens sjunkning upphört avschaktas banken inom pålningsområdet ned till pålavskärningen
- Pålning utförs enligt angiven slagningsordning

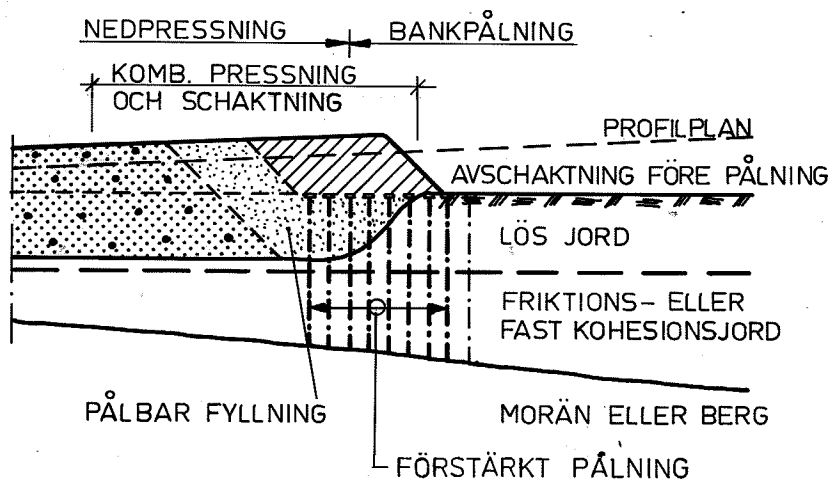


Fig 13. Bankpålning invid nedpressad bank. Längdsektion

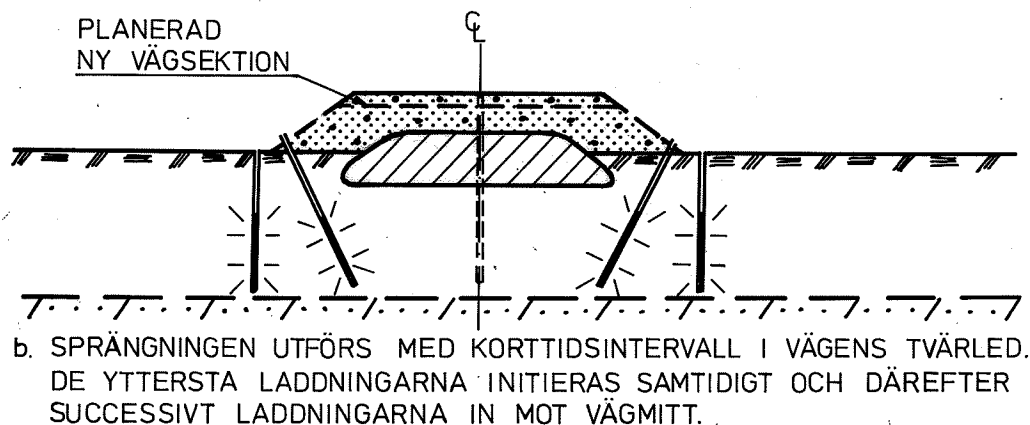
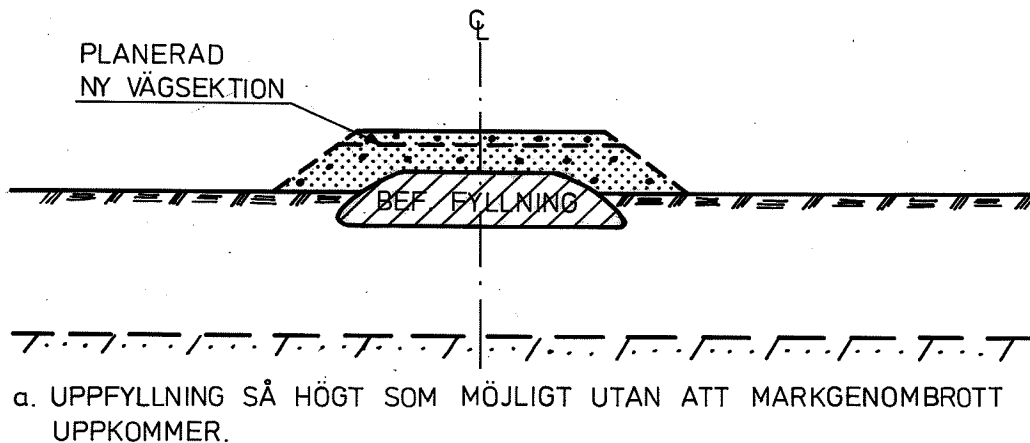
1.6 SAMTIDIG NEDPRESSNING

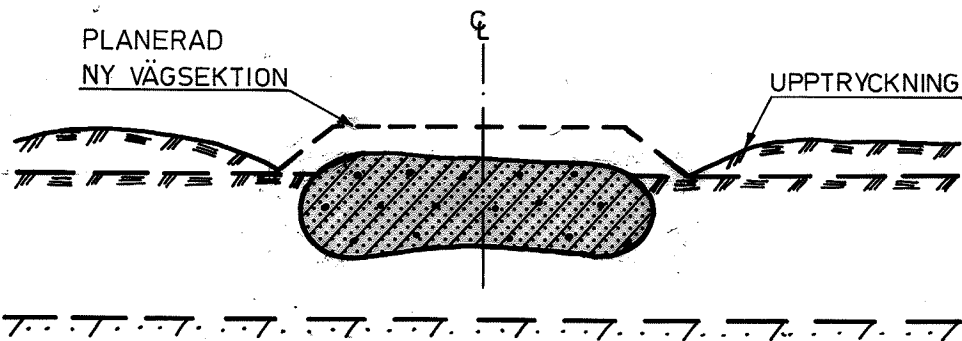
1.6.1 Allmänt

Samtidig nedpressning lämpar sig bäst vid ombyggnad av befintliga vägar där vägarna kan avstängas för trafik, men kan tillämpas även vid nybyggnad. En fördel med denna metod är att behovet av grova fyllningsmassor kan begränsas. Beträffande fyllningsmassor, se avsnitt 2.2 i del I.

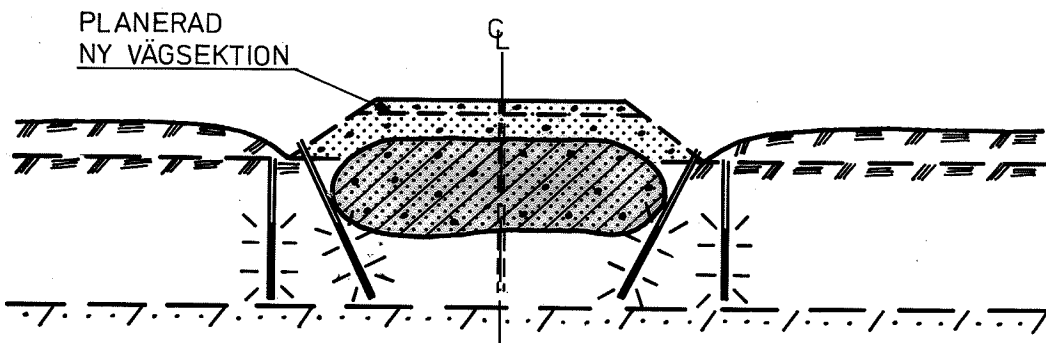
1.6.2 Nedpressning av befintlig bank

Lösa jordlager under en befintlig bank måste pressas undan i vägens tvärled. Bästa resultatet erhålls genom kombination av överhöjning och sprängning. Förfarandet beskrivs nedan.

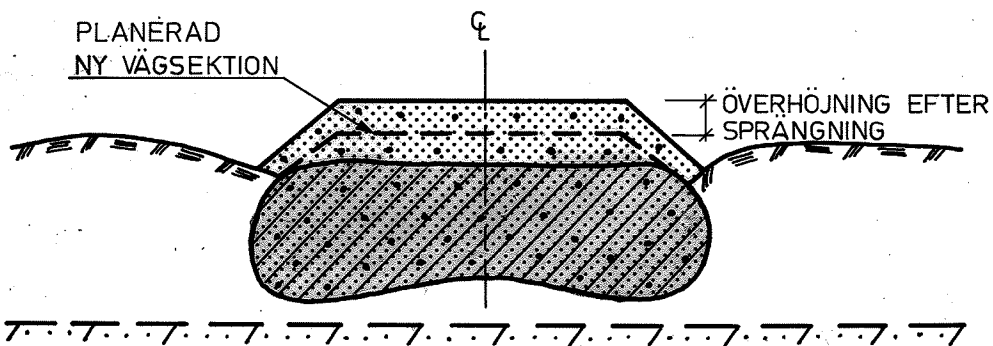




- c. EFFEKTEN AV SPRÄNGNINGEN KONTROLLERAS GENOM
- AVVÄGNING AV FYLLNINGENS ÖVERYTA
 - —" — " SIDOUPPTRYCKNINGARNA
 - SONDERING LÄNGS BANKEN
 - EV. GENOMBORRNING AV FYLLNINGEN
- MED LEDNING AV KONTROLLEN AVGÖRS OM NY SPRÄNGNING ERFORDRAS.



- d. BANKEN FYLLS UPP PÅ NYTT MED ÖVERHÖJNING EVENTUELL NY SPRÄNGNING UTFÖRS.



- e. BANKEN FYLLS UPP PÅ NYTT MED ÖVERHÖJNING.

Fig 14 a - e. Förfarande vid nedpressning av befintlig bank

1.7 TRUMMOR OCH ANDRA ANLÄGGNINGAR I NEDPRESSNINGS- OMRÅDE

Trummor, ledningar och diken skall planeras och utföras med hänsyn till de jordförskjutningar som uppstår vid nedpressning. Trummor genom vägbank placeras därför om möjligt så nära fastmarksgränsen att de kan grundläggas helt på urschaktat område.

För att trummor skall kunna läggas i en nedpressad fyllning måste rörelserna i denna ha avstannat. Trumschaktens stabilitet bör kontrolleras innan schaktning påbörjas. Arbetet bedrivs enligt upprättad arbetsbeskrivning.

Ledningar och diken parallella med vägen skall placeras utanför upptryckningsområde.

2. KONTROLL OCH SÄKERHETSFRÅGOR

2.1 KONTROLL

2.1.1 Allmänt

Nedpressningsarbeten måste kontrolleras beträffande dels fyllningens nedträngning i djup och sidled, dels sättningsförloppet hos den utfyllda banken. Vidtas sprängning skall effekten härav kontrolleras.

2.1.2 Kontroll av uppluckringssprängning

Sprängningens effekt på skjuvhållfastheten kontrolleras under de inledande etapperna genom vingsondering för bedömning av erforderlig laddningsintensitet vid efterföljande sprängningar. Före sprängningen på varje etapp skall representativa värden på skjuvhållfastheten vara bestämda. Efter sprängningen vingsonderas i fyra hål mitt emellan fyra närliggande laddningslägen nära de före sprängningen utförda sonderingarna, jfr fig 15.

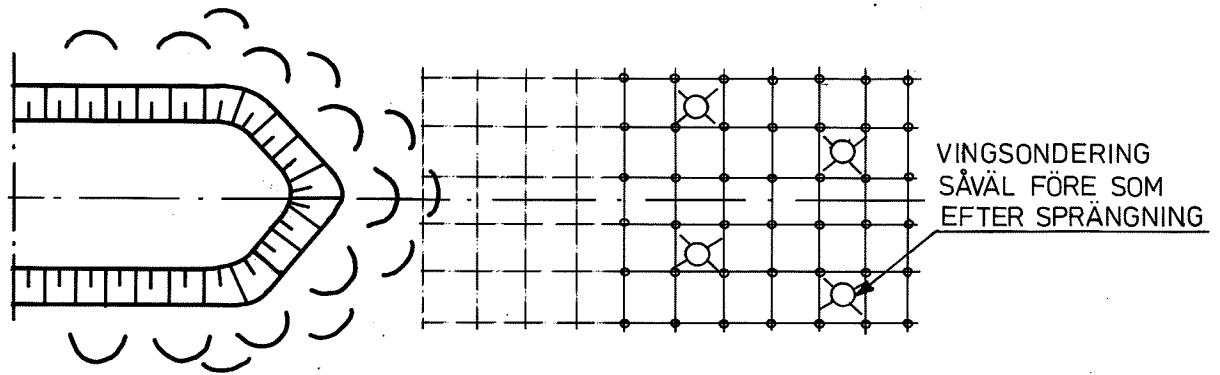


Fig 15. Ex på vingsondering före och efter sprängning

2.1.3 Kontroll av fyllningens nedträngning

I takt med fyllningsarbetet kontrolleras fyllningens nedträngningsdjup översiktligt. Härvid jämförs den verkliga massåtgången (framtransporterad mängd) med den i arbetsbeskrivningen beräknade (jfr del I avsnitt 2.4). Etapperna avgränsas genom planinmätning och avvägning av tippfronten 1 - 3 ggr/vecka beroende på fyllningstakten. Lämplig längd på etapperna är 10 - 20 m.

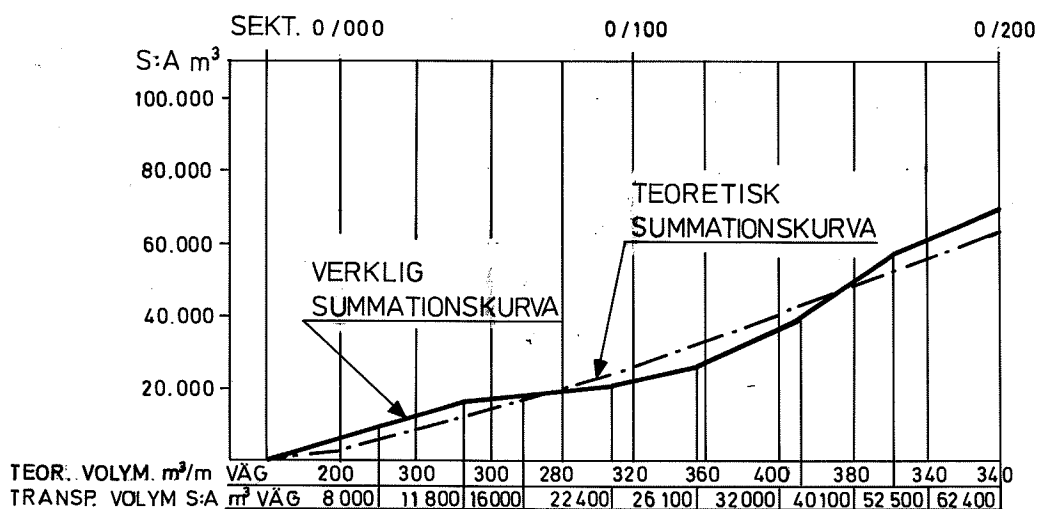


Fig 16. Exempel på redovisning av massåtgång