

# KALKBROTT PÅ GOTLAND

## *UTFORMNING OCH EFTERBEHANDLING*



LÄNSSTYRELSEN I  
GOTLANDS LÄN

GOTLANDS KOMMUN

1983

## 18§ naturvårdslagen

Täkt av sten, grus sand lera jord, torv eller andra jordarter för annat ändamål än markinnehavarens husbehov får ej ske utan länsstyrelsens tillstånd. Vad nu sagts avser dock ej täkt i vattenområde vartill tillstånd lämnats enligt vattenlagen (1918:523) eller fordras enligt lagen (1966:314) om kontinentalsockeln.

Länsstyrelsen får förelägga den som söker täkttillstånd att, vid äventyr att ansökningen avvisas, lägga fram utredning som belyser behovet av täkten samt en täktplan av erforderlig omfattning. Tillståndet skall förenas med de villkor som behövs för att begränsa eller motverka företagetes menliga inverkan på naturmiljön. Om ej särskilda skäl föranleder annat, skall tillstånd för sin giltighet göras beroende av att säkerhet ställs för sålunda föreskrivna villkor. Visar sig sådan säkerhet otillräcklig, får länsstyrelsen föreskriva att tillståndet skall gälla endast om ytterligare säkerhet ställs.

Om fullgörandet av föreskriven åtgärd ankommer på annan än markens innehavare, är innehavaren skyldig att tåla att åtgärden vidtages.

Har tio år förflutit från det täkttillstånd vunnit laga kraft, får länsstyrelsen upphäva tillståndet helt eller delvis eller förena tillståndet med ändrade villkor. Visar det sig att föreskrivna villkor inte i den utsträckning som behövs begränsar eller motverkar företagetes menliga inverkan på naturmiljön, får länsstyrelsen före utgången av den angivna tiden förena tillståndet med de ytterligare villkor som behövs.

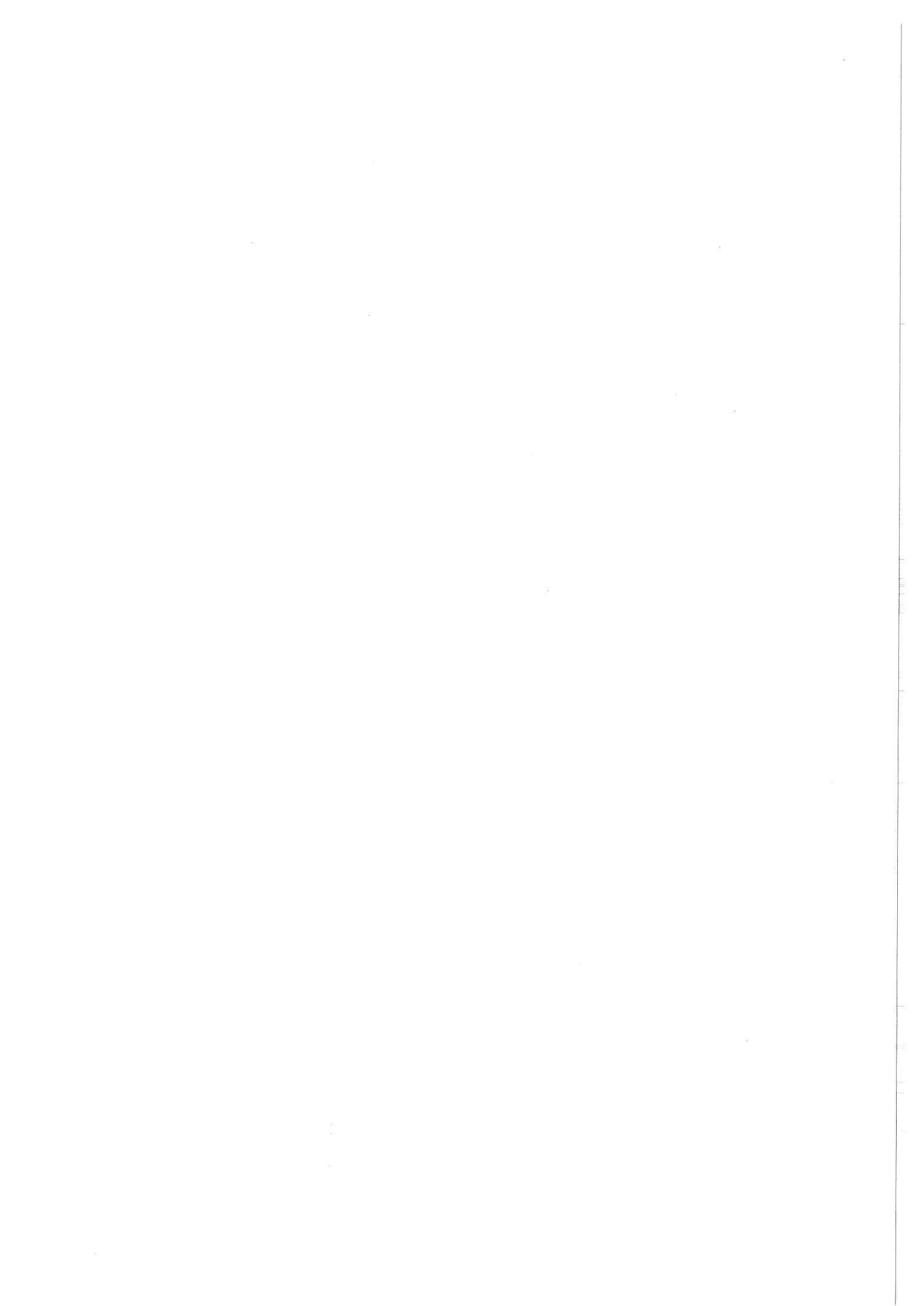
— — — — —

(Med denna lydelse fr o m 1 juli 1983)

UTFORMNING OCH EFTERBEHANDLING AV KALKSTENSTÄKTER

AV

SVEN-OLOV BORREGÅRD

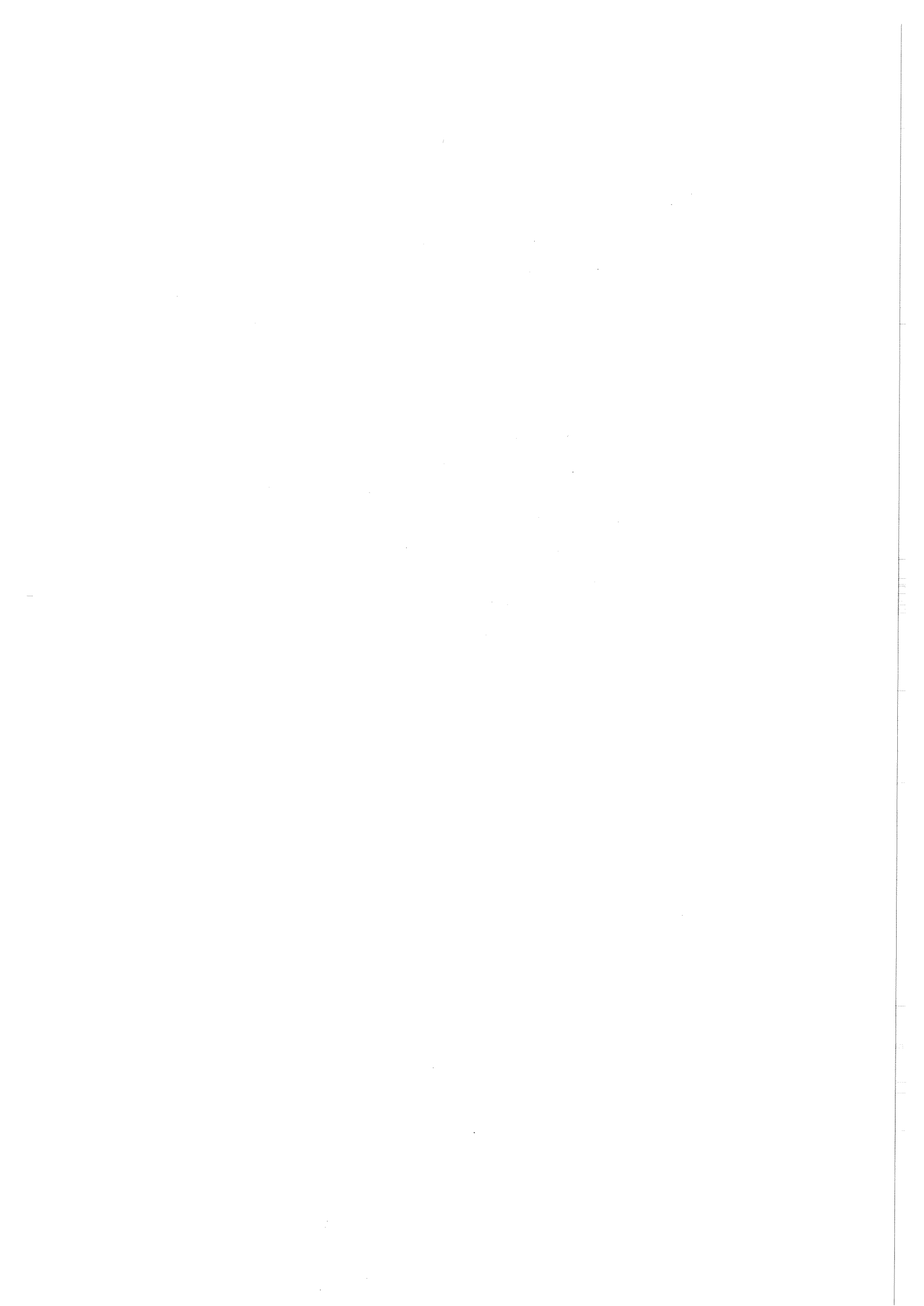


## Förord

Under våren 1981 gav Gotlands kommun länsstyrelsen i uppdrag att ta fram ett underlagsmaterial för att kunna bedöma förutsättningarna för grus- och bergtäkt i Visbys närhet samt att göra en sammanställning av konflikter mellan täktintressen och andra markintressen. Resultatet av detta arbete finns sammanfattat i rapporten "Berg och grus för Visbys behov".

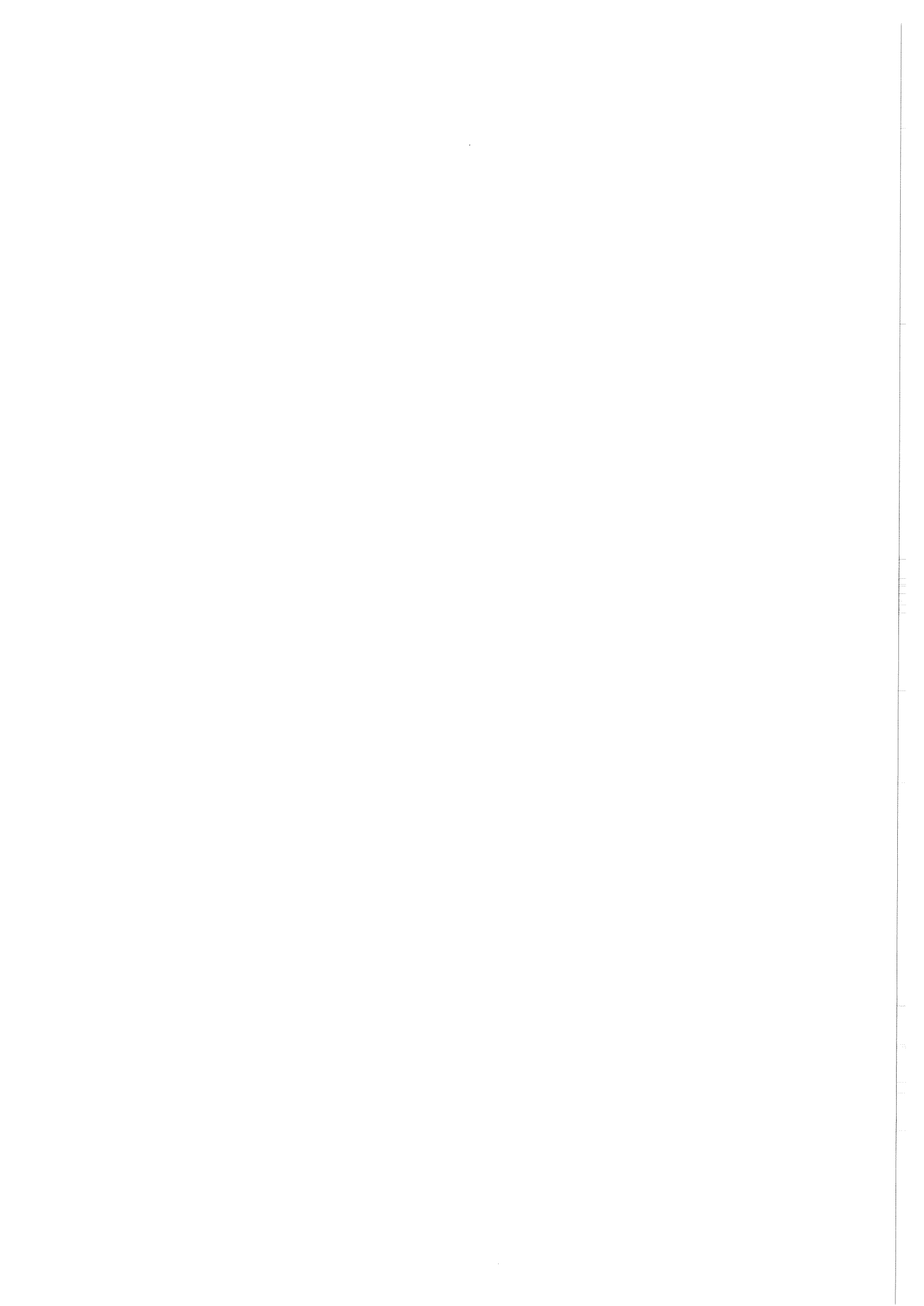
Som ett led i utredningen skulle även ingå en studie i hur kalkstenstäckter kan inplaceras i landskapet, utformas och efterbehandlas för att göra minsta möjliga skada på omgivningarna. Utredningsmannen har valt att lämna redovisningen av denna studie i form av en separat rapport. Då de framförda principerna för efterbehandling visat sig applicerbara även på andra områden med kalkberggrund i landet, gjordes en bearbetning av materialet för att åstadkomma en rapport som inte var enbart "Gotlandsanpassad". Detta arbete har även understötts av statens naturvårdsverk.

För att ändå ge Gotlandsmaterialet en viss spridning ges därför "Utformning och efterbehandling av kalkstenstäckter" ut i två versioner, varav detta är "Gotlandsversionen".



## Förord

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	Sid
1. Inledning	1
2. Naturförutsättningar	3
3. Klimat	4
4. Kalkbrytningen på Gotland	7
5. Naturlig vegetation på hällmarkerna	10
6. Spontan återväxt i gamla stenbrott	14
7. Faktorer som försvårar återväxten	18
7.1 Täkters utseende och storlek	18
7.2 Växters spridningsförmåga	19
8. Utformning av stenbrotten	22
8.1 Täktväggarna	23
8.2 Täkt ovan grundvattenytan	24
8.3 Täkt under grundvattenytan	27
9. Markuppbyggnad	30
9.1 Ofyndigt material	30
9.2 Avbaningsmassor	31
10. Näringsstatus och gödsling	34
11. Plantering och sådd	36
11.1 Plantering av träd	36
11.2 Sådd av gräs och örter	37
12. Litteratur	39





## 1. Inledning

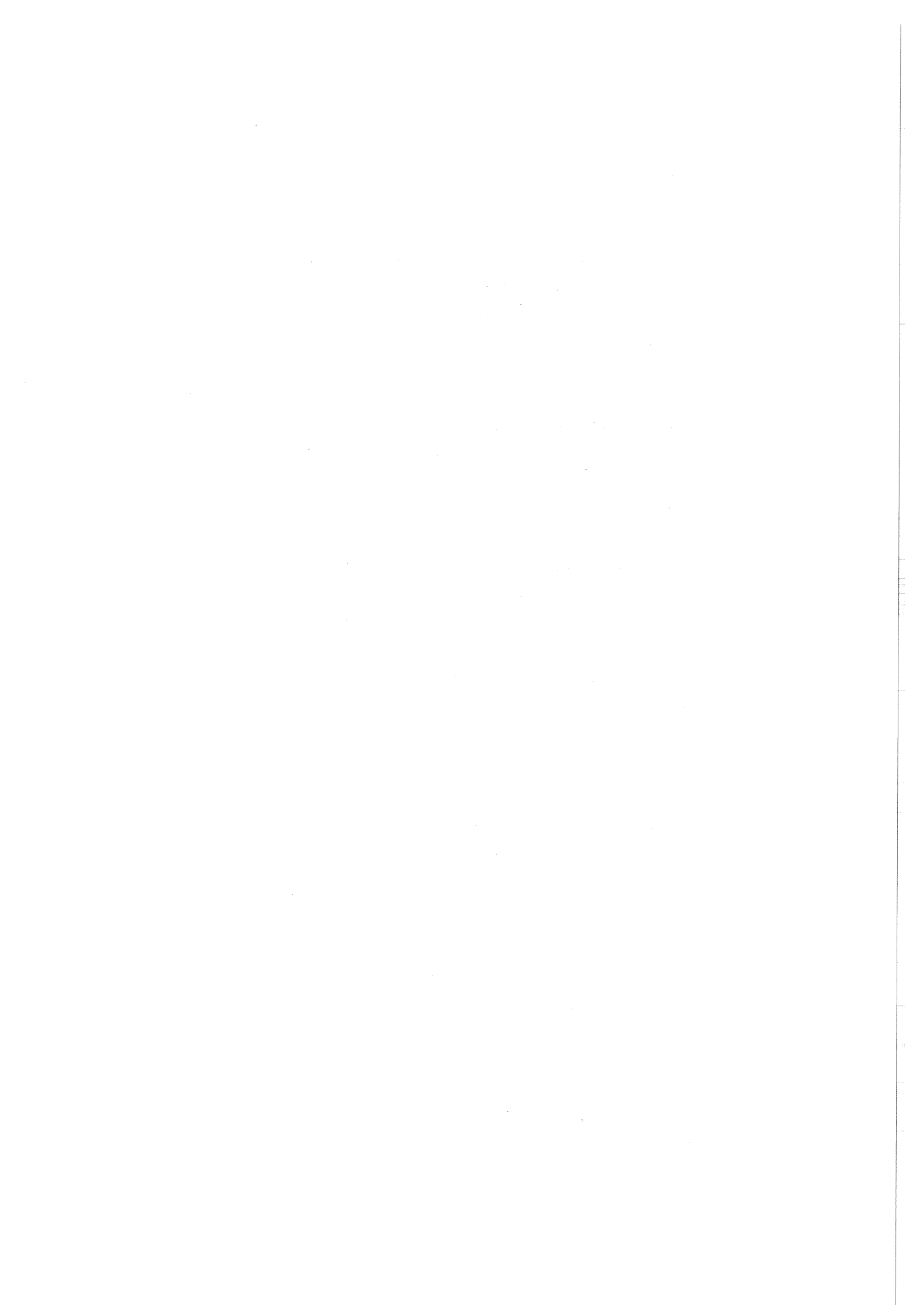
Gotlands berggrund består till största delen av kalksten. Denna naturresurs har använts genom århundradena för byggnation och kalkbränning. Under 1900-talet har kalkhanteringen medfört stora ingrepp i landskapet samtidigt som många människor härifrån fått sin utkomst. Konflikterna mellan å ena sidan industrin som behöver kalksten som råvara för vidareförädling och å andra sidan människorna nära kalkbrotten har tidigare inte varit särskilt accentuerade. Med industrins ökade behov och samtidigt människornas ökade krav på bostäder med få omgivande störningar har konflikterna blivit flera. För att minska konflikter i samband med bergtäkter (på Gotland = kalkbrott) kan

- 1) nylokalisering av bergtäkter planeras så att de kommer att ligga i områden med få motstående intressen
- 2) täkternas antal starkt begränsas genom samproduktion av stenmaterial mellan olika exploatörer
- 3) massor från annan verksamhet återvinns så att mindre uttag behöver göras
- 4) när en bergtäkt väl har blivit lokaliserad till ett visst markområde planering av verksamheten ske på ett sådant sätt att skadorna minskar för såväl människor som landskap.

Den fjärde punkten kommer att behandlas i denna rapport.

I föreliggande rapport kommer de naturliga förutsättningarna för bergtäkter - kalkbrott kortfattat att beskrivas samt en liten historisk exposé över kalkbrytningen på Gotland att göras. Därefter beskrivs den naturliga vegetationen på hällmarken.

Då kalkstenen utnyttjats har landskapet därefter lämnats utan efterbehandling. En del åtgärder kan vidtas för att i samband med täktverksamhet restaurera landskapet antingen till en helt ny användning eller till någon form av naturmark (Fig 1). Huvudvikten i rapporten kommer att läggas vid hur man kan åstadkomma vegetation i använda kalkområden. Det har hittills saknats kunskaper och saknas fortfarande erfarenheter hur detta går till. Den mer praktiska diskussionen om hur man utformar täktområden gäller både för bergtäkter där den ursprungliga marken förs över från naturmark till annan användning, och för täkter där man skall återskapa natur. Den tekniska beskrivningen hur mark skall vara beskaffad för att kunna användas för byggnader, uppställningsplatser för maskiner och redskap, upplag etc finns beskrivet på annat håll varför den faller utanför ramen för denna rapport.



förbättring till  
ny användning

2  
restaurering av  
mark/växtekosystem

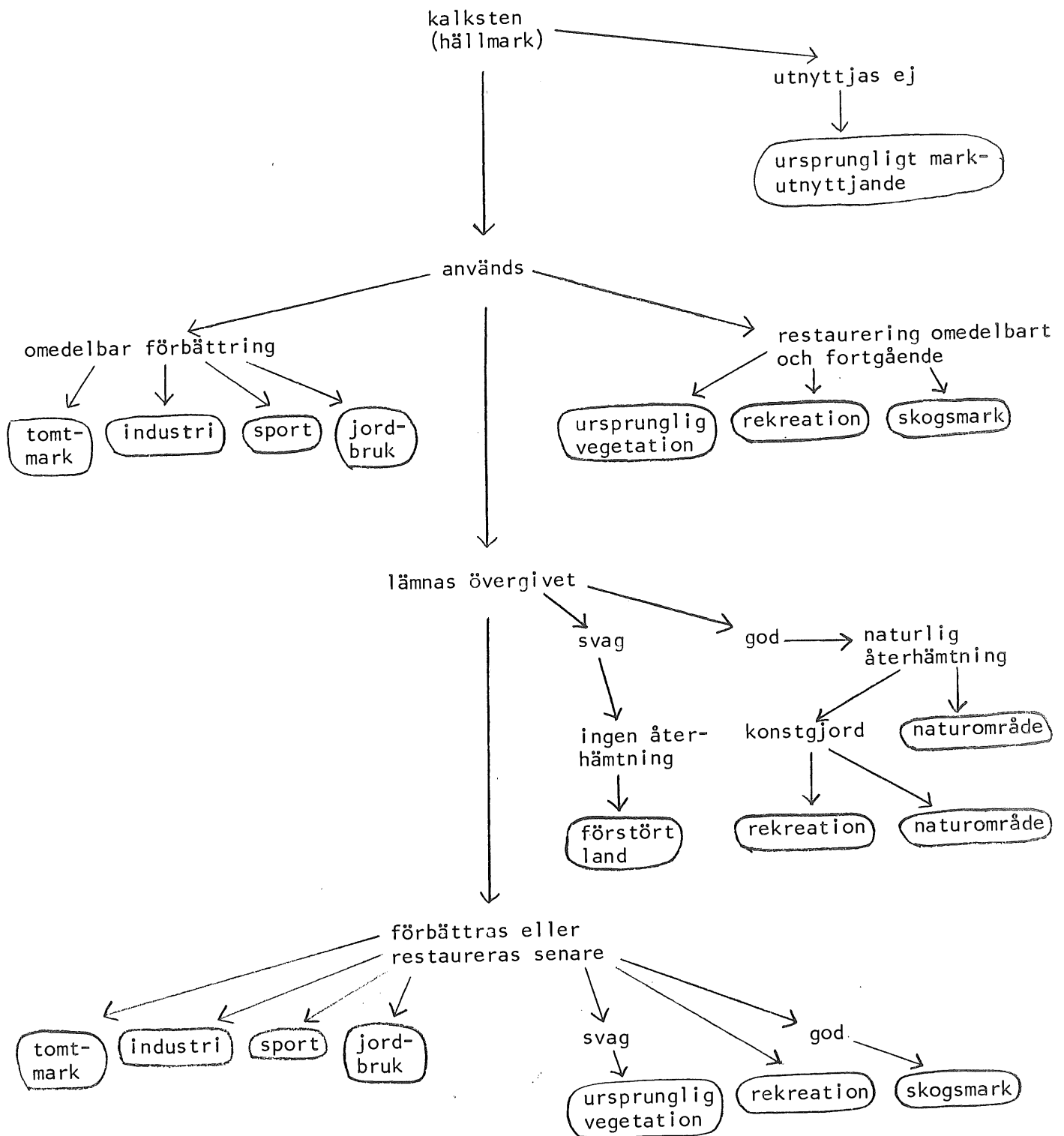
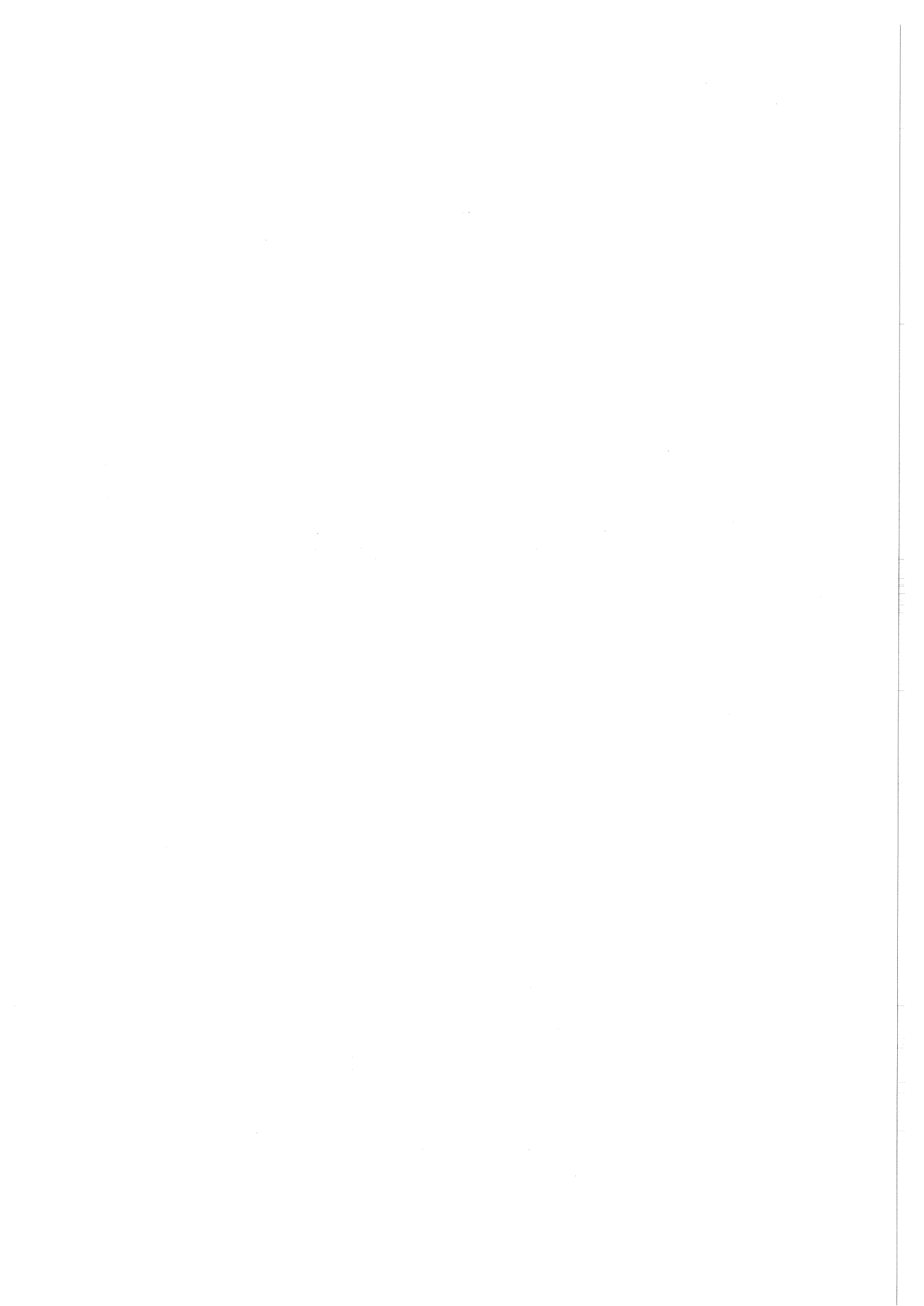


Fig 1. Schematisk framställning över kalkstenens utnyttjande och konsekvenserna för landskapet. Bradshaw & Chadwick 1980.



## 2. Naturförutsättningar

Gotland är uppbyggt av sedimentära bergarter som bildats i ett varmt hav under silurtiden. Fossilrikedomen ger kunskaper om det djurliv som en gång rådde i detta hav. Den totala mäktigheten på den kambrosiluriska lagerföljden är 4-800 m (fig 2). Lagren stupar åt sydost. Det innebär att yngre lager träder i dagen mot söder.

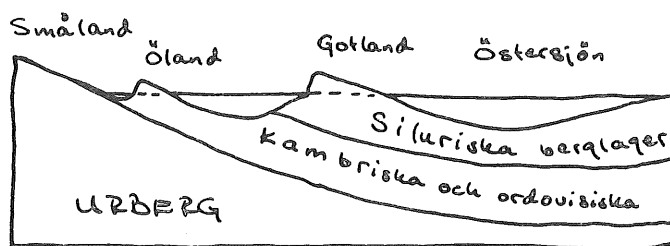
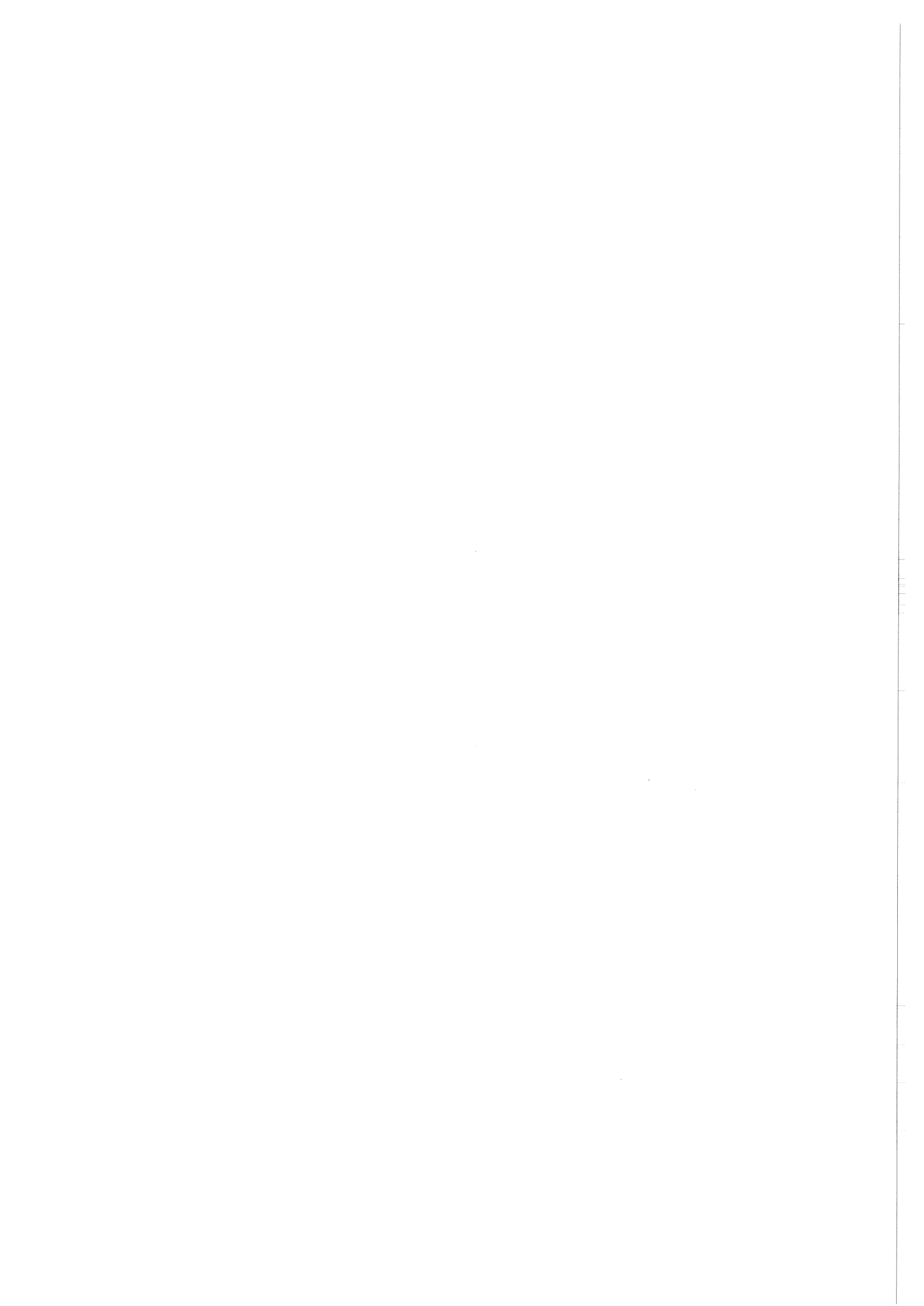


Fig 2. Den geologiska lagerföljden i Östersjön i höjd med Öland och Gotland.

Den huvudsakliga fördelningen av bergarter framgår av fig 3. Kalkstenarna har större hårdhet än mörkelstenarna vilket präglat landskapet. Grovt sett finns hällmarkerna inom kalkstensområdena och jordbruksbygderna inom de mer lättvittrade mörkelstensområdena. De hårdare bergarterna når i norr ut till kusten och har gett förutsättningar för klintbildning. Även de centrala, östra och södra delarna av ön omfattas av kalkstenar. På många håll - särskilt inom kalkstensområden - finns revkalkstenar. Dessa är hårdare än omgivande kalksten och då kalkstenen vittrat bort har raukområden bildats. Revkalkområdena består av fossila korallrev som bildats i silurhavet och i dag har sina motsvarigheter i tropiska områden på jorden.



### 3. Klimat

Klimatet på Gotland har en maritim karaktär. Regionala skillnader förekommer dock mellan de kustnära områdena och Gotlands inland. Genom närheten till havet är vårarna kalla, vilket för växternas del medför senare blomning än på motsvarande breddgrad på fastlandet. Höstarna är däremot milda och vegetationsperioden sträcker sig långt in i november (fig 4).

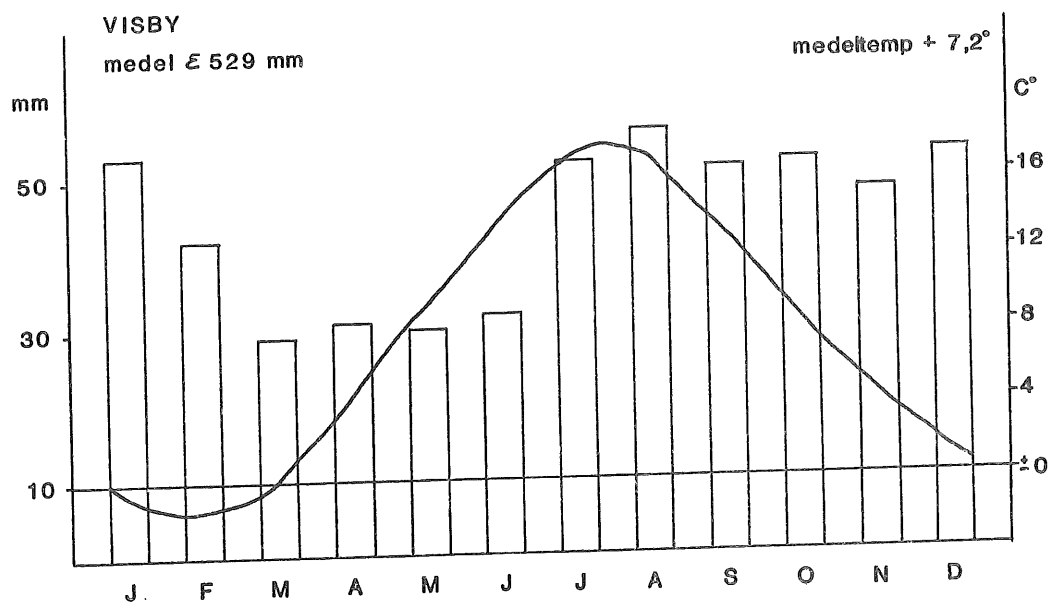
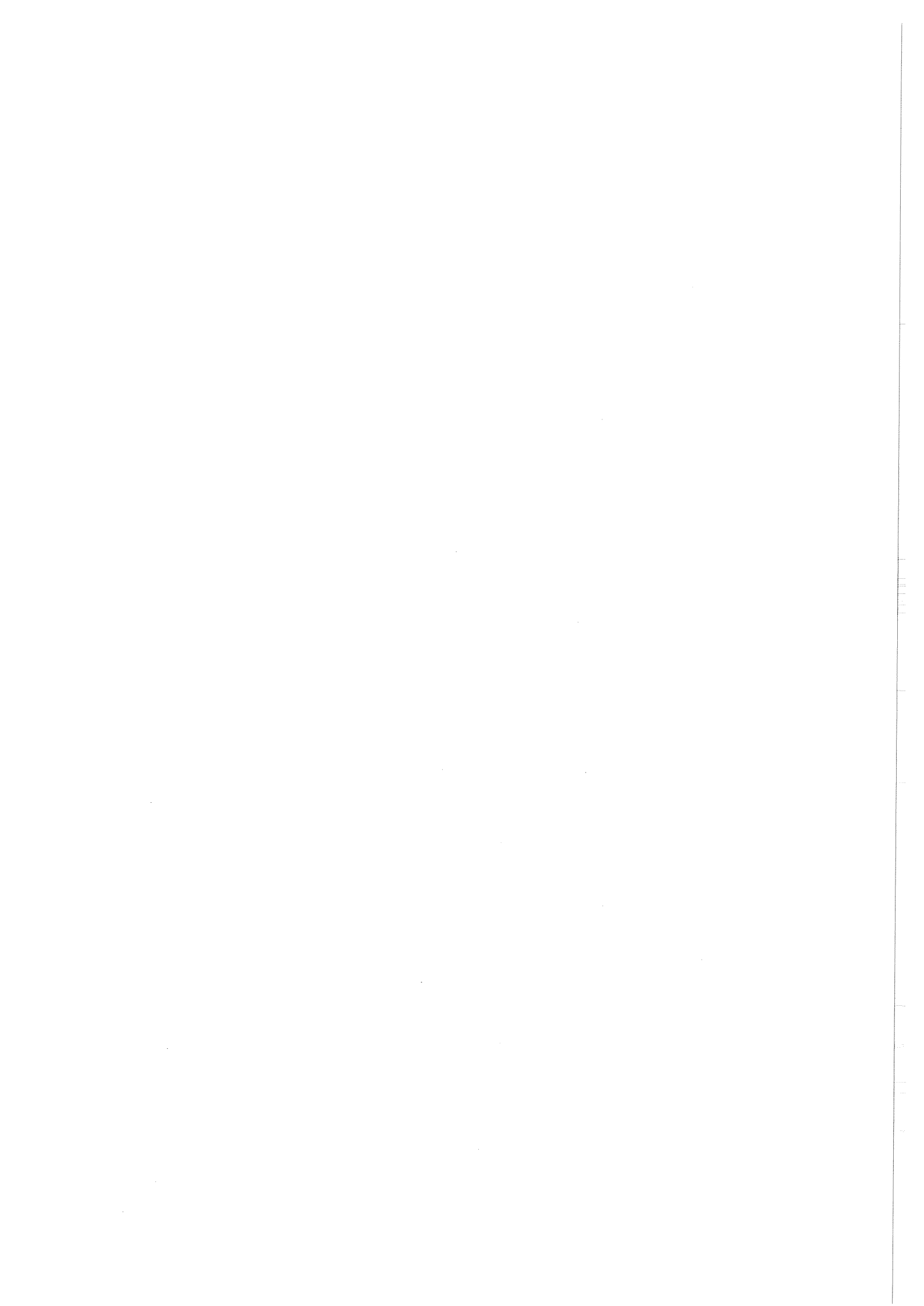


Fig. 4 Månatlig medelnederbörd och medeltemperatur för åren 1931-60.

Nederbörden är ojämnt fördelad över året. Mest markant är den låga nederbördsmängden under vår och försommar. Medelvärdet för nederbörden under åren 1931-60 är 529 mm/år. Vegetationsperioden - definierad som den period under vilken den dagliga medeltemperaturen överstiger  $+5^{\circ}$  (Tuhkanen 1980) - är ca 200-210 dagar vilket närmast överensstämmer med klimatet på öland och stora delar av Skåne.

Nederbörden under vegetationsperioden är i medeltal 305 mm/år vilket innebär 1.46 mm/dag, en låg siffra i Sverige.

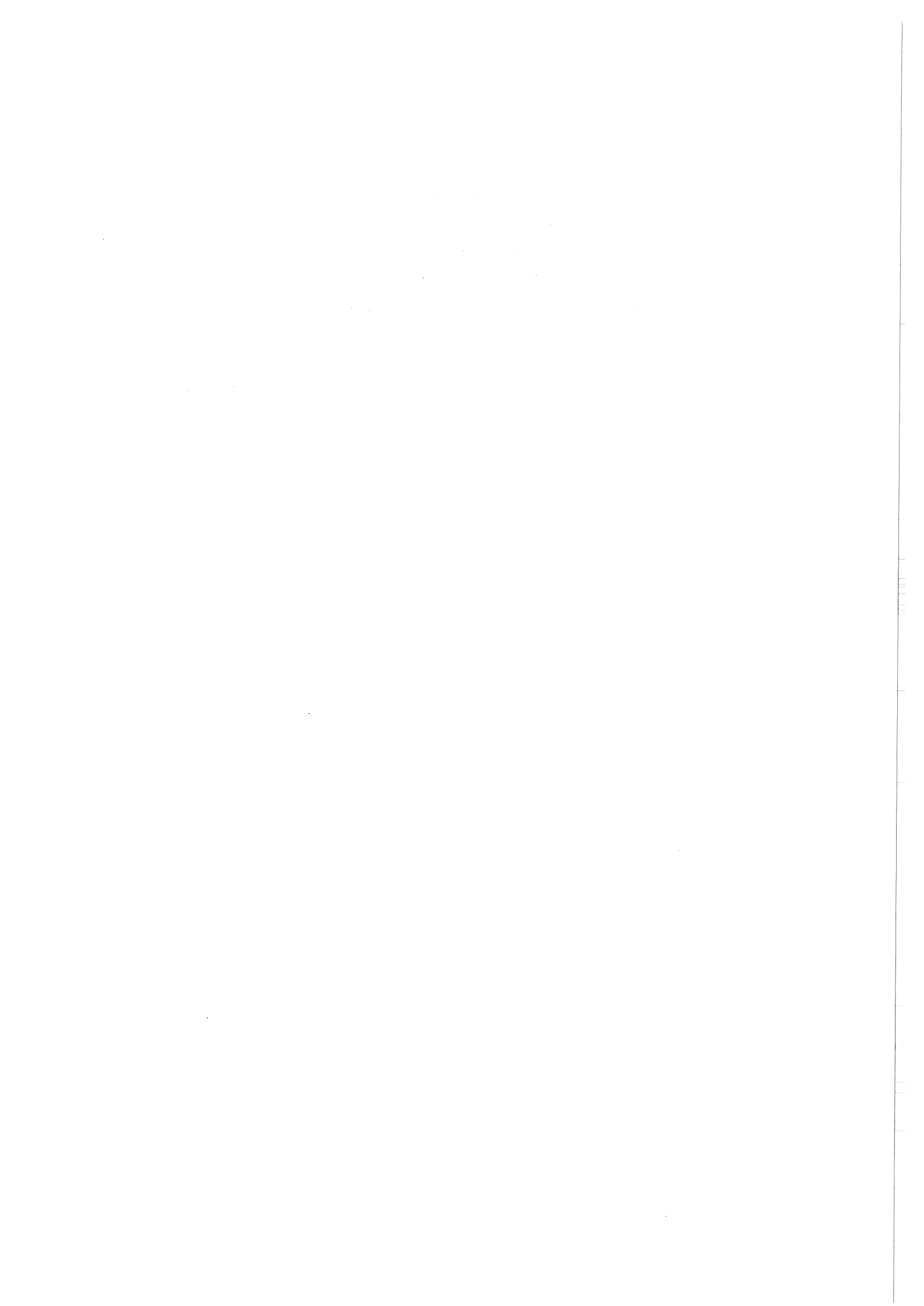
Man har försökt beräkna hur mycket av nederbörden som dunstar bort från markytan och genom vegetationen. Den sk potentiella evapotranspirationen är ca 550 mm vilket innebär ett vattenunderskott med i genomsnitt ca 30 mm/år





Denna siffra är dock framräknad med hjälp av årsnederbörden vilket inte ger en rättvisande bild då ofta vintrarna är milda och en del nederbörd direkt avgår som sjunkvatten för att så småningom ge ett grundvattentillskott. Vissa regnrika år erhåller Gotland ett vattenöverskott medan det under regnfattiga år kan uppstå större underskott än vad medelvärdet anger.

Snöperiodens längd är högst varierande. Gotlands centrala delar uppvisar ett medelvärde på ca 80 dagar medan de kustnära områdena har ett betydligt mindre varaktigt snötäcke.



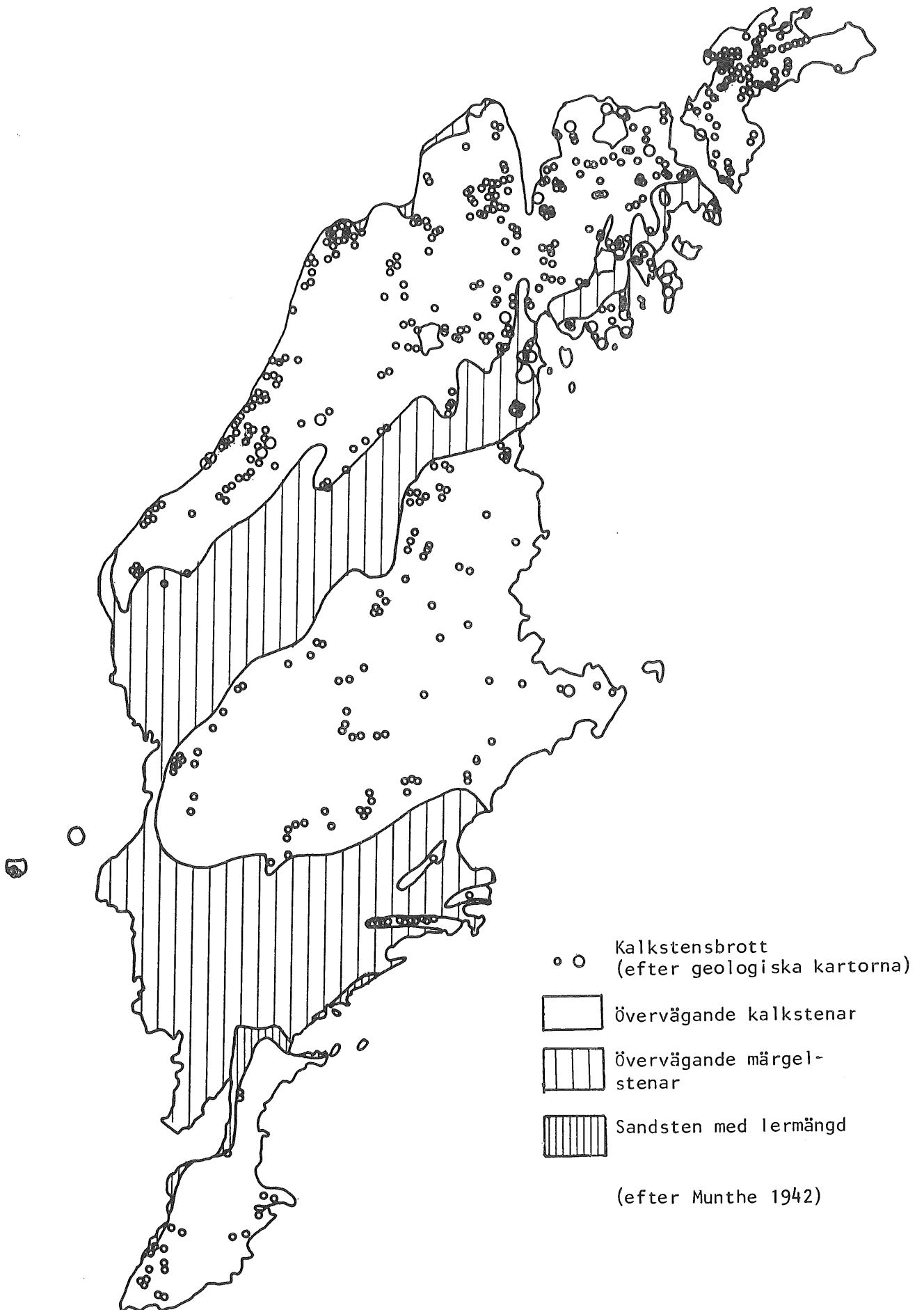
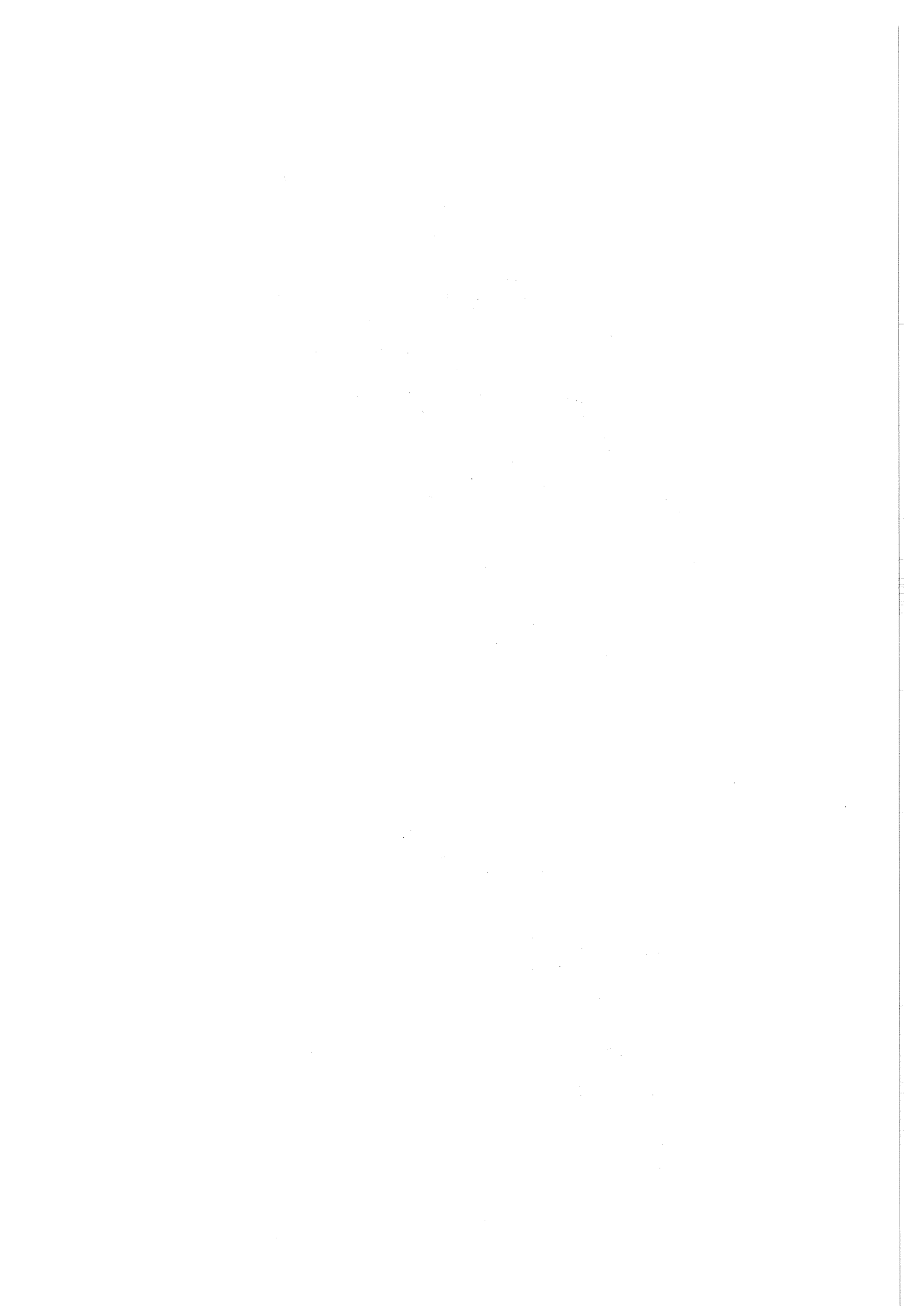


Fig 3. Den huvudsakliga fördelningen av bergarter på Gotland och förekomsten av kalkbrott. (Kartan vill ge en bild av kalkbrottens fördelning på ön, och är inte fullständig).

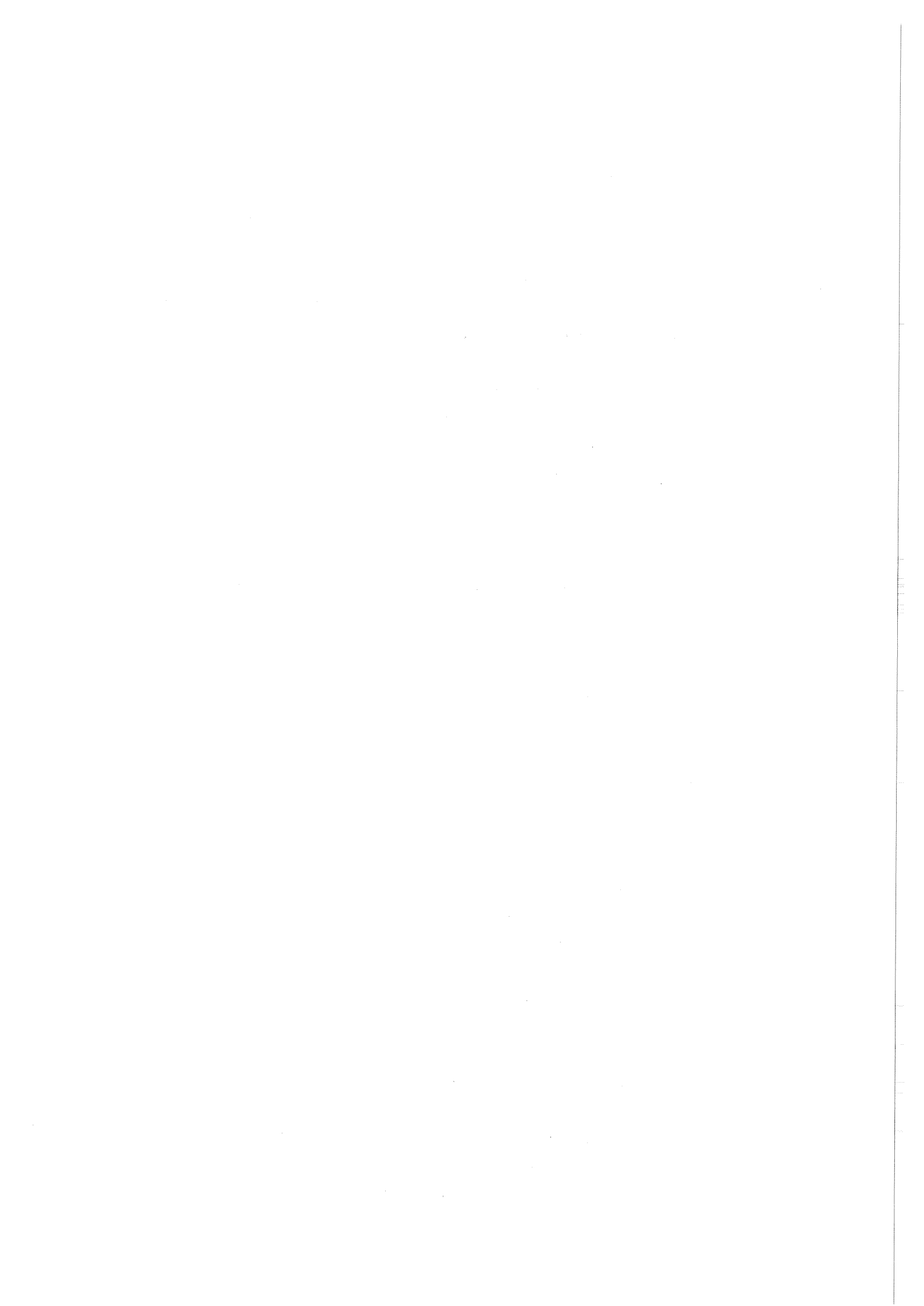


#### 4. Kalkbrytningen på Gotland

Kalkbrytningen på Gotland har mycket gamla anor. Därom vittnar inte minst alla medeltida kyrkor runt ön. De gamla handelshusen i Visby och dess ringmur är andra exempel på att kalkstenen i stor utsträckning utgjort byggnadsmaterial för såväl profan som kyrklig arkitektur. Kalkstenen hade en mångskiftande användning. Stenen användes som byggnadsmaterial och som råmaterial för murbrukstillverkning. Murbruk började troligen användas vid byggnation under 1000-1100-talen. Urvalet av kalksten för byggnader gjordes mycket noggrant. Hård och sprickfri sten gick lättare att hugga i lämpliga block än t ex kalksten med inslag av mäger. Kalkbrott som utnyttjats för råmaterialframställning vid byggande ligger i många fall helt nära stenbyggnaderna. Undantag finns inom mägerstensområdena - som i stort sett sammanfaller med nuvarande större jordbruksbygder - där kalkbrott i stort sett saknas (fig 3). Troligtvis har sten fraktats från de omkringliggande kalkstensområdena. En koncentration av kalkbrott i randområdena ut mot jordbruksområdena är tydlig.

Profana byggnader byggdes till övervägande del i trä fram till 1750-talet. Rädslan för att Gotland skulle avskogas på grund av stort överutnyttjande gav bl a Linné uttryck för. Skogen användes som råvara i kalkframställningen, tjärbränning, husbyggnad, skeppsbyggnad etc - vilket tärde hårt på skogstillgångarna. För att förmå den gotländska befolkningen att bygga hus i sten infördes skattelindring för de personer som använde sten som byggnadsmaterial.

Tidigt fick kalkprodukter ett kommersiellt värde. Export av kalkprodukter finns första gången noterad år 1460 från Gotland, då bl a byggnadssten och bränd kalk utskeppades till Danzig. Kalksten bröts dessutom i Kylløj för att brännas utanför ön. Råmaterialexporten av kalksten uppskattades inte alls av Visbys borgare som såg den billiga kalkstenen exporteras medan vidareförädlingen - som gav produkten ett mycket större ekonomiskt värde - skedde utanför ön. "Någon gång i början av år 1649 gingo borgmästare och råd i Visby in med en petition till Kungl Maj:t att förbjuda utförsel av kalksten från Gotland. Resultatet blev att tullen på kalksten ökades med 50 % och att kalkstenen avsedd för kalkbränning ej längre kunde utföras och kalk i motsvarande grad brändes i stället på platsen" (Steffen ur Munthe 1945). Därmed tog kalkproduktionen för export fart. 1647 exporte-

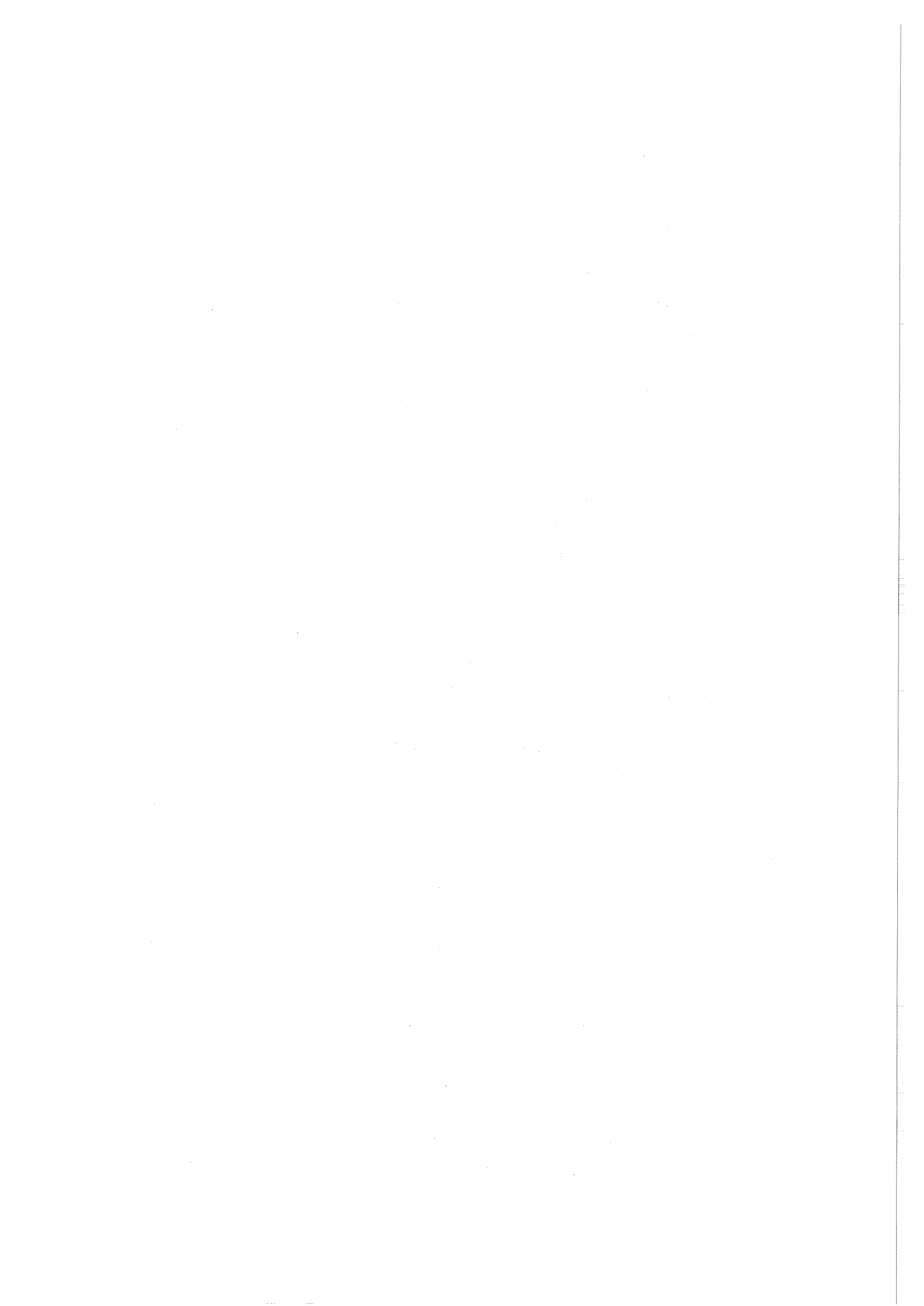


rades kalk från tre hamnar - Kyllej, Slite och Visby - för att redan år 1687 vara uppe i ett antal av nitton (Fig 4). Till en början exporterades huvudsakligen släckt kalk, men från och med mitten av 1700-talet övertar osläckt kalk rollen som främsta exportprodukt. Redan tidigt kom kalkframställningen att få sin tyngdpunkt på norra Gotland. Enligt Steffen var kalkstenen där av sådan kvalitet att den väl lämpade sig för bränning. Tillgången på lämpliga hamnar bör även ha underlättat exportförutsättningarna. Dessutom fanns produktiva skogsmarker på mägersten inom korta transportavstånd från ugnarna. Kalkugnar som producerade kalk för exportmarknaderna låg nära utskeppningshamnarna medan de ugnar som anlades uppe på ön i huvudsak producerade kalk för inhemskt behov (Munthe 1945).

1687 utskeppades huvuddelen av kalken från Visby, Ar, Kyllej och Länna. Det högsta antalet exporthamnar finns redovisade från 1600-talets slut och 1700-talets början. Därefter sjunker antalet utskeppningshamnar medan kvantiteten utskeppad kalk endast i obetydlig omfattning minskar. Struktur-rationalisering började äga rum med större och färre ugnar som följd. År 1855 skeppades kalk från sju hamnar. Merparten av exporten skedde från Slite och Visby. På 1860-talet steg exporten kraftigt och nådde sina högsta siffror med ca 350 000 hl kalk för öns alla hamnar. Vid den tiden hade koksel-dade ugnar introducerats. Därefter minskade produktionen stadigt för att på 1920-talet i stort sett ha upphört. Exporten upptogs i liten omfattning under 1930-talet. Den låg nere under 2:a världskriget och återupptogs därefter fram till mitten av 1950-talet då Gotlands sista kalkugn - den i Bläse - släcktes.

Kalkproduktionen har i dag efterföljts av utförsel av oförädlad kalksten från Cementas kalkbrott i Storugns och SSAB:s kalkbrott i Ar. Dessutom har Cementa koncentrerat sin cementtillverkning till ett fåtal platser i landet, med bl a industri i Slite.

Kalkbrotten på Gotland är väldigt många och de flesta av dem är små. De kan ha tjänat för tillfälliga behov vid byggnation av kyrkor eller gårdar. De kan även ha använts för råmaterialleveranser till kalkugnar eller kalkmilor. Kalkbrotten av gammalt datum är av praktiska orsaker grunda - oftast någon eller i enstaka fall ett par meter djupa. Den redan i karstformationer uppspruckna hårda kalkstenen har oftast utnyttjats då den var lätt att





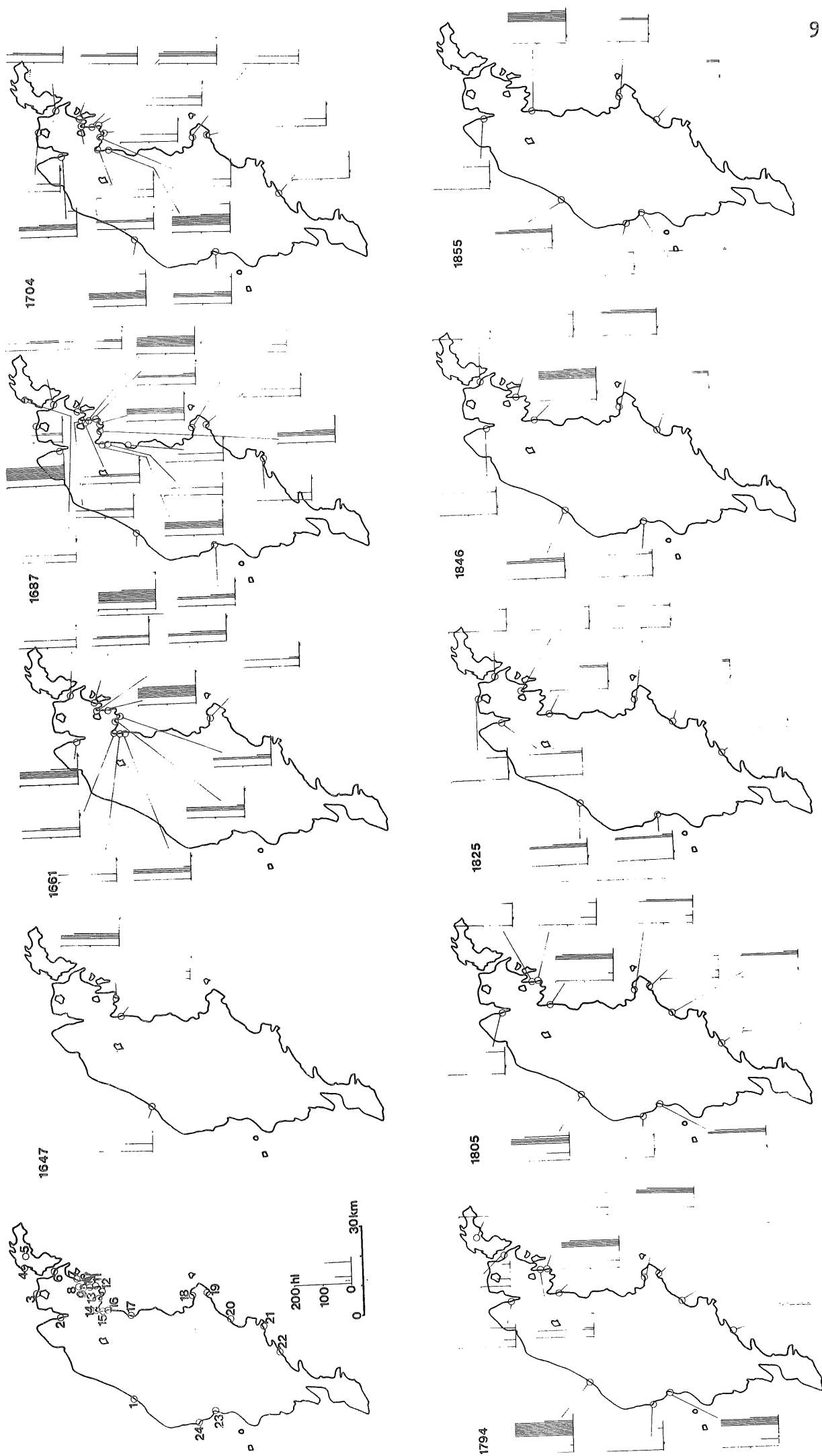
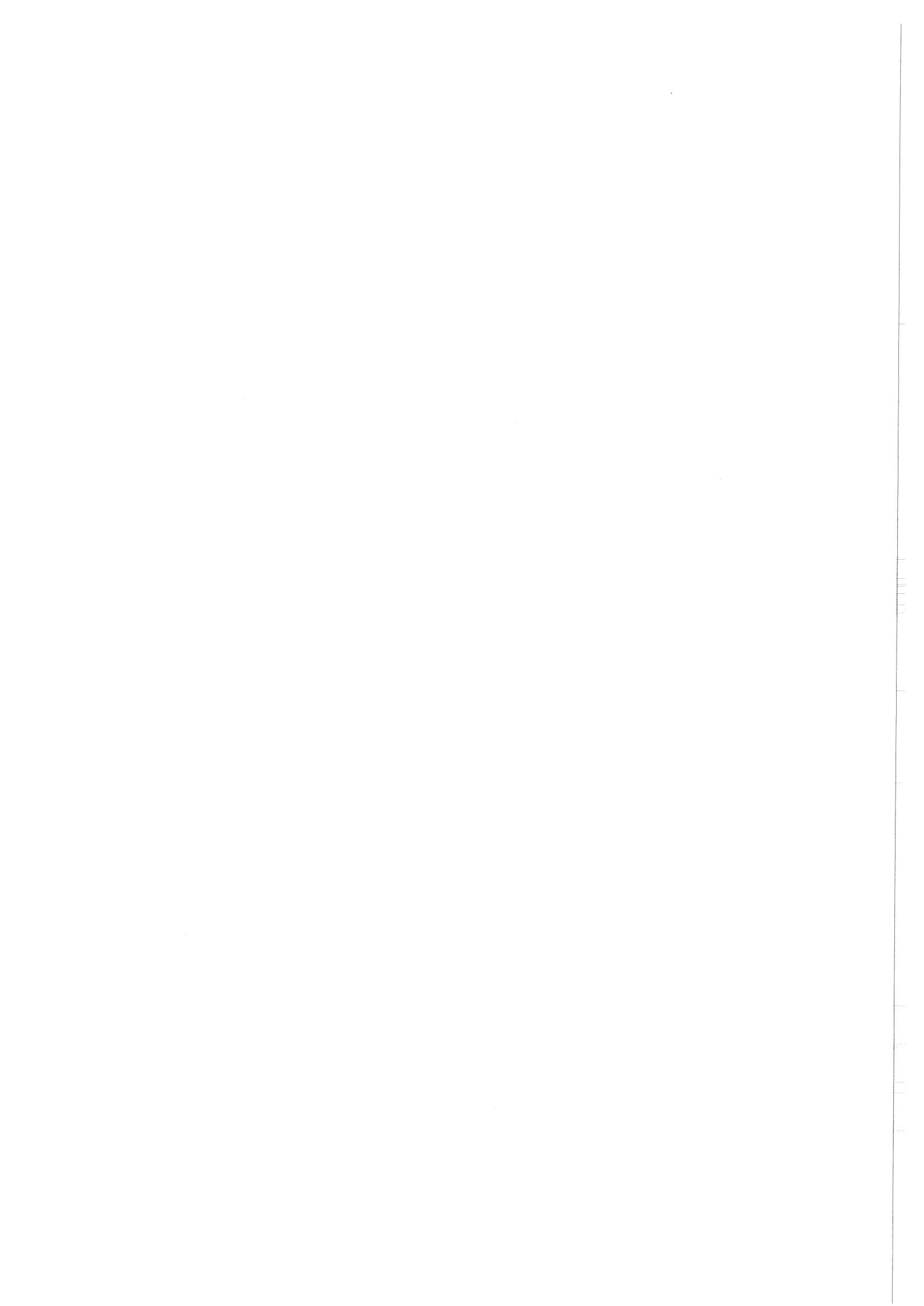


Fig 4. Hamnar för utförsel av kalk.  
 1 Visby, 2 Kappelshamn, 3 År, 4 Lutterhorn, 5 Färö, 6 Fätösund, 7 Lergrav, 8 Vallevik, 9 Värnavik,  
 10 Kylløj, 11 Lönge, 12 St Ölofsholm, 13 Hidevik, 14 Vägomevik, 15 Länna, 16 Slite, 17 Tjäldevik,  
 18 Katthammarvik, 19 Sandvik, 20 Ljugarn, 21 När, 22 Ronevik, 23 Klintehamn, 24 Västergarn.



bryta loss från underlaget. Finmaterialet mellan blocken och stenarna lämnades kvar och har sedan utgjort jordmån för invandrande växter. På senare tid har kalkberget sprängts sönder med sprängämnen och lastats på vagnar med grepar. Även då lämnades finmaterialet kvar. Med förbättrad teknisk utrustning har kalkbrotten blivit större till ytan och även drivits allt djupare. Genom ny utlastningsteknik lämnas inte heller finmaterialet kvar i brotten. De gamla helt igenvuxna brotten kommer bl a därför inte att få sina efterföljare i senare tiders kalkbrott.

##### 5. Naturlig vegetation på hällmarkerna

Kalkbrytningen på Gotland har koncentrerats till hällmarksområden eller till ytor med mycket tunna jordar. För att ge en bakgrund till vilka de naturliga förutsättningarna är vid planering och efterbehandling av täkter skall en kort beskrivning ges av den naturliga vegetationen på hällmarkerna.

Hällmarkernas vegetation är helt beroende av markens beskaffenhet. Man kan indela vegetationen i tre grupper:

- a) vegetation på nakna hällar
- b) vegetation på hällar med dränerad vittringsjord
- c) vegetation på hällar med odränerad vittringsjord. (Hesselman 1908)

Inom områden där kalkstenen är svårvittrad, saknas eller finns små mängder vittringsgrus. Växterna måste ha förmåga att uthärda extrem torka, dränkning under vårvinter och höst, intensiv solbelysning och höga temperaturer. Xerofila drag, d v s anpassningar till extremt torr miljö - såsom förtjockade blad och kraftig behåring - är vanliga och ettåriga växtarter utgör ett markant inslag i vegetationen. Tidigt på våren blommar ett flertal mycket småvuxna arter - såsom stenkrassing, alvararv, vårarv, nagelört och grusbräcka - för att kunna avsluta sin livscykel innan torkan sätter in. Variationerna i artsammansättning och artfrekvens är mycket stora mellan åren. Den vita fetknoppen är en karaktärsört och gör att hällarna på sommaren lyser i vitt och rött. Gul fetknopp är även den vänlig. Mossorna utgör ett karaktäristiskt inslag i hällarnas vegetation, (med bl a *Tortella tortuosa*, *Tortula ruralis*, *Ditrichum flexicaule*, *Fissidens cristatus*, *Grimmia apocarpa* och *Barbula convoluta*). Ett större antal lavar är även vanliga. (Bland dem märks *Lecanora calcaria*, *Lecanora crassa*, *Lecidia dicipiens*, *Cladonia pocillum*, *Cladonia ran-*



giformis, *Cladonia symphycarpa*, *Toninia caeruleonigricans*, *Cetraria islandica* och *Cetraria juniperina*).

I karstsprickorna förekommer en starkt avvikande vegetation. Artantalet är stort och karstsprickorna hyser ofta många av de på Gotland vanliga växtarterna. Bergsslok är ett mycket karaktäristiskt inslag tillsammans med tulkört. I de djupare karstsprickorna förekommer även mer skuggälskande växter, såsom blåsippa och murruta. Det ofta glesa träd- och buskskiktet domineras av tall och en. Dessutom förekommer oxel, oxbär, hagtorn, slån och flera nyponarter (Fig 6 ).

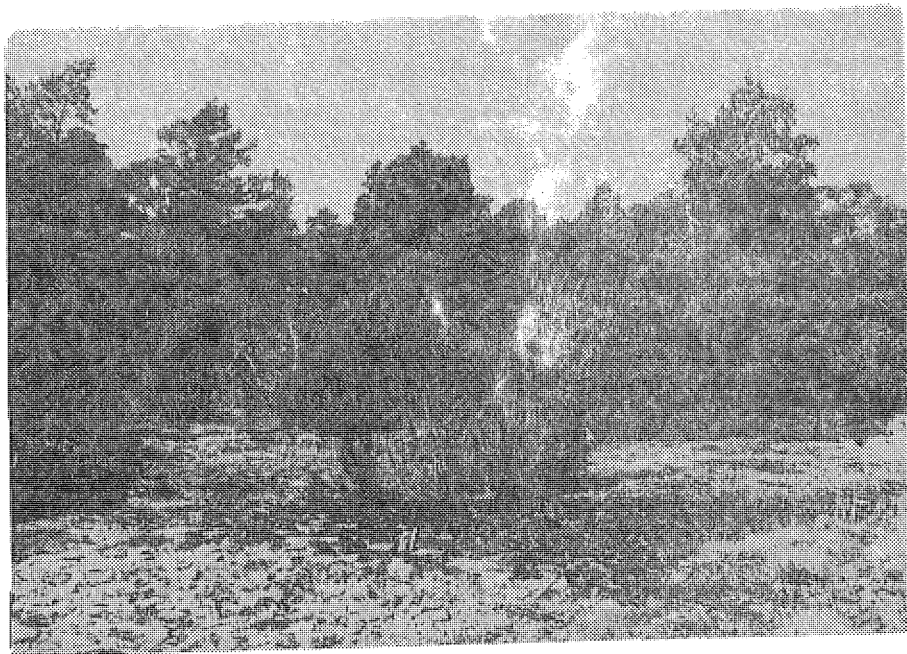
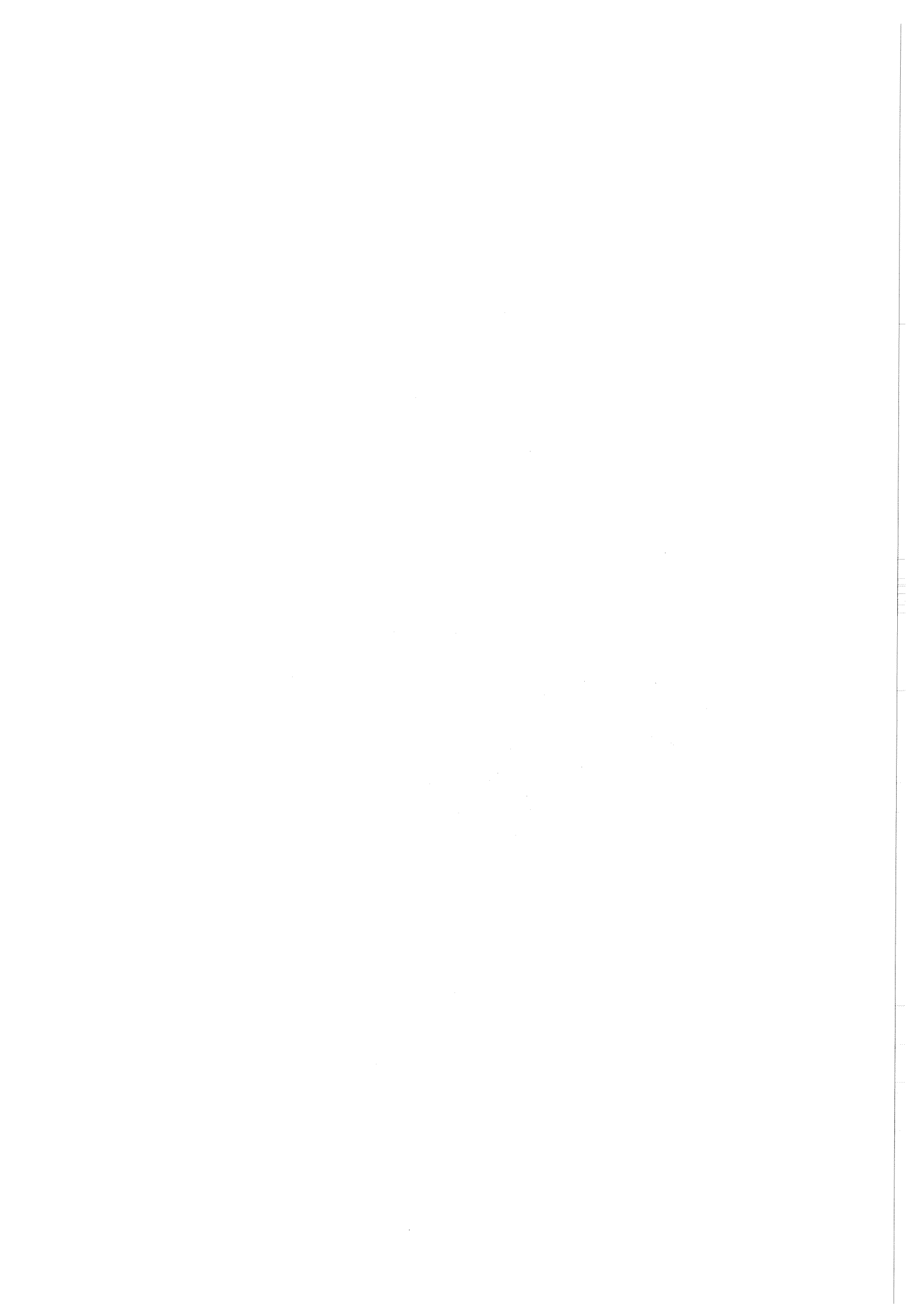


Fig 6. Hällmark. Vegetation på naken häll i förgrunden. Karstspricka med en och berberis i centrum av bilden. I bakgrunden hällmark med dränerad vittringsjord.

Där hällen är täckt med mer än 20-30 cm vittringsjord utvecklas ett trädskikt bestående av i huvudsak tall. I buskskiktet förekommer ofta en, slån, oxbär, oxel och nyponarter. Artrikedomen är stor, särskilt på hård kalksten utan större inslag av mörkel i vittringsgruset (Pettersson 1958). Fältskiktet domineras av ljusälskande ängs- och stepparter, exempelvis:



Vanliga arter

bergsslok  
 sandlilja  
 backtimjan  
 vildlin  
 smultron  
 blodnäva  
 slankstarr

spridda arter

blåklocka  
 tulkört  
 vitmåra  
 gulmåra  
 bergskrabba  
 praktbrunört  
 brudbröd  
 getväppling  
 kalktrav  
 ängshavre

enstaka

färgmadra  
 harmynta  
 stor blåklocka  
 spåtistel  
 rödklint  
 jordtistel  
 backsmultron  
 äkta Johannesört  
 käringtand  
 bockrot  
 vit fetknopp  
 fårsvingel  
 darrgräs

Dessa arter förekommer även ofta i karstsprickor på den nakna hällen. På torrare växtlokaler förekommer ofta mjölon som mattbildare. Mossorna och lavar spelar en underordnad roll.

Förutsättningarna för vegetation på hällmark med odränerad vittringsjord är mycket ogynnsamma. Froströrelser i marken åstadkommer polygonstrukturer liknande dem som uppträder i arktiska trakter (Fig 7).

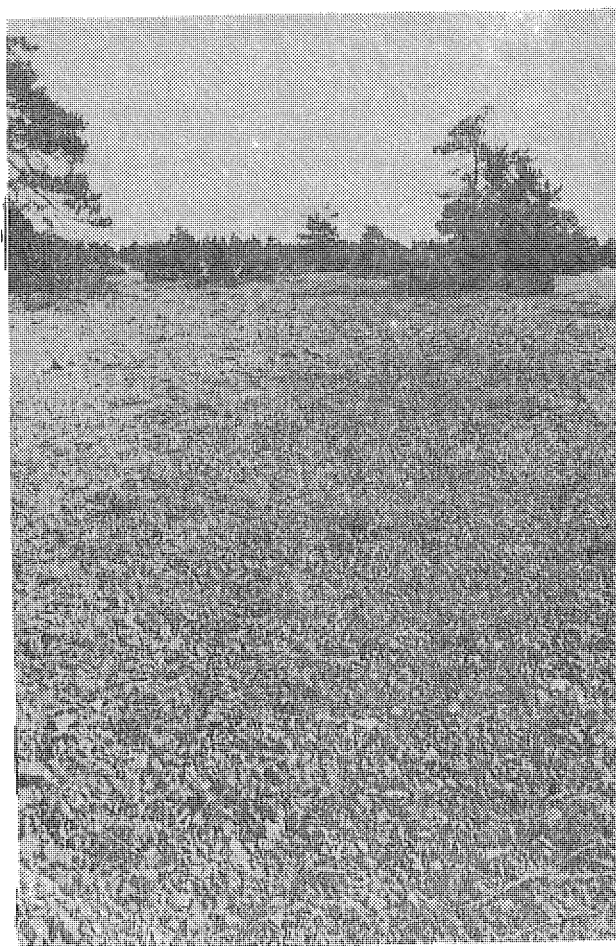
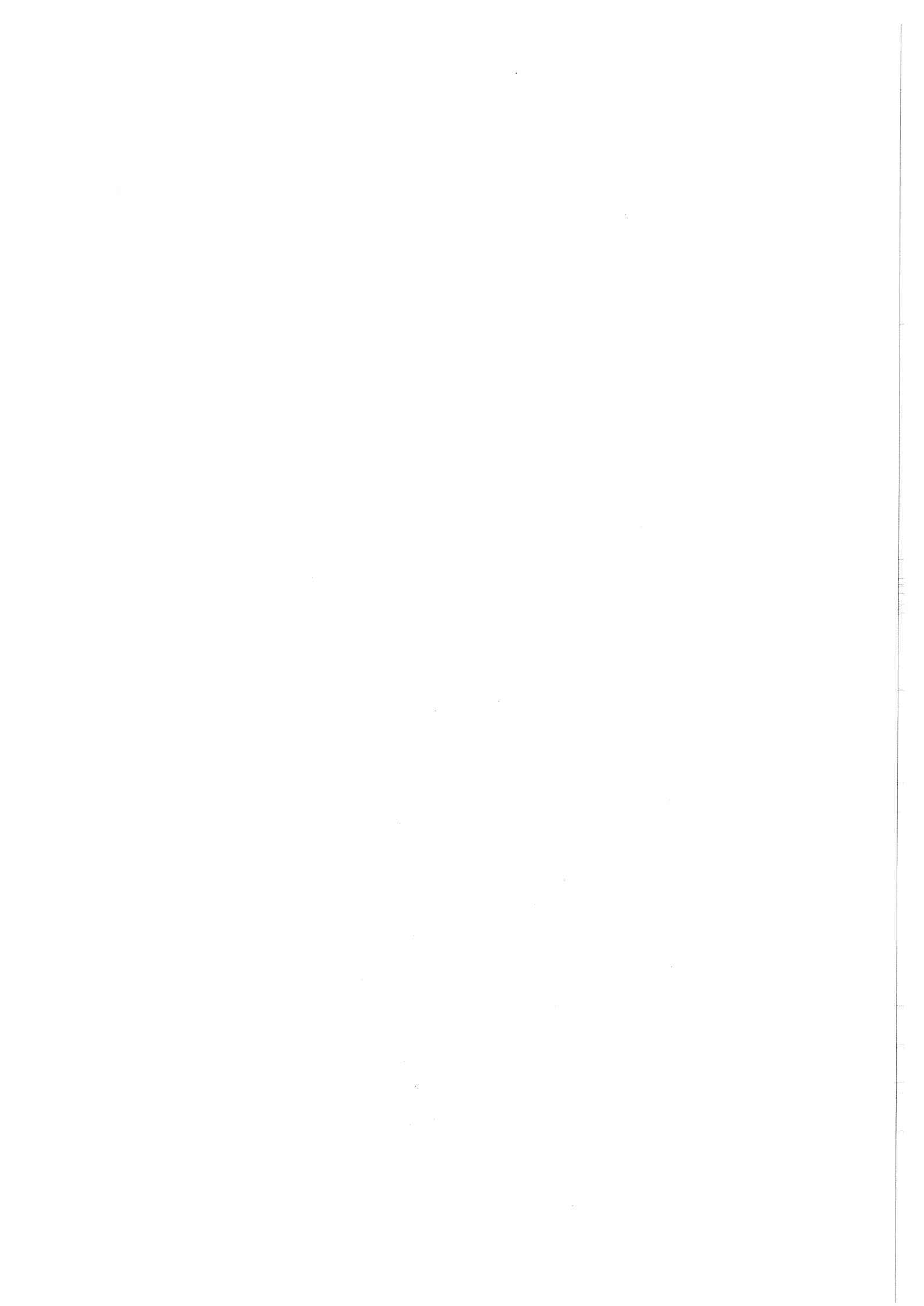


Fig 7. Frostsstrukturmark på File hajdar





Resultatet blir en sortering av materialet med det grövre i periferin och finmaterialet i centrum (Fig 8). Strukturmarkerna på Gotland och Öland har behandlats av ett flertal författare bl a Hesselman 1908, 1915, Du Rietz 1925, Sterner 1926 och Königsson 1968.

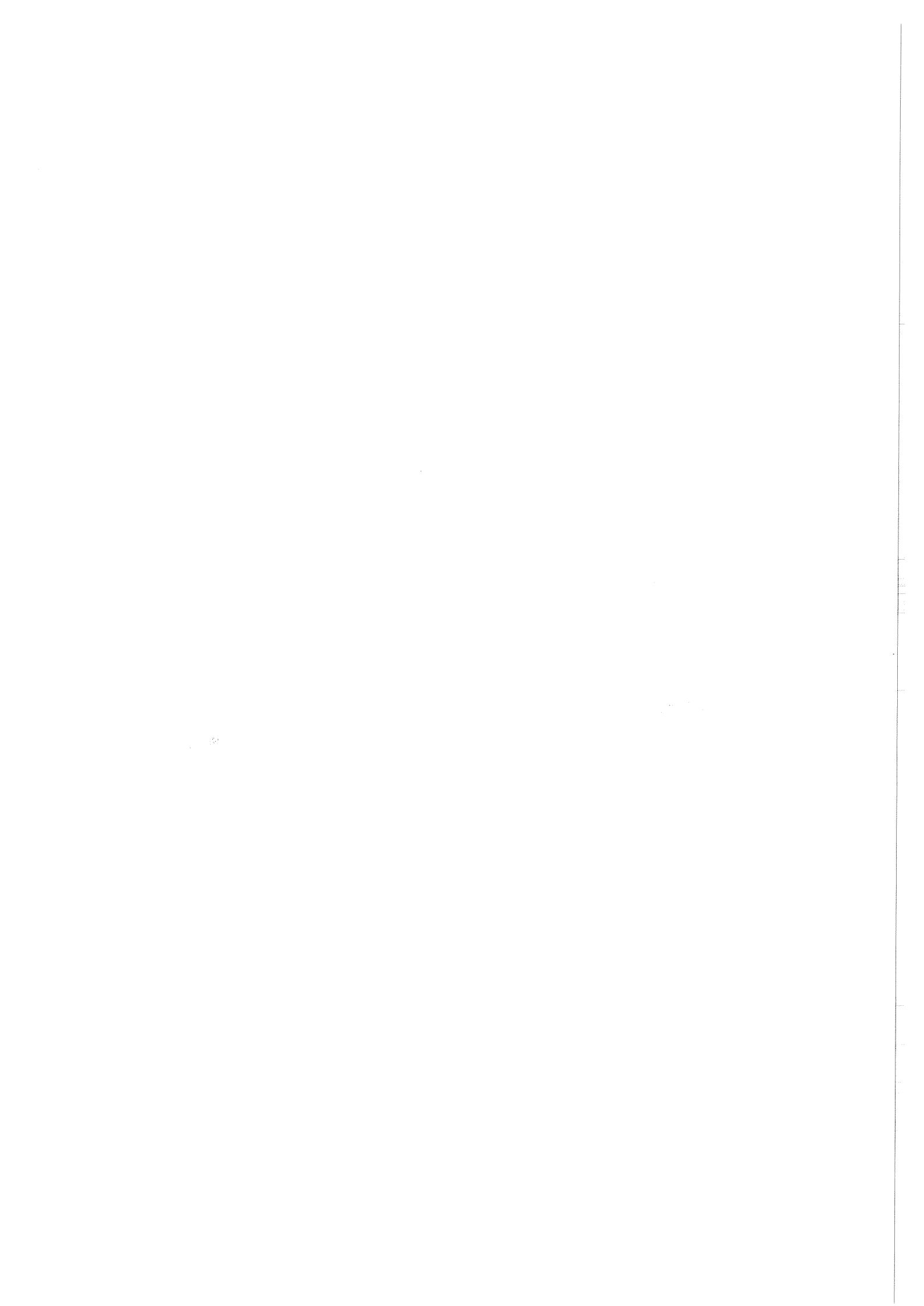


Fig 8. Fröststrukturer

För att en strukturmark skall bildas krävs:

- att hällytan i stort sett är horisontell och att därvid ytavrinningen av nederbörden är ringa
- att hällytan i huvudsak saknar slukhål eller spricksystem som kan föra bort nederbördsvattnet
- att vittringsjorden på hällen är 10-30 cm tjock och till stor del består av ler-mjälafraktioner
- att tjälning och upptining av marken upprepas ett flertal gånger under vintern på den ofta snöfria marken.

Genom att marken är rörlig har de flesta växtarter stora svårigheter att kolonisera dessa ytor. Växternas rötter slits av vid tjälning och upptining. Några få växtarter har en speciell förmåga att genom kraftiga rotsystem överleva, den ena är en dvärgform av morot (*Daucus carota* f. *contracta*) och den ettåriga mjukdån (*Galeopsis ladanum* f. *globosa*). Där uppfrysningen är mindre stark förekommer t ex tulkört, åkertistel, fårsvingel och krypven, ofta i starkt uppfryssta tuvor.



## 6. Spontan återväxt i gamla kalkbrott

Vegetationsutvecklingen i avslutade kalkbrott beror bl a på täkternas omgivning, markens vattenhållande förmåga och de näringsmässiga förhållandena.

I de primära successionsstadierna förekommer ett antal arter som har möjlighet att spridas över stora avstånd. Skogssallad, maskros och stånds har frön med hårpensel som möjliggör för fröet att hålla sig svävande under längre tid. En del arter har mycket små frön - t ex stenkrassing - som även lätt transporteras av vinden eller relativt stora men lätta frön som grusslok. Artantalet är från början starkt begränsat för att sedan öka med åren. Igenväxningshastigheten beror till stor del på materialsammansättningen i täkterna (tabell 1). Grova fraktioner som grus och sten försvårar vegetationsetableringen medan inblandning av finare material ger bättre betingelser för återväxt.

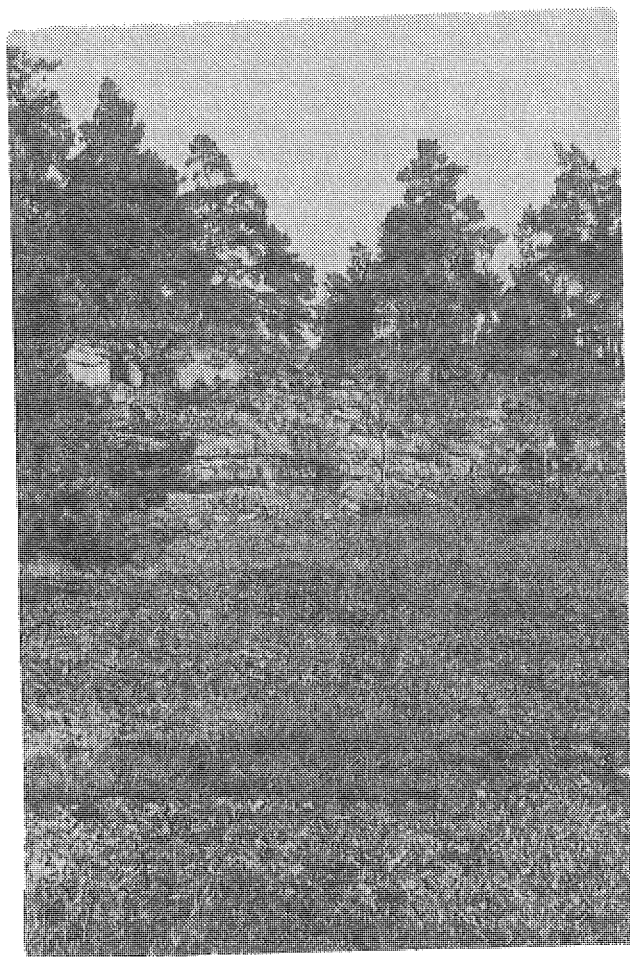
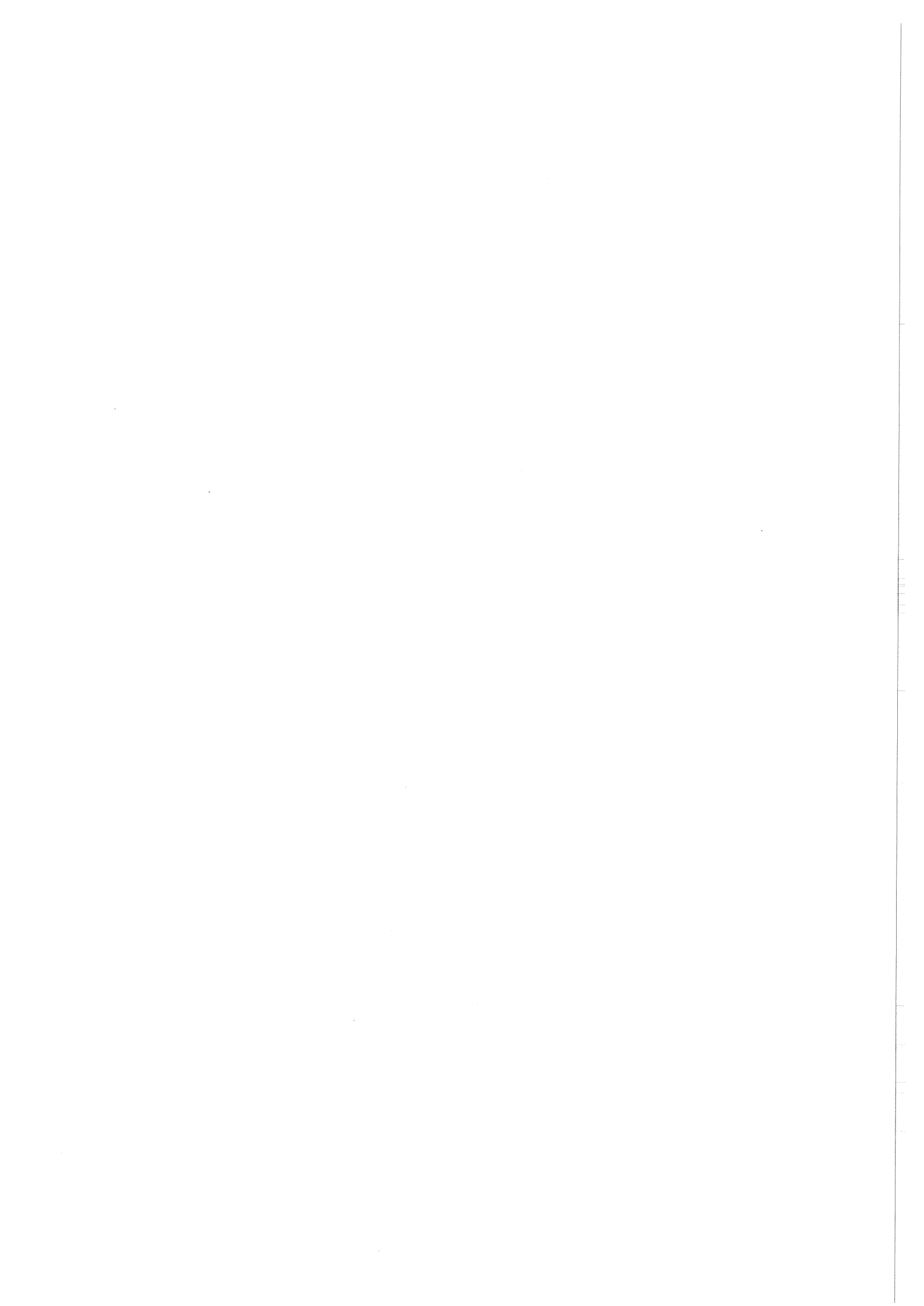


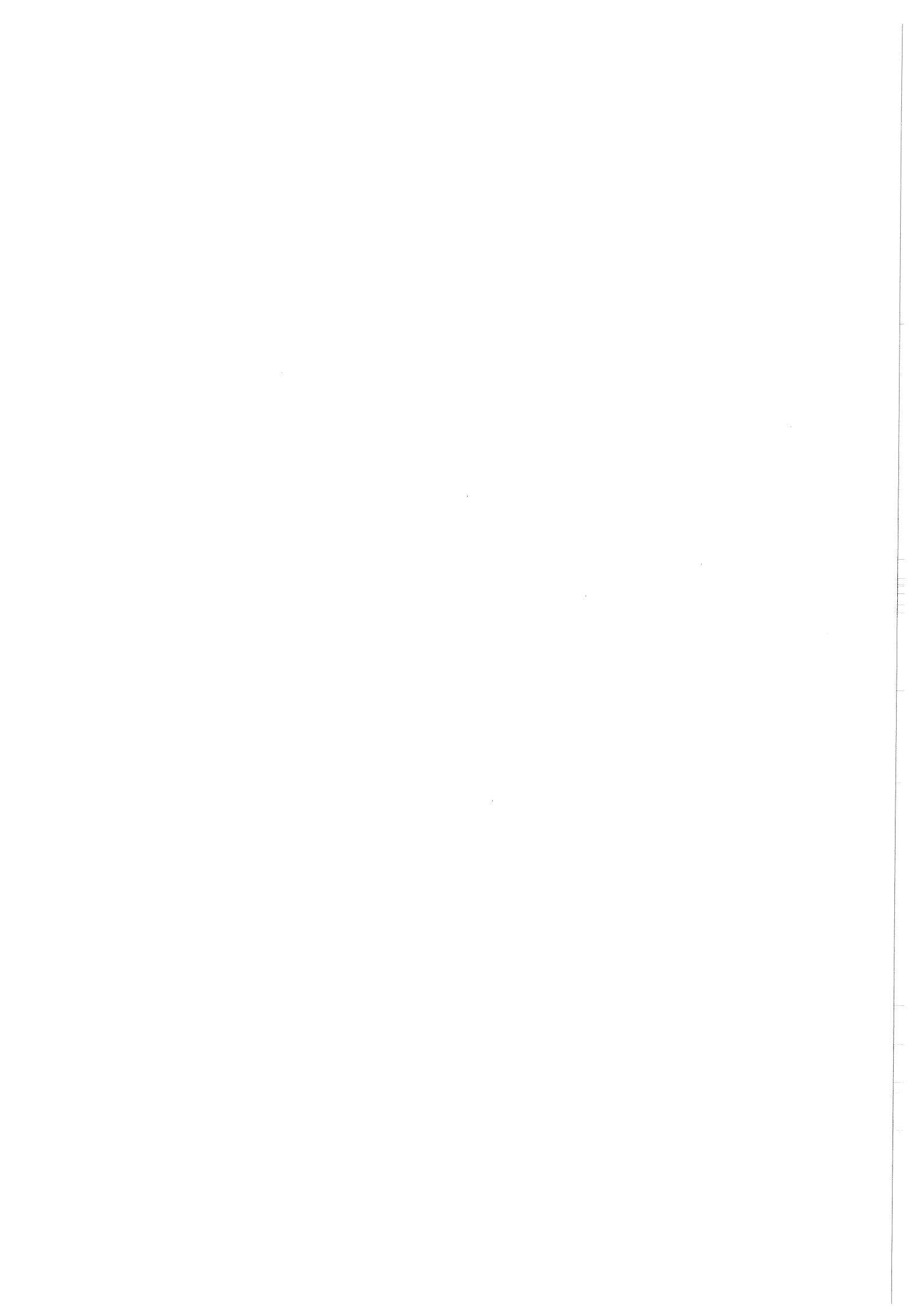
Fig 9. Små kalkstensbrott med finmaterial på botten ger goda betingelser för invandrande vegetation. Valleviken 26/4-81

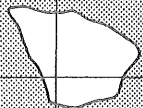


Tabell 1. Spontan invandrande vegetation i täkter med olika avslutningsår. Dominerande arter anges med kryss. Artantalet och täckningsgraden ökar med tiden efter avslutande av täktverksamheten. Kalkbrottens nummer återfinns på kartan sid 16.

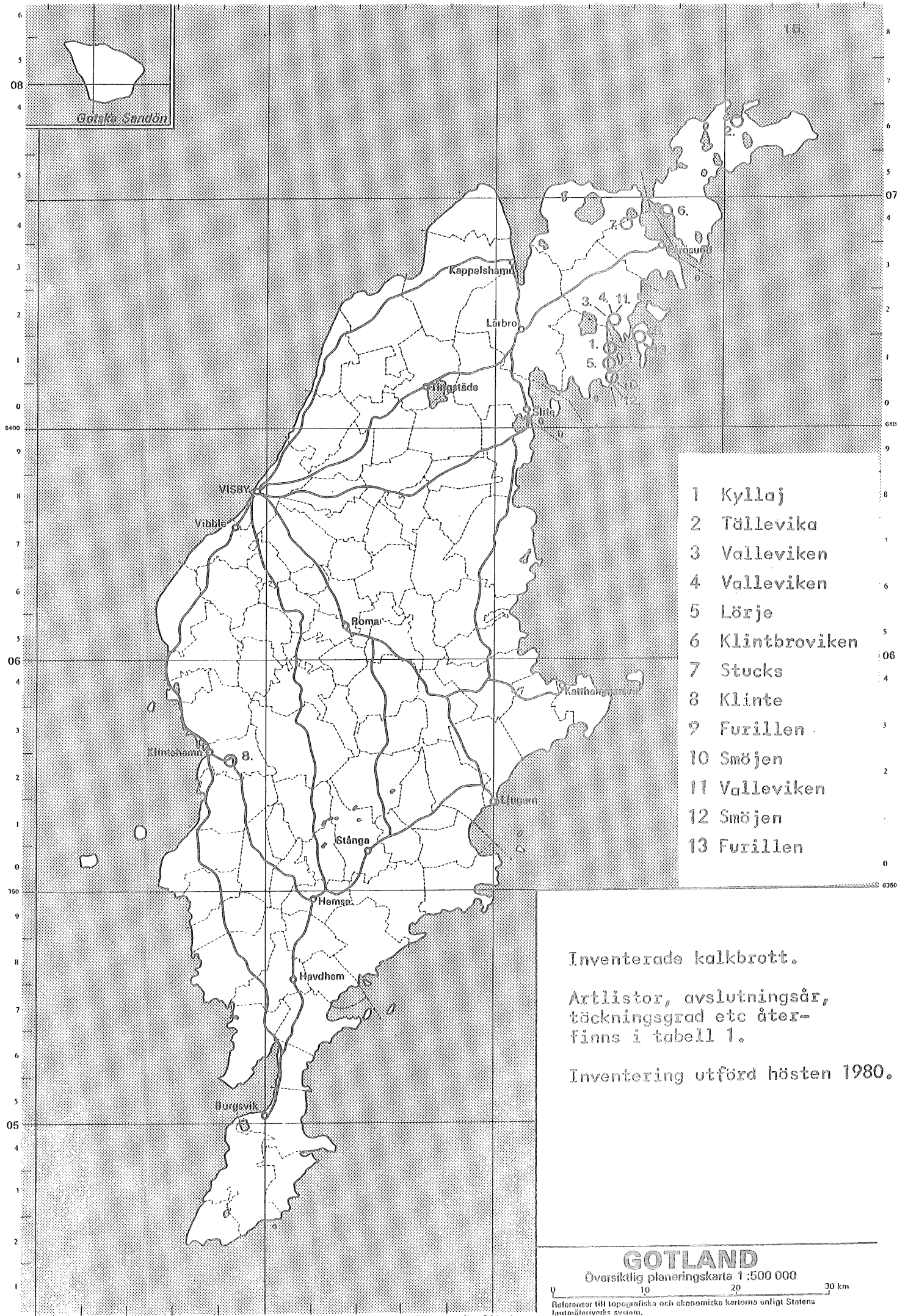
Kalkbrott nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Avslutningsår:	1907	1918 <sup>a)</sup>	ca 1920	ca 1920	-20	1929	ca 1930	ca 1940	1940-1945	1947	1962	1973	
täckning i %	20	50-100	70-80	70-80	10-30	0-100	20	50	50	10-20	-5	-3	-1
antal arter	31	36	30	27	20	26	34	34	18	18	21	14	8
kustarun		x											
smalfräken		x											
nejlikrot		x											
smalbladig ängsgröe	x	x											
blåsippa		x		x									
vispstarr	x	x	x	x			x						
käringtand	x	x											
slankstarr	x	x			x	x							
brudbröd	x	x	x			x			x				
gulmåra	x	x	x	x	x	x	x	x					
backtimjan	x	x		x	x	x							
brunört		x	x				x						
murruta	x				x		x						
morot	x			x				x					
teveronika		x	x						x				
knölsmörrblomma			x	x				x					
tulkört	x	x			x	x	x						
svartkämpar	x	x	x	x				x					
viola sp.		x						x					
älvväxing	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
höstfibbla		x	x		x	x	x			x		x	
rödsvingel		x	x			x	x						
småfingerört	x	x	x	x			x	x				x	
vägtistel	x	x							x			x	
blåklocka		x					x	x					
vitklöver		x	x	x			x	x	x			x	
rönn	x			x				x					
gran	x		x		x					x			
gullris	x		x	x								x	
cikoria	x		x	x				x				x	
berggröe	x		x	x			x	x					
ängshavre	x			x	x			x		x			
en	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	
gråfibbla	x	x	x	x			x	x		x			
backskäfting		x					x	x					
fårsvingel	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
spåtistel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
smultron	x	x	x	x			x	x					
stinknäva	x	x			x	x	x			x			
tussilago		x	x		x	x	x	x				x	
klofibbla	x				x		x						
gråbo	x							x					
tall					x	x	x	x					x
skogssallad		x					x	x					x
maskros		x	x				x	x	x	x		x	x
storven		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x
revfingerört		x					x	x	x				
vit fetknopp	x		x	x	x		x		x	x	x	x	
blåeld	x						x	x					
vårtbjörk	x						x						
ask			x					x				x	
hundäxing				x				x					
äkta johannesört			x	x			x	x			x	x	x
åkertistel			x				x					x	x
grusslok			x						x	x			
kungsljus				x									
backglim				x					x				x
stånds					x								
stenkrassing							x	x		x	x		x

a) Arternas täckningsgrad varierar i olika delar av täkterna. Max.- och min.värden för delområden har angivits.





Gotiska Sandön



- 1 Kyllaj
- 2 Tällevika
- 3 Valleviken
- 4 Valleviken
- 5 Lörje
- 6 Klintbroviken
- 7 Stucks
- 8 Klinte
- 9 Furillen
- 10 Smöjen
- 11 Valleviken
- 12 Smöjen
- 13 Furillen

**Inventerade kalkbrott.**

Artlistor, avslutningsår, täckningsgrad etc återfinns i tabell 1.

Inventering utförd hösten 1980.

**GOTLAND**

Översiktlig planeringskarta 1:500 000

0 10 20 30 km  
Referenser till topografiska och ekonomiska kartorna enligt Statens lantmäteriets system.





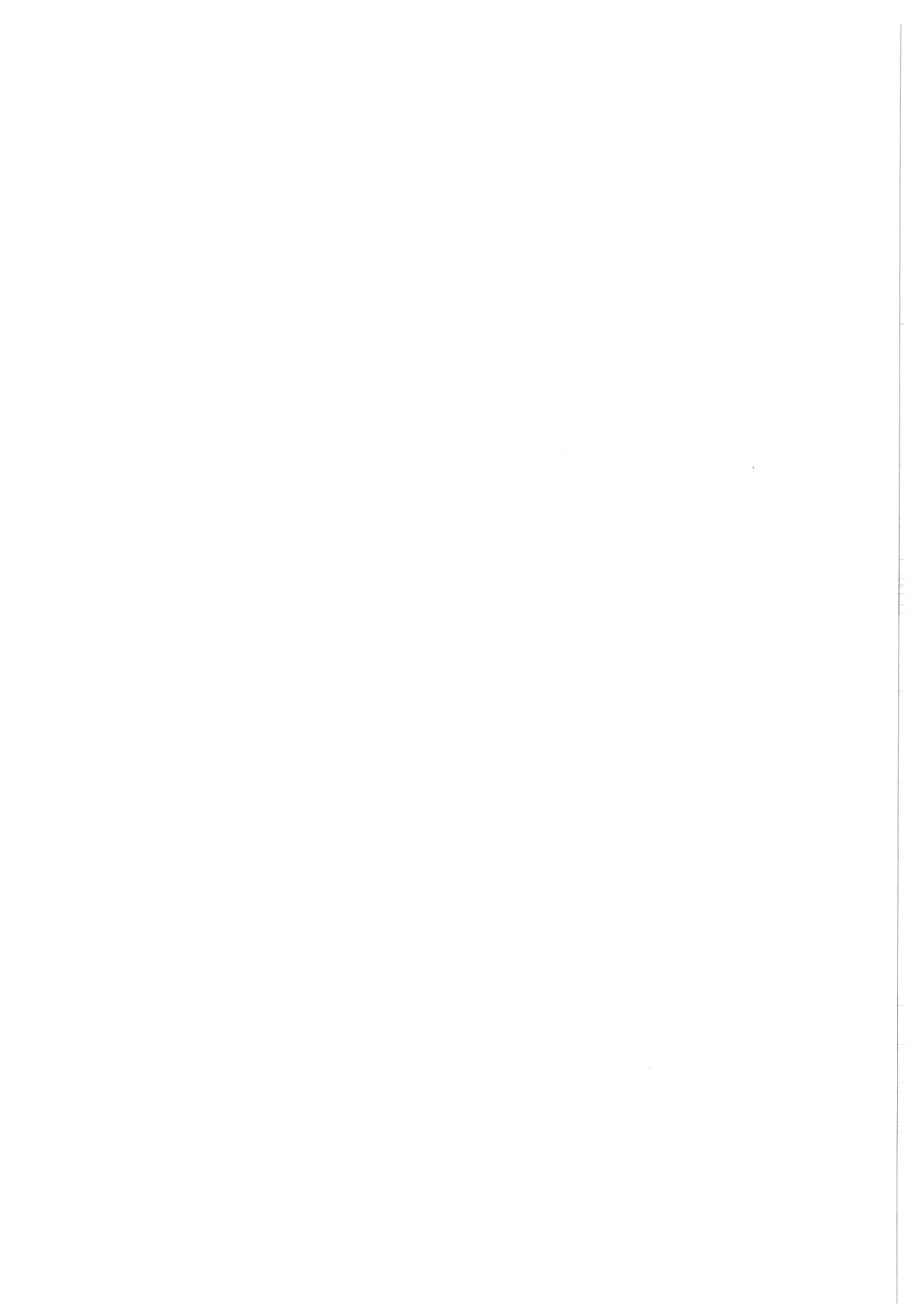
Ett stort antal ruderatbetonade växter vandrar in i något senare successionsstadier t ex blåeld, revfingerört, tussilago, smultron och spåtistel (tabell 1). Ett flertal arter koloniserar snabbt de avslutade kalkbrotten tillväxer sakta genom åren, däribland tall, en och fårsvingel som dessutom ofta dominerar vegetationstäckets. Dessa arter ingår även i vegetationens slutstudier - det s k klimaxsamhället.

I de äldre brotten tillkommer många arter som återfinns på hällmarker med vittringsjord, t ex småfingerört, älvväxing, svartkämpar, tulkört, morot, backtimjan, gulmåra och brudbröd (Fig 9). Vegetationsutvecklingen går i en annan riktning om tillräckliga mängder fin jord finns i brottet för att ett trädskikt skall kunna utbildas. Flera ljusälskande torrängsarter utkonkurreras av mer skuggfördragande, såsom blåsippa, flera violarter, krus-tåtel och flera mossarter.

På Gotland finns ett mycket stort antal kalkbrott. Dessa har i de flesta fall inte medfört några större ingrepp i landskapet. Brotten har varit små och grunda, vilket medfört att vegetationen snabbt koloniserat täktområdet och återfört det till en naturtyp liknande omgivningarna.

Allt sedan sekelskiftet har kalkbrotten blivit allt större och djupare, med ett ökat etableringsmotstånd för de normalt invandrande växterna som följd. Invandringen fördröjs eller uteblir.

Som en följd av att den spontant invandrande vegetationen inte kan åstadkomma ett tillfredsställande vegetationstäckes i nyare kalkbrott måste åtgärder vidtas för att möjliggöra detta.



## 7. Faktorer som försvårar återväxten

Vid planering och prövning av täkttillstånd strävar myndigheterna efter att minska antalet täkter. Man försöker även att skapa förutsättningar för att naturgrus används på det bästa sättet. Naturgrus av hög kvalitet bör användas till kvalificerade arbeten som t ex framställning av betong medan sämre material kan användas som fyllnadsmassor. När det börjat bli ont om naturgrus nära tätorterna har såväl exploatörer som myndigheter funnit det angeläget att få fram ersättningsmaterial för naturgruset. Upptagande av bergtäkter har därvid blivit allt vanligare. Berggrunden på Gotland består till övervägande delen av kalksten som när det används som ersättningsmaterial för naturgrus, håller låg kvalitet. Trots det utgörs i dag en stor del av fyllnadsmaterialet och ballast till asfalt av kalksten (Borgegård 1983). Man kan räkna med att uttagen i framtiden kommer att bli koncentrerade till några få stora stentäkter.

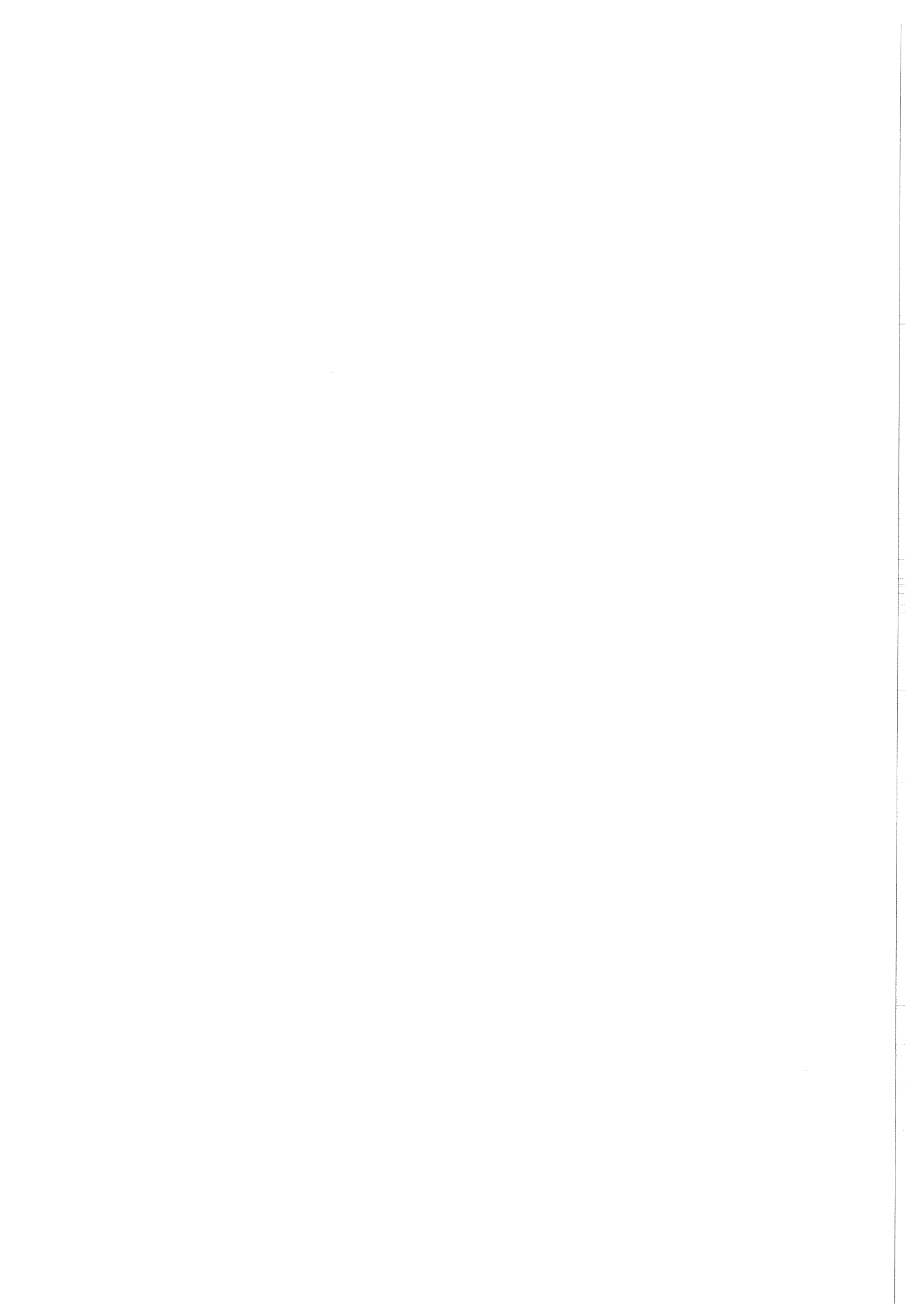
Stenbrotten blir därmed i allt större utsträckning stora anläggningar som kommer att uppta avsevärda markområden. Markexploateringen p g a täktverksamhet kan troligtvis, trots det sammantaget komma att minska. De enskilda ingreppen i landskapet - dit verksamheten koncentrerats - kommer att bli allt svårare att reparera.

### 7.1 Täckternas utseende och storlek

Höga pallar och stora täktbottnar ökar etableringsmotståndet för de flesta växterna p g a

- att många växtarter har frön som sällan sprider sig över stora avstånd.
- att vinderosionen är stor. Vinden får högre hastighet över stora öppna ytor än i småbruten terräng. Nyetablerade växter blåstras ofta sönder av jordmaterial som följer med vinden.
- att den starka vinden torkar ut markytan. Endast de mest torktoleranta arterna kan därmed överleva.

Det lösa finmaterialet på täktbottnar har under senare års exploatering förts bort från täktområdet vilket resulterat i sterila hållmarksytor. I vissa fall återstår små mängder finmaterial på flata täktbottnar med dålig dränering av ytvattnet. Resultatet har blivit att marken utbildat



uppfrysningssjord som försvårar vegetationsetablering.

Det förekommer även att stora mängder ofyndigt material lämnats kvar på täktbottnarna. Ofta är materialet mycket grovt - sten och block - varför det är mycket svårkoloniserat för vegetationen (fig 10).

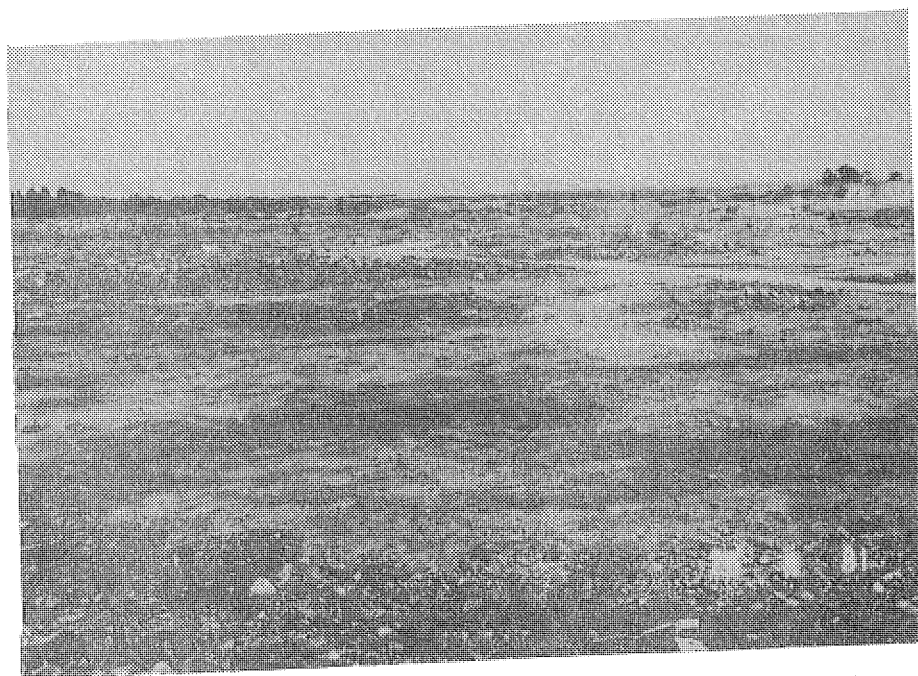
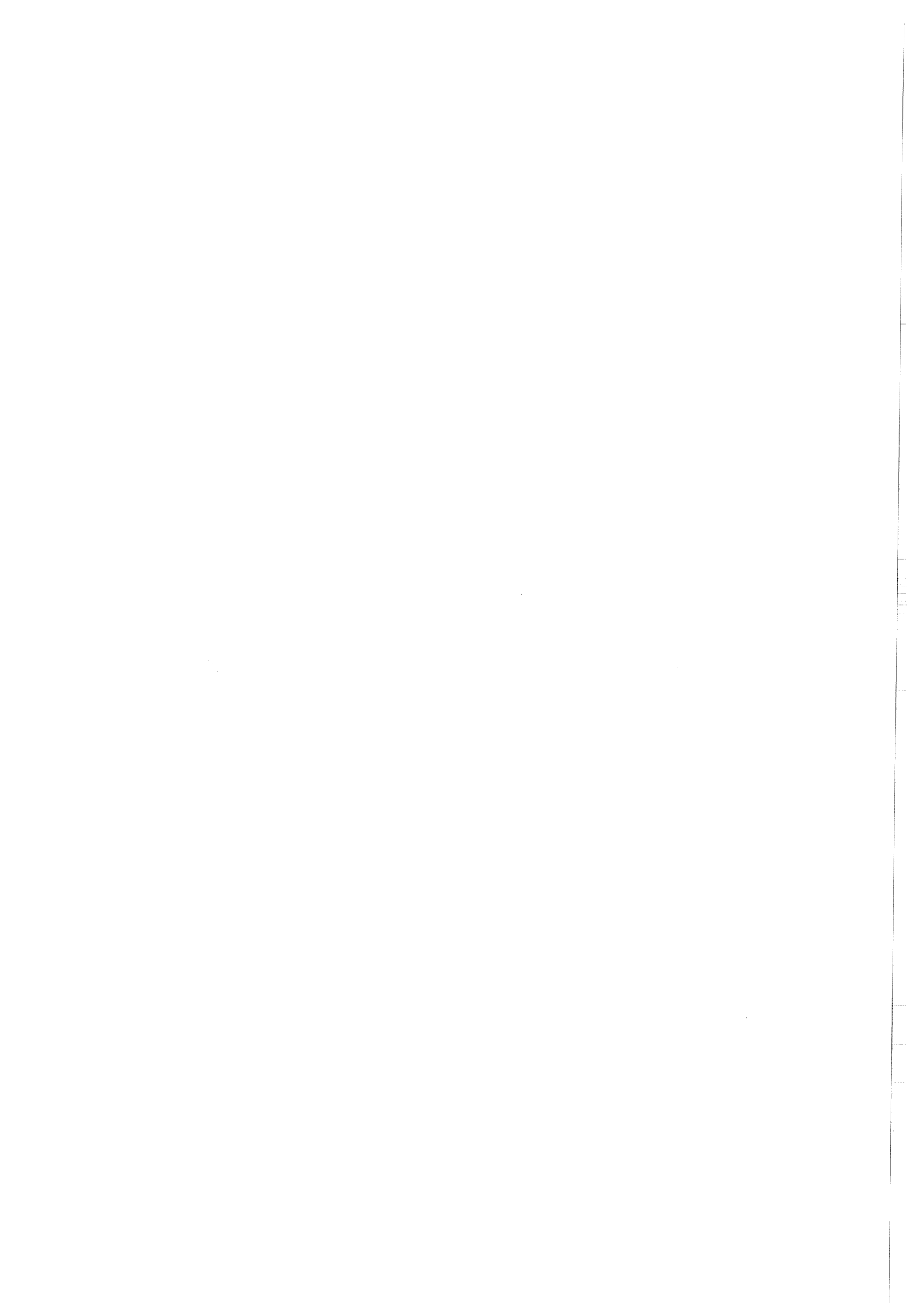


Fig 10. Stort stenbrott med små mängder finmaterial. En hel del sten och block ligger kvar i täkten. Verksamheten upphörde 1962. Smöjen 26/4-81

## 7.2 Växternas spridningsförmåga

Växterna har mycket varierande spridningsmekanismer t ex spridning a) genom vinden, b) genom vatten, c) genom fåglar och däggdjur, d) genom insekter, e) genom människans försorg. Dessutom har vissa växtgrupper utvecklat aktiva spridningssystem t ex genom att frökapslarna "exploderar" och fröet slungas ut i omgivningarna.

I stenbrott är spridning genom vatten, insekter och växternas aktiva spridning inte särskilt vanlig.



Ett stort antal växtarter har frön som sprids med vinden över stora avstånd, såsom maskros, tussilago, skogssallad och stånds. Dessa frön har utrustats med en pensel som gör att de kan hålla sig i luften under lång tid. Varje växt producerar dessutom ett mycket stort antal frön. Chanserna att några frön skall hamna i ett avslutat stenbrott är stora. Dessa arter tillhör dem som först koloniserar övergivna stenbrott (se tabell 1).

Andra växter har frön som utrustats med vingar som möjliggör spridning med vinden t ex ask och björk (van der Pijl 1982). Hit kan även räknas gran och tall som har ett effektivt spridningsavstånd på ca 25 m från det fröproducerande trädet.

Många växtarter är utrustade med frön som i huvudsak endast möjliggör korta spridningsavstånd (några få meter). Växternas frön kan vara små och rundade och frökapslarna så konstruerade att fröet skallar ut vid mycket hård vind eller vid beröring t ex tjärblomster. Fröet slungas då ut någon eller några meter. Många ärtväxter tillhör samma kategori kortspridda arter. Dessa arter har dock fåtaliga och tunga frön. Ett stort antal växtgenerationer krävs av den anledningen för en kolonisation av större ytor av dessa kortspridda arter (fig 11).

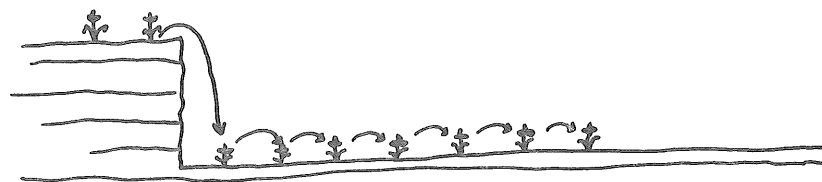
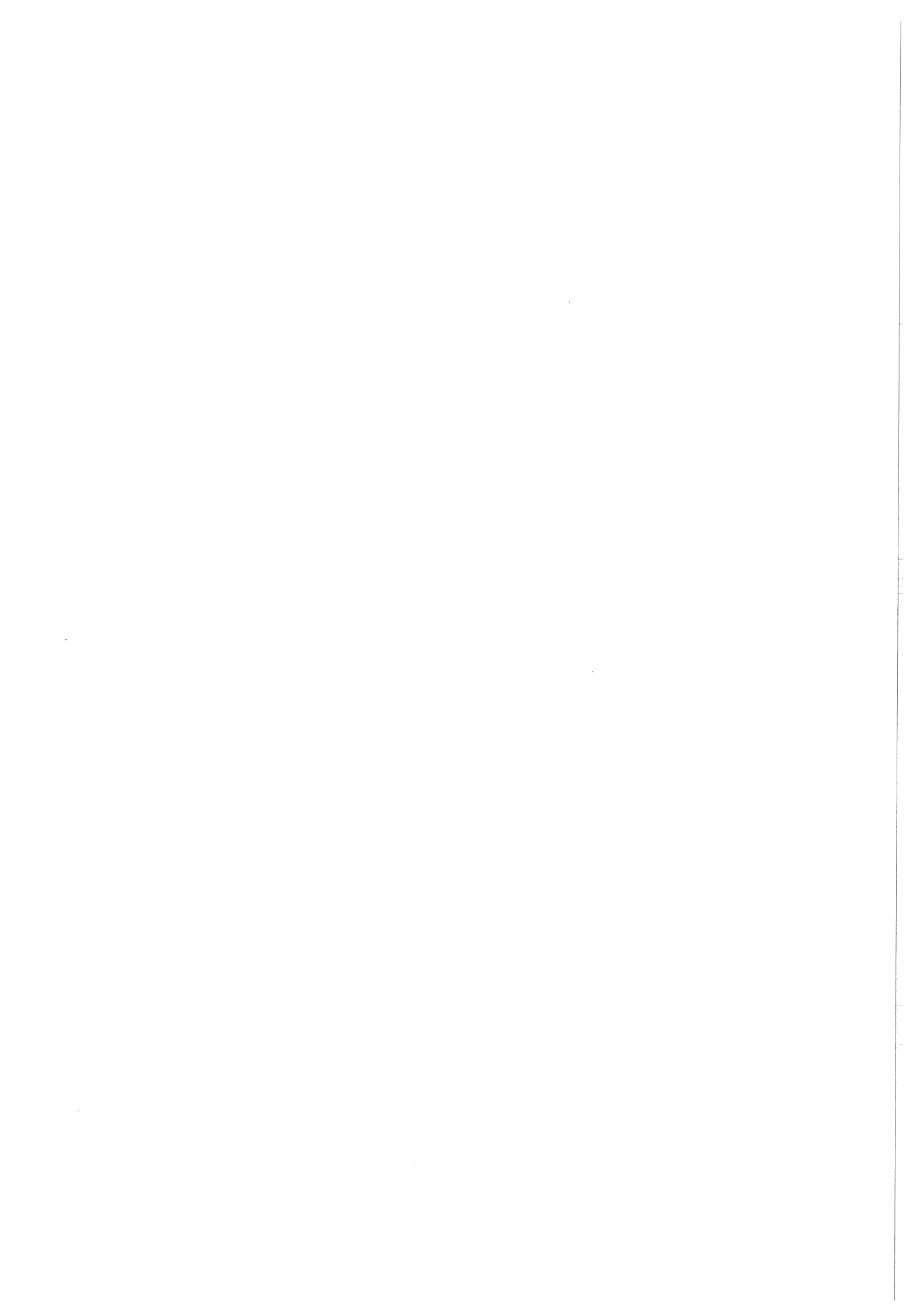


Fig 11. Det tar många generationer för arter med tunga frön att kolonisera stora täktbottnar.

Ett flertal av de vanligaste gräsarterna såsom fårsvingel och rödsvingel har stora, tunga frön som sprids relativt långsamt.

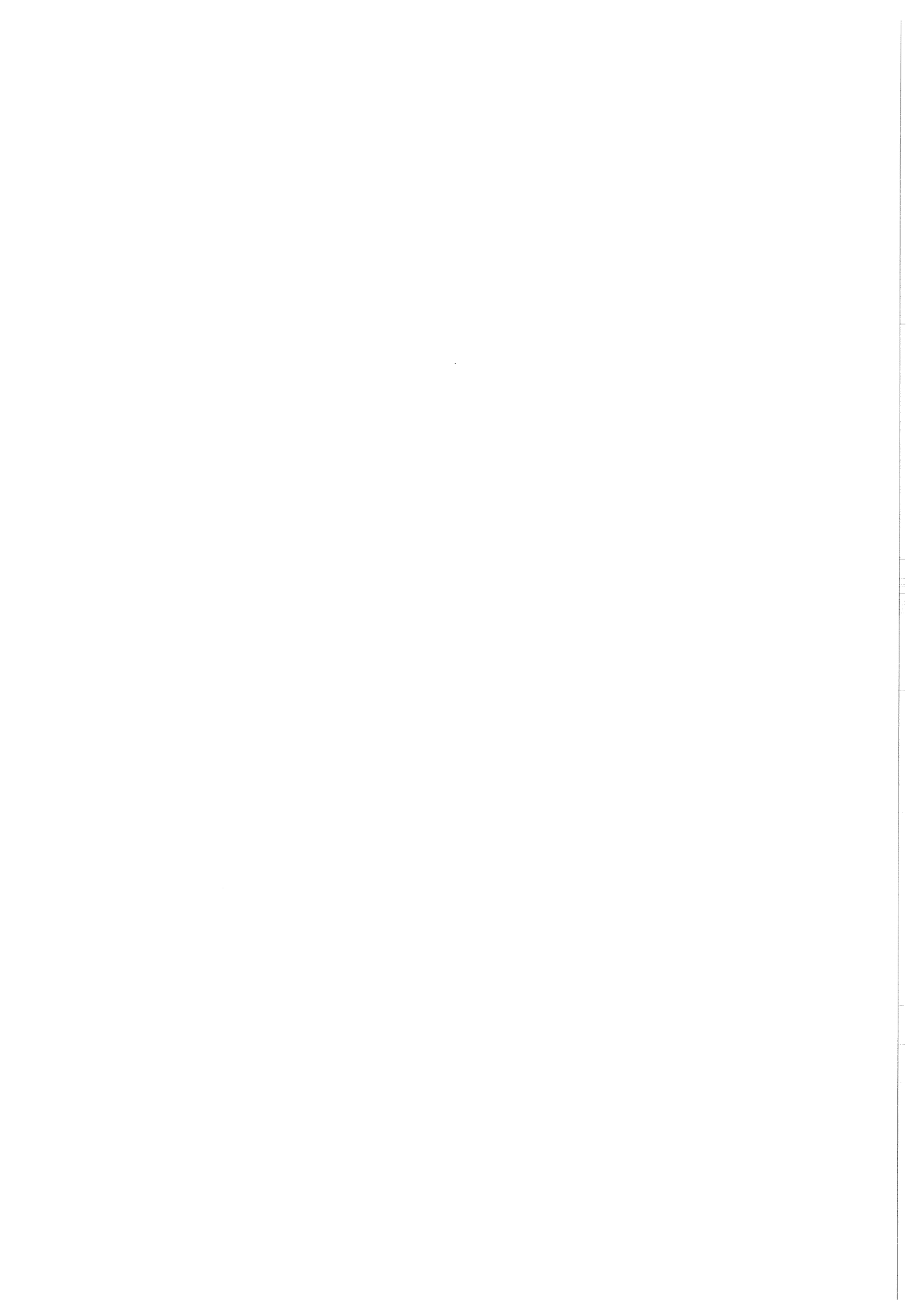
Enstaka frön kan naturligtvis spridas mycket långa sträckor under gynnsamma väderleksförhållanden, men dessa undantag åstadkommer sällan en varaktig vegetation. Dessa förhållanden har därför inte medtagits i denna korta betraktelse.





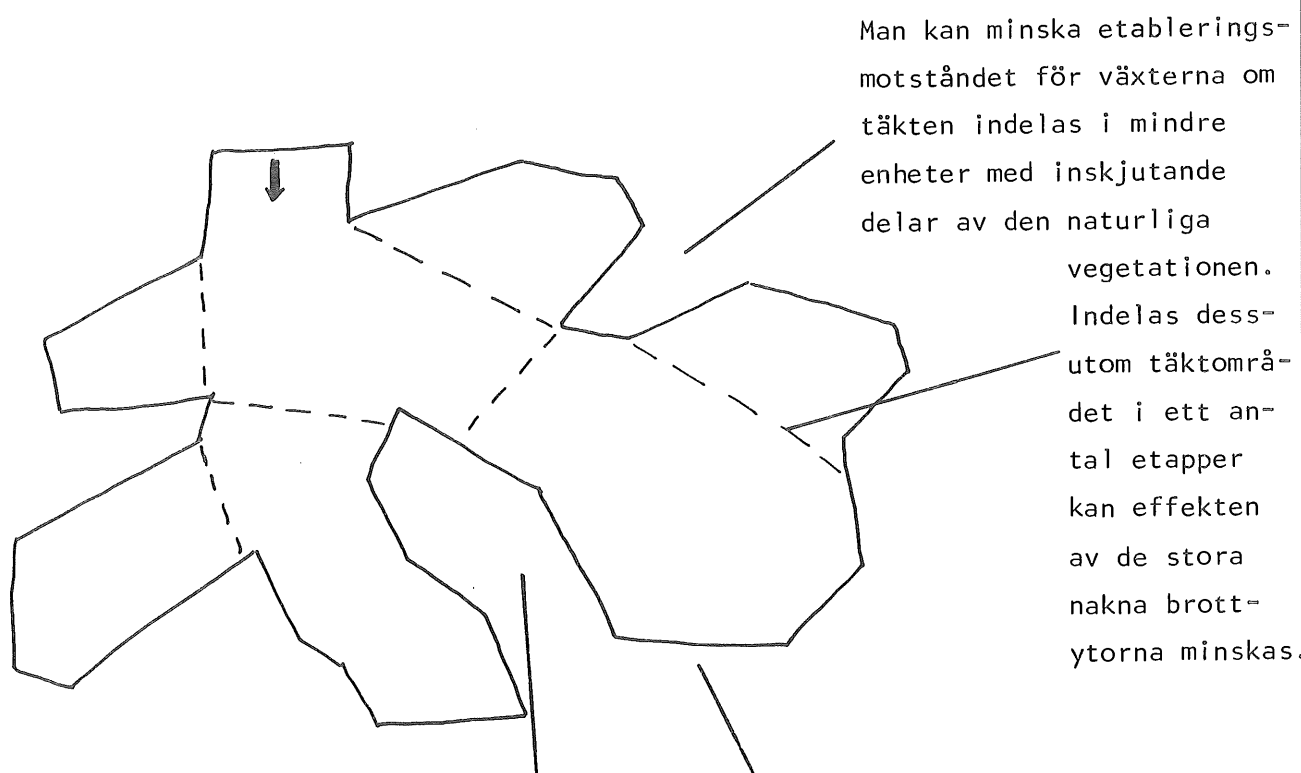
Några få växtarter har löst sitt spridningsproblem genom att fröet är omgivet av ett för fåglar smakfullt fruktkött såsom rönn, oxel, en och smult-ron. Fröet passerar genom fåglarnas matsmältningsapparat utan att det förstörs och sprids genom fåglarnas fekalier över stora avstånd (Romell 1938).

Sammanfattningsvis kan sägas att spridning av omgivningarnas vegetation in i övergivna tåker kommer att röna större motstånd och följaktligen ta mycket längre tid i stora och djupa stenbrott än i äldre tiders små och relativt grunda brott.



## 8. Utformning av stenbrotten

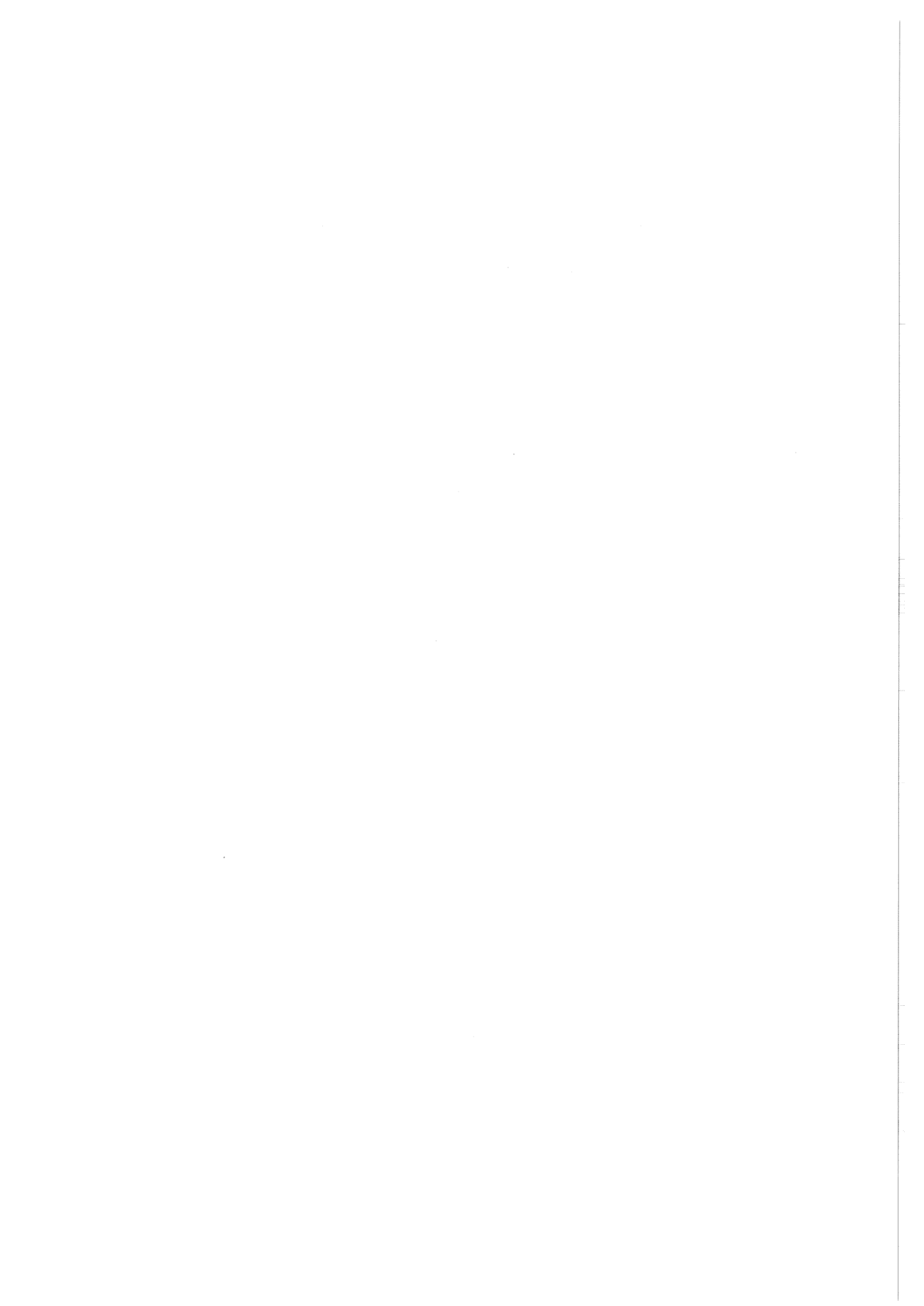
När man planerar ett stenbrotts utformning måste man ta hänsyn till hur a) marken skall användas i framtiden. Andra faktorer som är avgörande för täktutformningen är b) täkternas omgivningar och c) bergets beskaffenhet. Nedan följer ett exempel på täktutformning med åtföljande kommentarer.



En avgörande faktor för hur en täkt skall utformas är stenkvaliteterna i olika delar av stenbrottet. Borrningar måste utföras för att man skall få en bild av förhållningarna för brottets planering och framtida utseende. Ofyndigt material kan då sparas och utgöra de inskjutande delarna av tåkten.

Efter avslutad täktverksamhet kommer en dränering av vattenområdet närmast tåkten till stånd. Det finns stora risker att träd och buskar får svårigheter att överleva närmast brottkanten. Döende träd och buskar huggs då bort. De har dessförinnan fungerat som fröleverantörer till de nakna ytorna i tåkten.

Ovanstående täktutformning är gjord fritt efter täktplaneförslag för bergtäkt i Hejdeby socken, Gotland, upprättad av Geoplan AB, Visby.



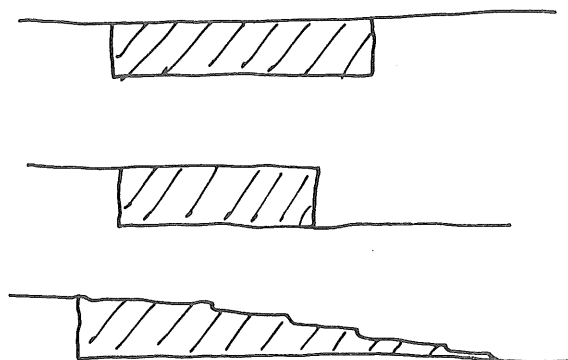
## 8.1 Täckväggarna

Bergtäkters inplacering i landskapet och dess utformning är av största betydelse för användningen och upplevelsen av markområden efter avslutad täktverksamhet. Täckternas utformning beror på de lokala förutsättningarna, såsom framtida markanvändning, täkternas omgivningar, materialkvaliteter i täkterna och hydrologiska förhållanden. Dessa faktorer hör intimt samman och utgör ibland förutsättningar för varandra.

Man kan inte ge några generella regler för hur bergtäkterna skall utformas men vi skall försöka skissera några tänkbara handlingsalternativ.

På Gotland kan markområdena som är tänkbara för bergtäkt indelas i tre grupper:

- a) täkt i ett flackt landskap
- b) täkt i anslutning till en klint
- c) täkt i landskap med flera klintkanter

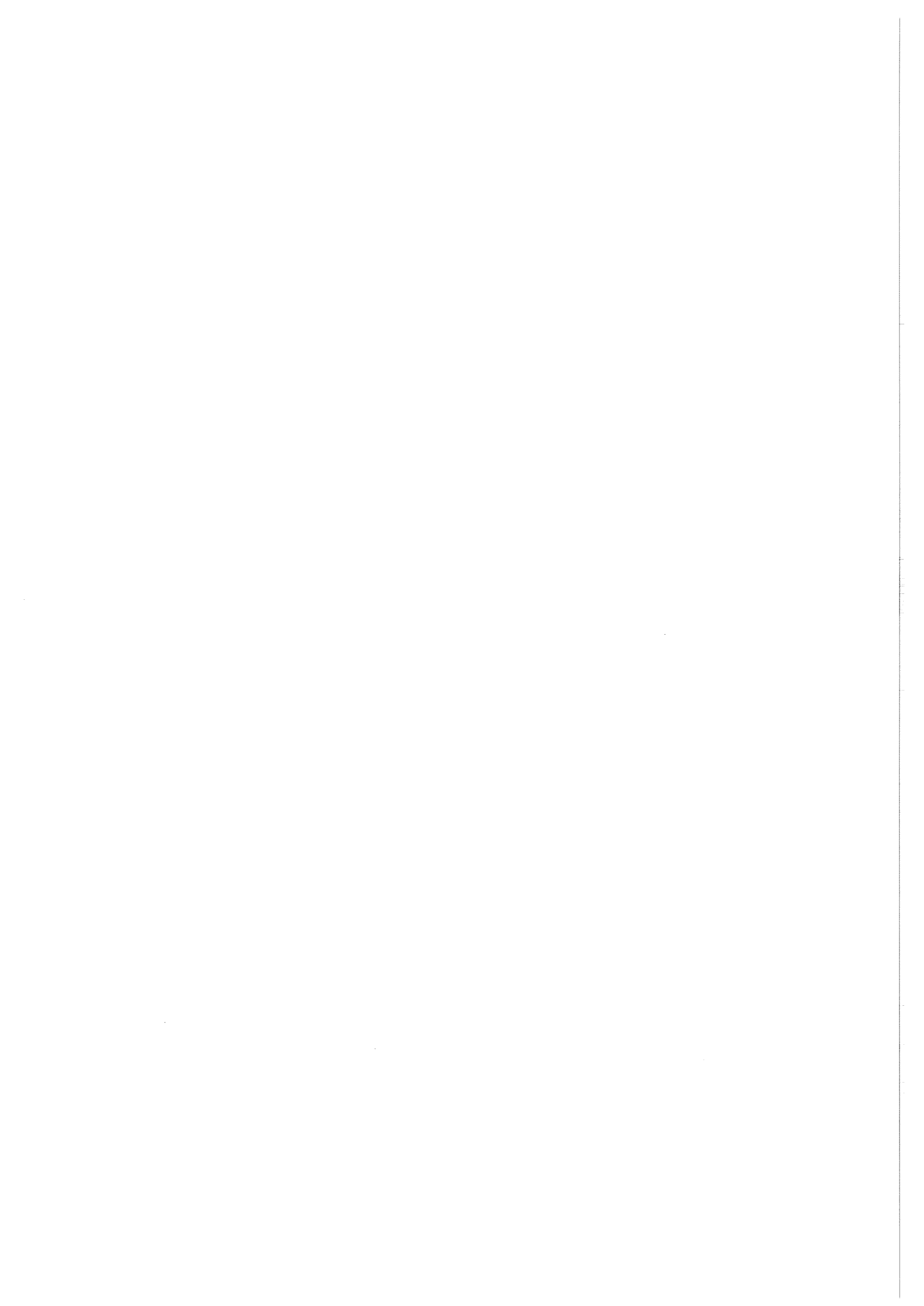


Man kan dessutom särskilja två typer av bearbetning i berget

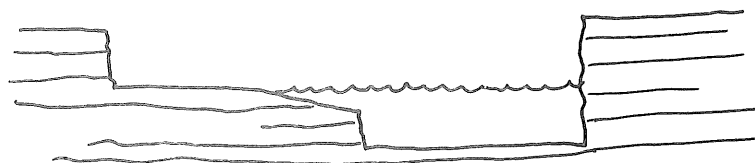
- a) täkt ovan grundvattenytan
- b) täkt under grundvattenytan.

Enligt den förra typen kommer botten efter avslutad täkt att hållas torr. Antingen genom ytavrinning eller infiltration ner i berget.

Vid täkt under grundvattenytan måste det tillströmmande yt- och grundvattenet föras bort genom pumpning under verksamhetstiden. Efter avslutad täktverksamhet och avslutad pumpning kommer åter grundvattenytan att stiga och brottet fylls med vatten.



En kombination av dessa två typer är inte ovanlig.



## 8.2 Täkt ovan grundvattenytan

Bergtäkter i ett flackt landskap kommer efter avslutad täkt - om täkten ges lodräta väggar - att utgöra sår i landskapet som kommer att bestå under över-skådlig tid. Solinstrålningen, höga dagtemperaturer och liten luftväxling utgör bl a hinder för vegetationens utveckling. Man kan mildra dessa verkningar genom att terrassera brottkanterna (Fig 12). Därvid kan även olycksriskerna minskas samtidigt som landskapet kan ges ett mer varierat och tilltalande utseende.

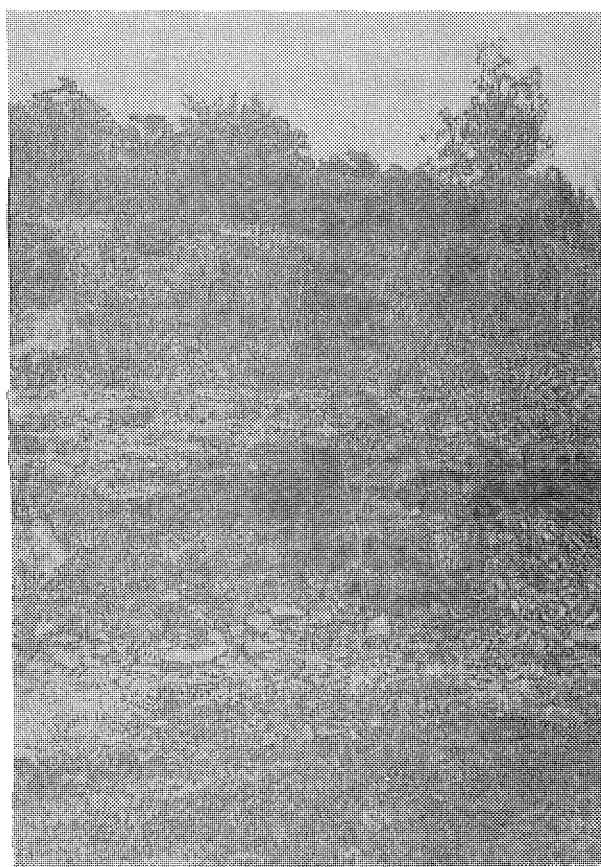
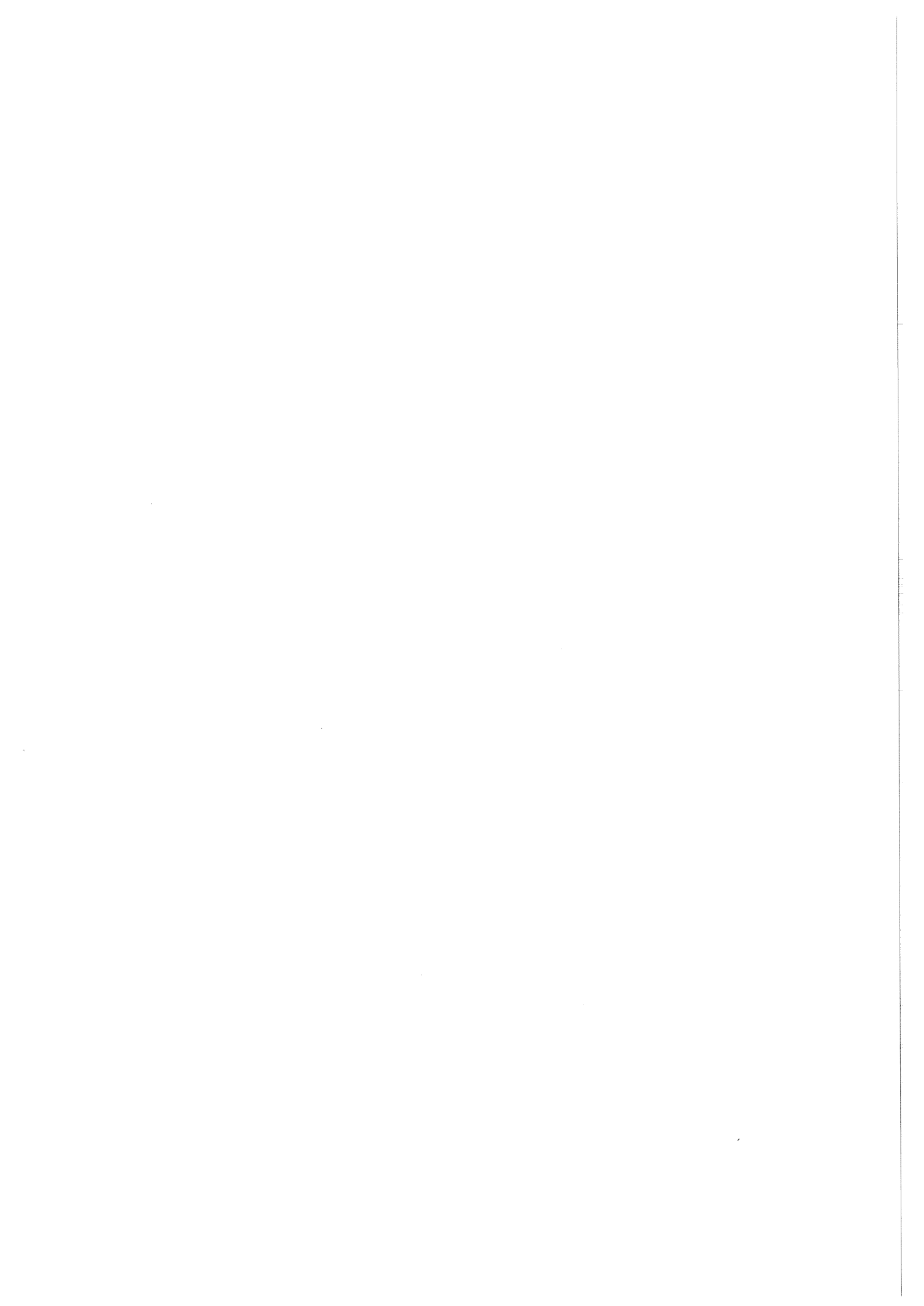


Fig 12. "Terrasserad" klintkant, ca 50 år gammalt brott. Med små arbetsinsatser hade brottkanten kunnat städas, varvid slutresultatet blivit ett helt annat.





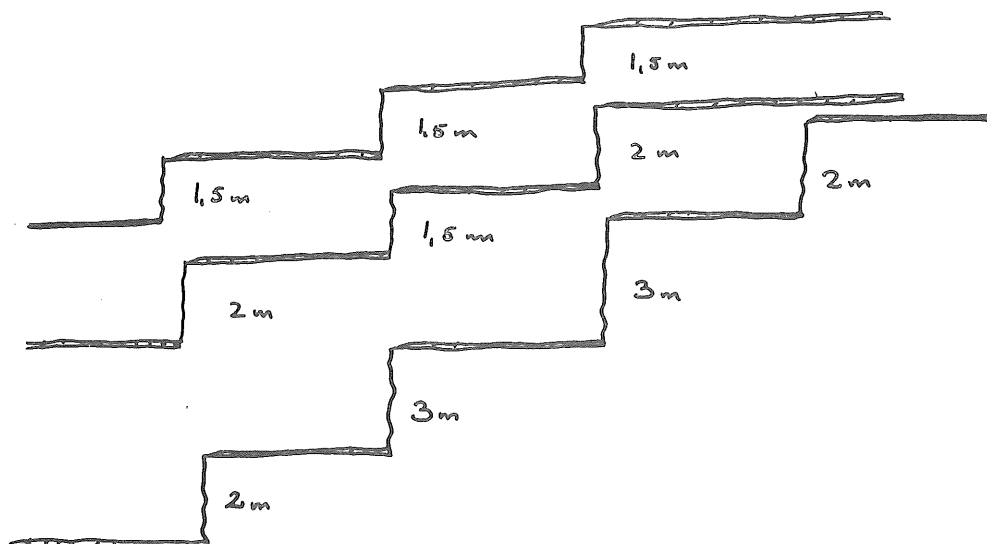


Fig 13. Principskiss över tre pallar 4,5, 5,5 och 10 m höga.

För att möjliggöra uttag av utsprängda massor måste pallan göras så bred att lastfordon kan köra på den. Pallarna skall därför vara minst 5-8 m breda.

För att öka ett täktområdes tillgänglighet efter täktverksamhet kan pallarnas höjd med fördel göras olika höga i olika delar av en täkt. Av och tillfarer planeras in så att de underlättar anslutningen till omgivningarna. Ramperna läggs så att möjligheter finns att ta sig in i täktområdet från omgivningarna efter avslutad täkt. Då täkten avslutas skall dessa ramper vara kvar.

För att göra täktområdet mer omväxlande kan någon täktvägg ställas kvar och inte terrasseras. (fig 14).

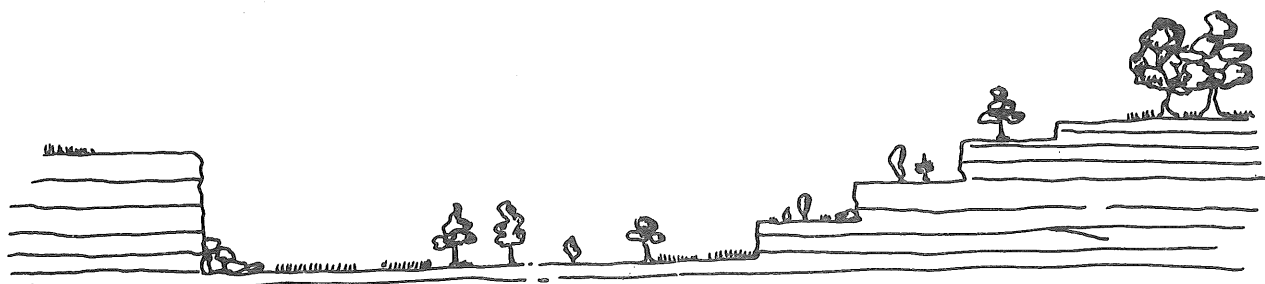


Fig 14. Terrasserad och kvarställd täktvägg kan öka omväxlingen i en avslutad täkt.

Den kvarvarande täktväggen placeras då in så att den på bästa möjliga sätt smälter in i landskapet. Det kan även vara av geologiskt intresse att vissa täktväggar bibehålls oterrasserade för att utgöra studieobjekt.



I vissa fall kan det även vara motiverat att i någon del av en täkt slänta av brottkanten så att omkringliggande mjuka landskapsformer fullföljs i täkten. (Fig 15).

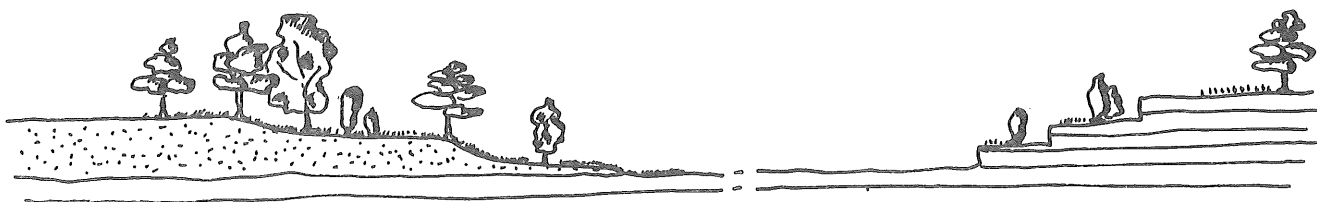


Fig 15. Terraserad och avsläntad del av täkt.

Placeras täkten i en klintkant kan man ofta bibehålla klintens karaktär även efter avslutad täkt. Klintkanten "flyttas in" från sitt ursprungliga läge när täkten avslutas. (Fig 16).

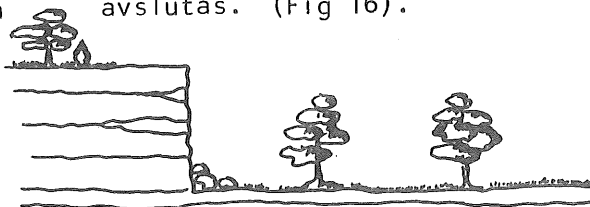


Fig 16. Klint efter avslutad täkt.

Låga klintar med mellanliggande sluttande mark är inte ovanligt nära Visby. (Fig 17).

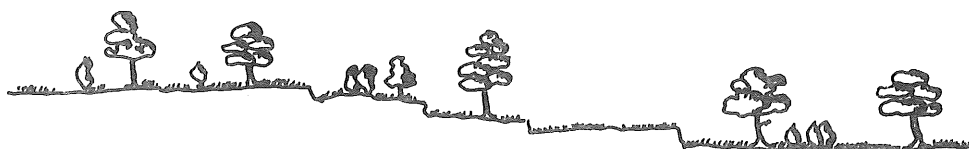


Fig 17. Naturlig sluttande hållmark.

I ett sådant landskap bör man efter täktverksamhet eftersträva att ansluta brottkanten till omgivande sluttningar. Det innebär terrasser med breda pallar och låga klintar. (Fig 18).

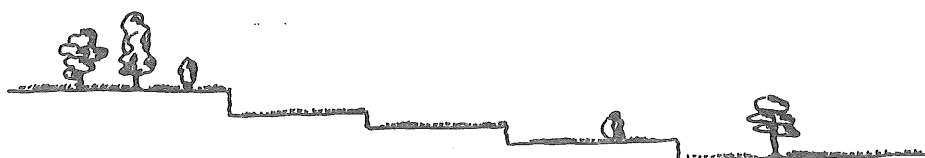
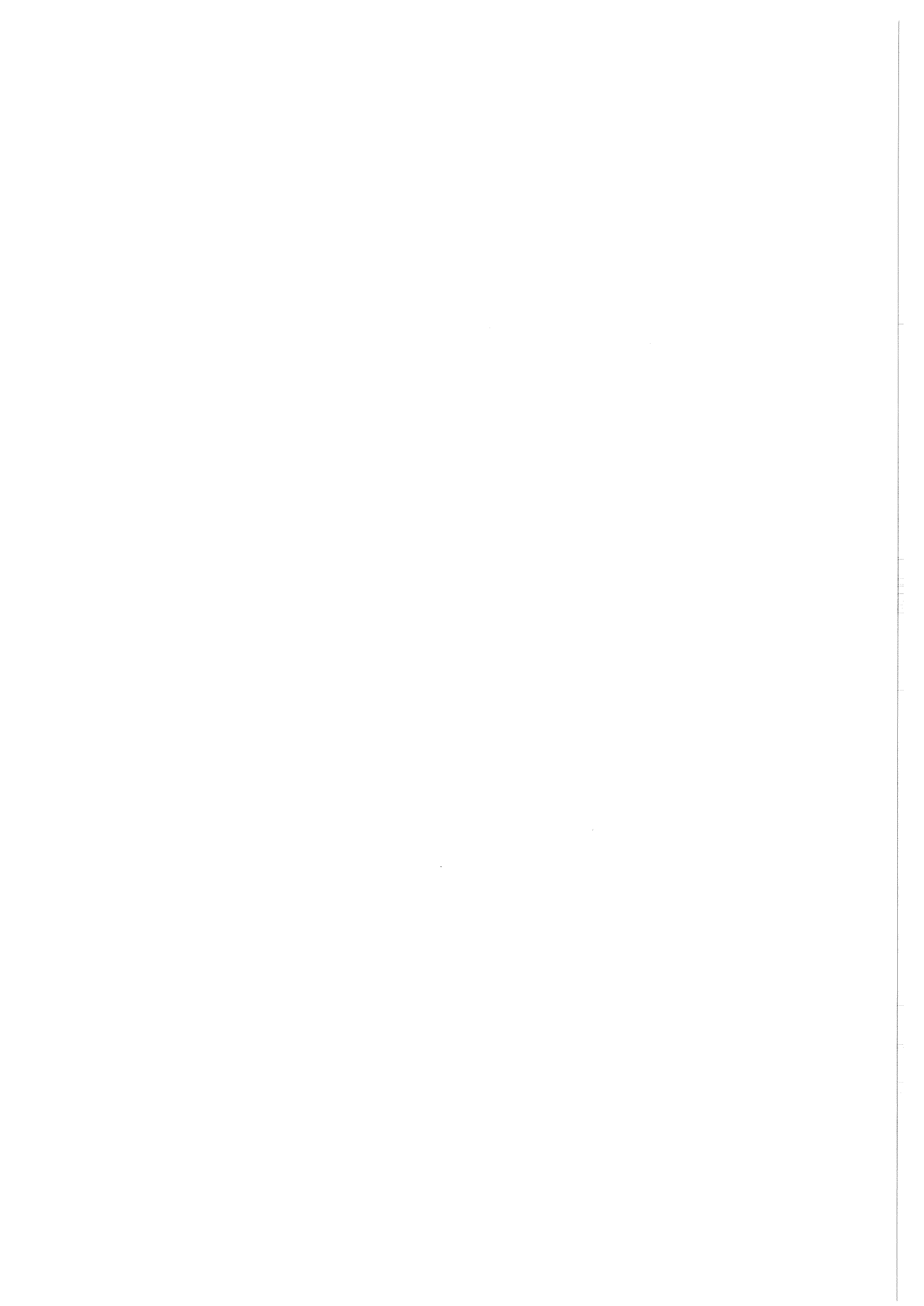


Fig 18. Försök att efter avslutad täkt efterlikna omgivande natur med sluttande mark.



### 8.3 Täkt under grundvattenytan

Täktbotten, eller en del av den, kan efter avslutad täktverksamhet komma att ligga under grundvattenytan. En grundvattensamling kan användas på ett flertal sätt som även kan kombineras med varandra. En täkt under grundvattenytan kan t ex användas till vattenreservoar för färskvatten, som bevattningsdamm för jordbruksbevattning eller för rekreation med insatt ädelfisk och/eller kräftor. Utformningen av täktsidorna är beroende av den framtida användningen. Kan man förutsäga att grundvattenytan kommer att fluktuera kraftigt och att fluktuationerna är långsamma bör stränderna som ömsom torrläggs ömsom översvämmas, göras så branta som möjligt (fig 19).

Ytan som tidvis torrläggs och dränks minimeras på detta vis. Endast ett litet fåtal arter överlever ett så kraftigt fluktuerande vattenstånd, därför kommer stränderna att förbli vegetationsfria eller näst därintill. Man kan se många exempel på verkningarna av fluktuerande vattenstånd utefter våra vattenkraftsmagasin.

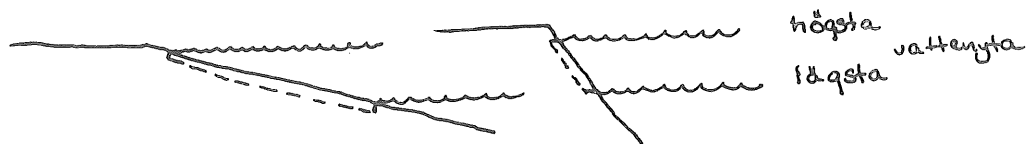


Fig 19. Fluktuerar vattenståndet kraftigt har få växtarter möjlighet att överleva i översvämningszonen. Man kan minska översvämningsytan genom att göra branta väggar.

Kommer vattenståndet att variera flera meter kan det vara lämpligt att låta klintarna stupa lodrätt ner i vattnet.

Finns däremot förutsättningar för en stabil grundvattenyta, erbjuds helt andra möjligheter. Man kan antingen terrassera kanterna och/eller slänta av med lösa jordmassor. Kombinerar metoderna kan man åstadkomma en varierad "grundvattensjö". Släntning kan i regel utföras i anslutning till av- och uppfarter från de delar av brottet som slutgiltigt kommer att ligga under vattenytan (fig 20).





Fig 20. 20-årig grundvattensjö. Det grunda vattenområdet i förgrunden utgör transportväg från de djupare liggande delarna av tåkten. Vegetation saknas. Smöjen 26/4-81.

En avslutad del av brottet ger förutsättningar för kolonisation av vattenväxter. Det ökar betingelserna för fisk och fågel att trivas i "sjön". Finmaterial och organiskt material måste föras på! (fig 21). Rensmassor från t ex diken innehåller både finmaterial och växtdelar som gör att vegetation lätt kan etablera sig i den blivande sjön.

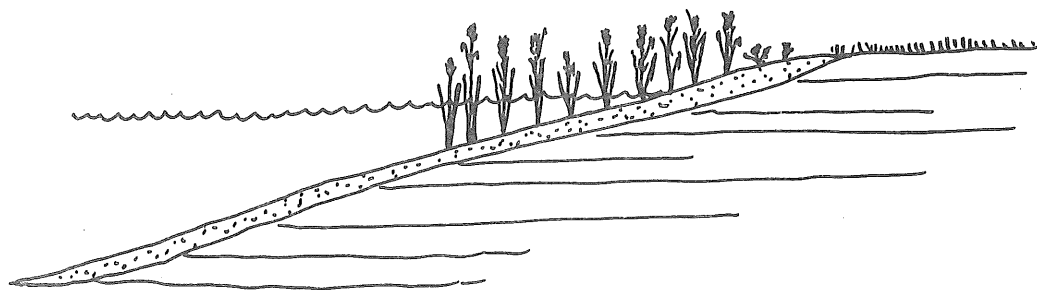


Fig 21. Fin material kan bredas ut på sluttande mark för att ge vattenväxter möjlighet att etablera sig.

Man bör sträva efter att inte göra klinten högre än ca 1 m över vattenytan och minst 5 m bred på g a olycksrisk. Även om klintkanten skrotas från sten får man räkna med att block med tiden kommer att brytas loss från berget och falla ner i vattnet (Fig 22 och 23).





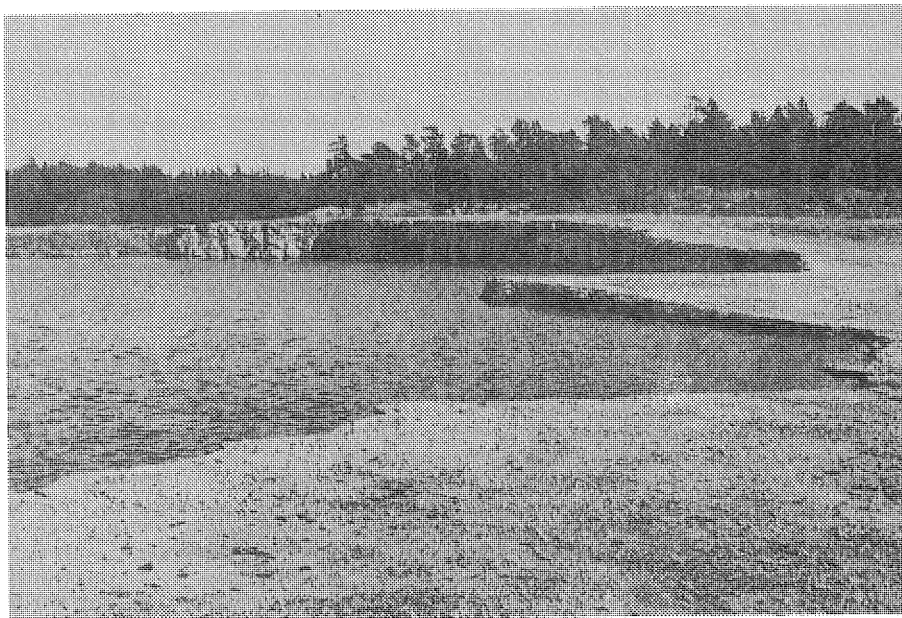


Fig 22. Vattenfyllt kalkbrott med låg pall i förgrunden. Det minskar riskerna för att en olycka skall inträffa om människor vistas i täktområdet. Smöjen 26/4-81.

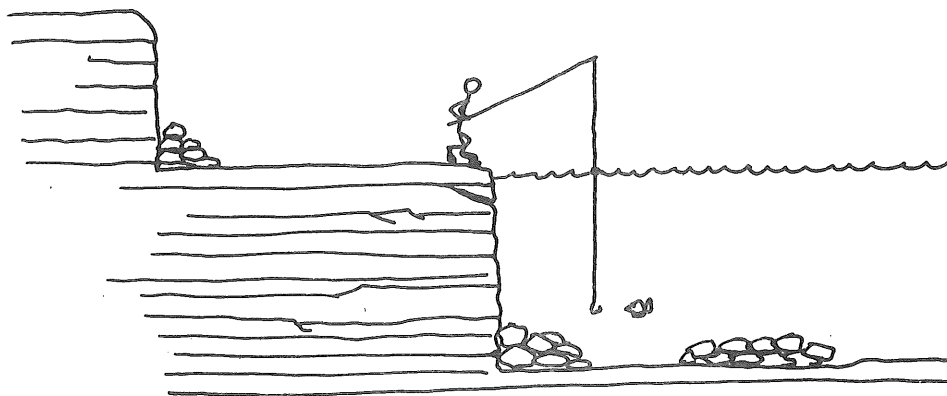
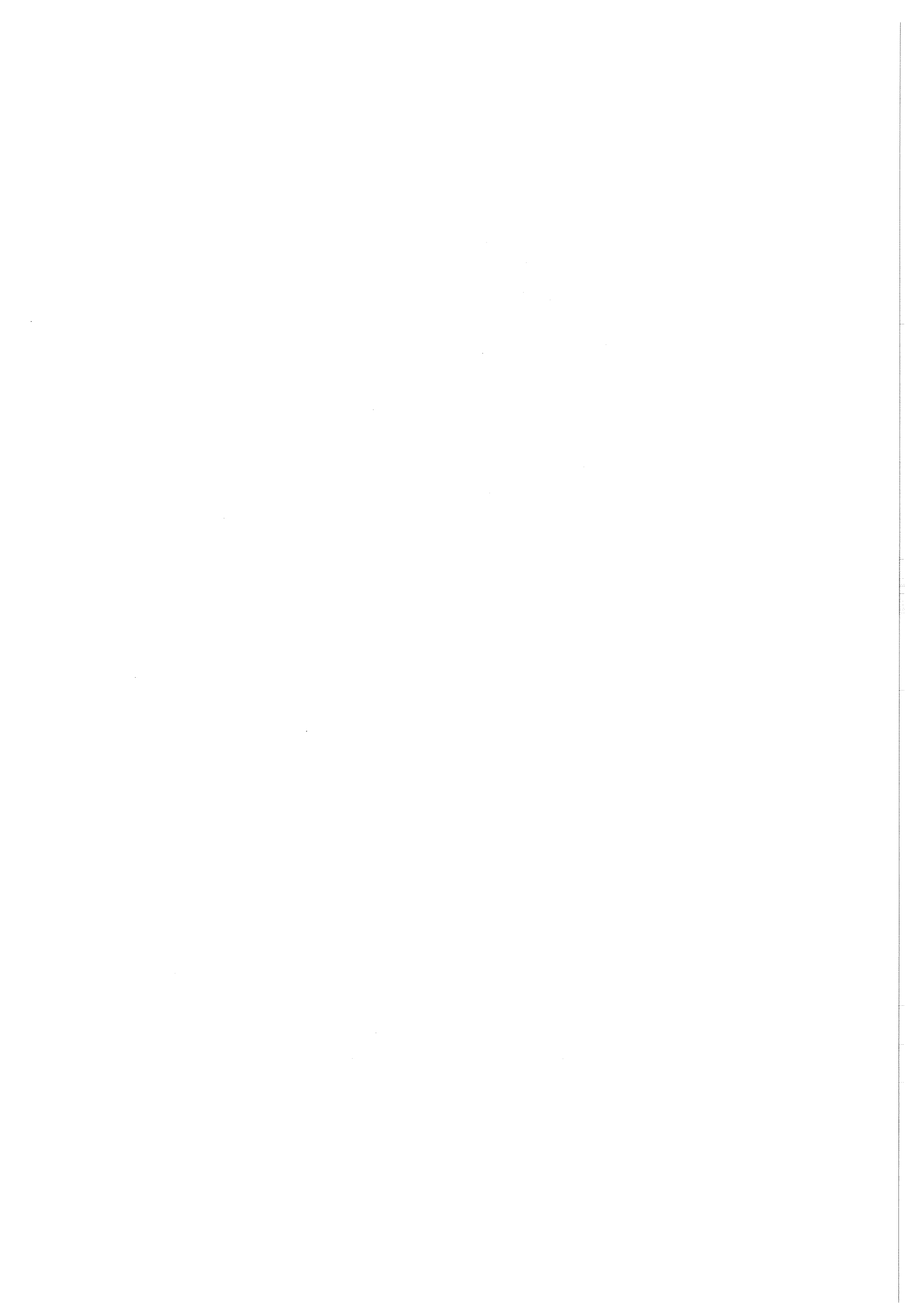


Fig 23. Skrotsten kan med fördel få ligga kvar på botten för att utgöra gömslen för fisk och kräftor.



## 9. Markuppbyggnad

Efterbehandlingsarbetet av täktbottnar och terrasser kan indelas i två steg, 1) markuppbyggnad med hjälp av ofyndigt oorganiskt material, 2) påförande av humusmaterial, s k avbaningsmassor.

### 9.1 Ofyndigt material

I de flesta stenbrott erhålls ofyndigt material som inte kan användas i produktionen. För närvarande låter exploatörerna dessa massor ligga kvar i högar eller strängar och försvårar därvid återväxten och utnyttjandet av marken efter täkt.

Sten och block som inte kommer till användning skall istället täckas över med finare material för att möjliggöra en snabb kolonisation av vegetation (fig 23). Hålrummen mellan stenarna måste fyllas för att skapa kapillära vattentransportsystem till den övriga marken. Gör man inte det kommer uttorkningen ovanför de täckta stenarna på sommaren att bli så stor att vegetationen dör.

Består det ofyndiga materialet av båda grova och finare fraktioner, läggs det grova materialet närmast bergytan och kan då utgöra ett dränerande skikt för sjunkvattenflödet (fig 24). Det finare material läggs ovanpå. Skulle inte något finmaterial finnas måste sådant föras på utifrån. Humusmängderna är så små att de inte räcker till för att kompensera det finare materialet och därmed kommer vegetationen att bli sparsam. Den uppbyggda markprofilen bör vara minst 1 m tjock för att kunna utgöra växtmedium för skog och 1/2 m för gräs/örtvegetation.

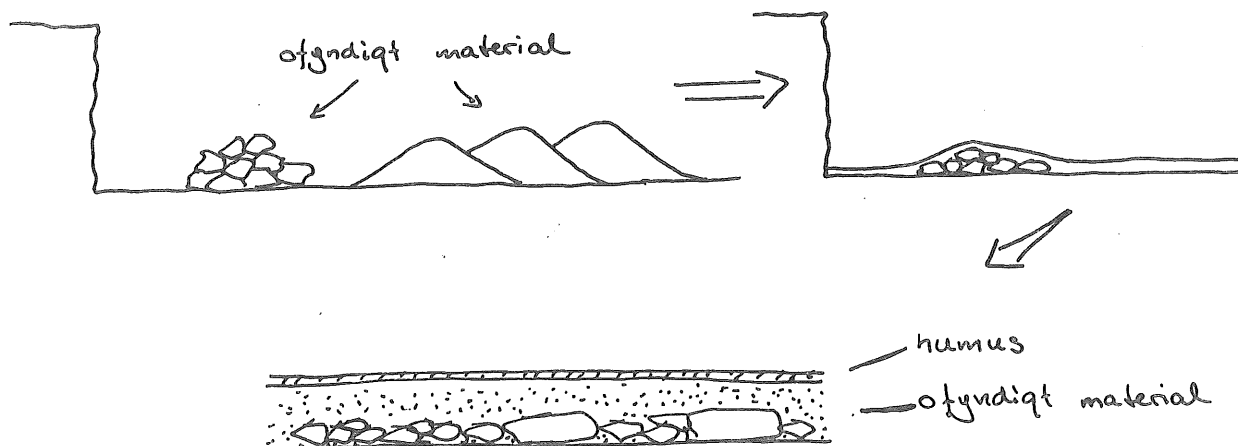
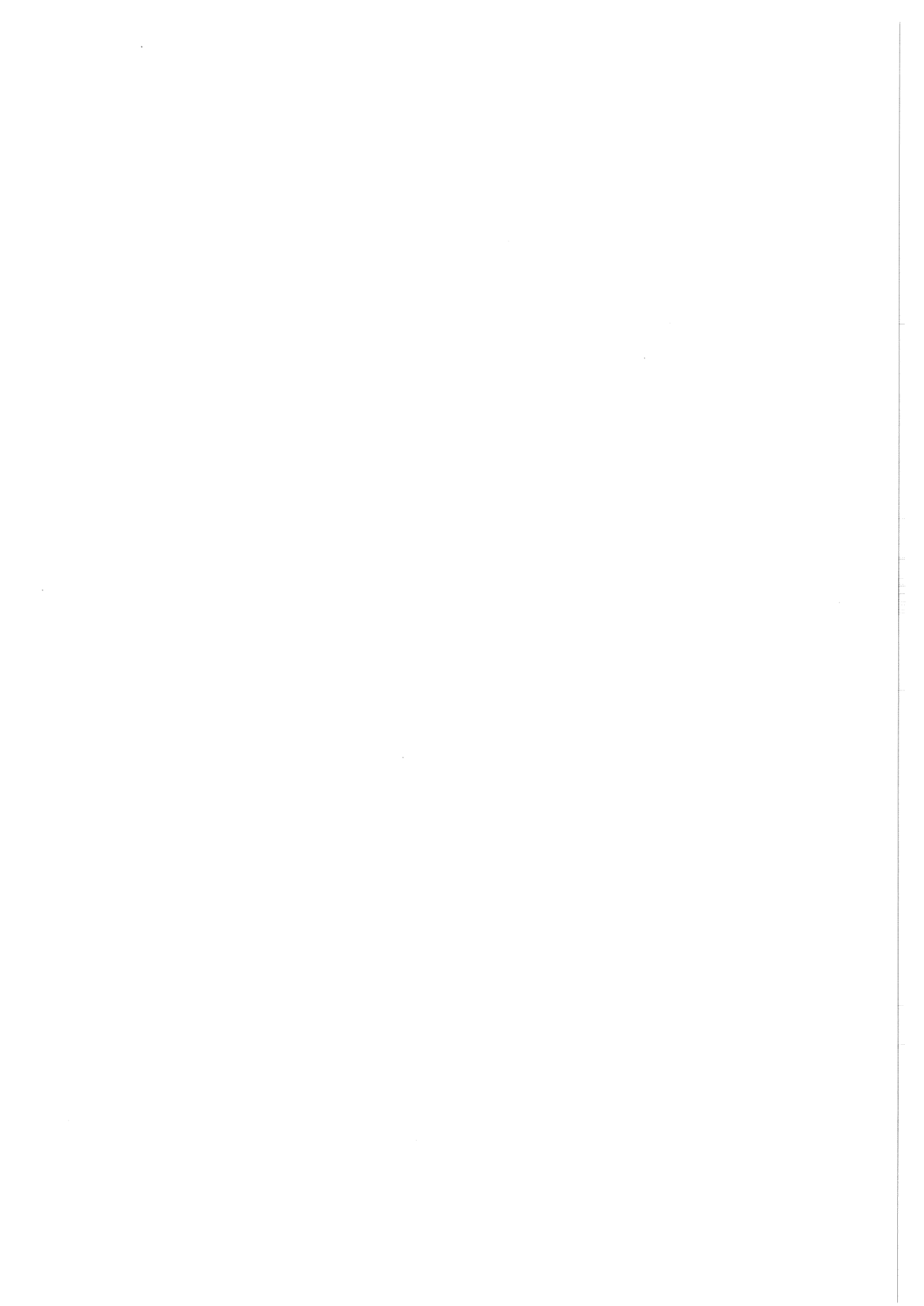


Fig 24. Ofyndigt material sprids ut över täktbotten och terrasserna. Block och sten läggs ut så att högar med branta slänter undviks. Det grövre materialet läggs närmast bergytan. Finare material jämns ut ovanpå. Därefter förs humus på.



## 9.2 Avbaningsmassor

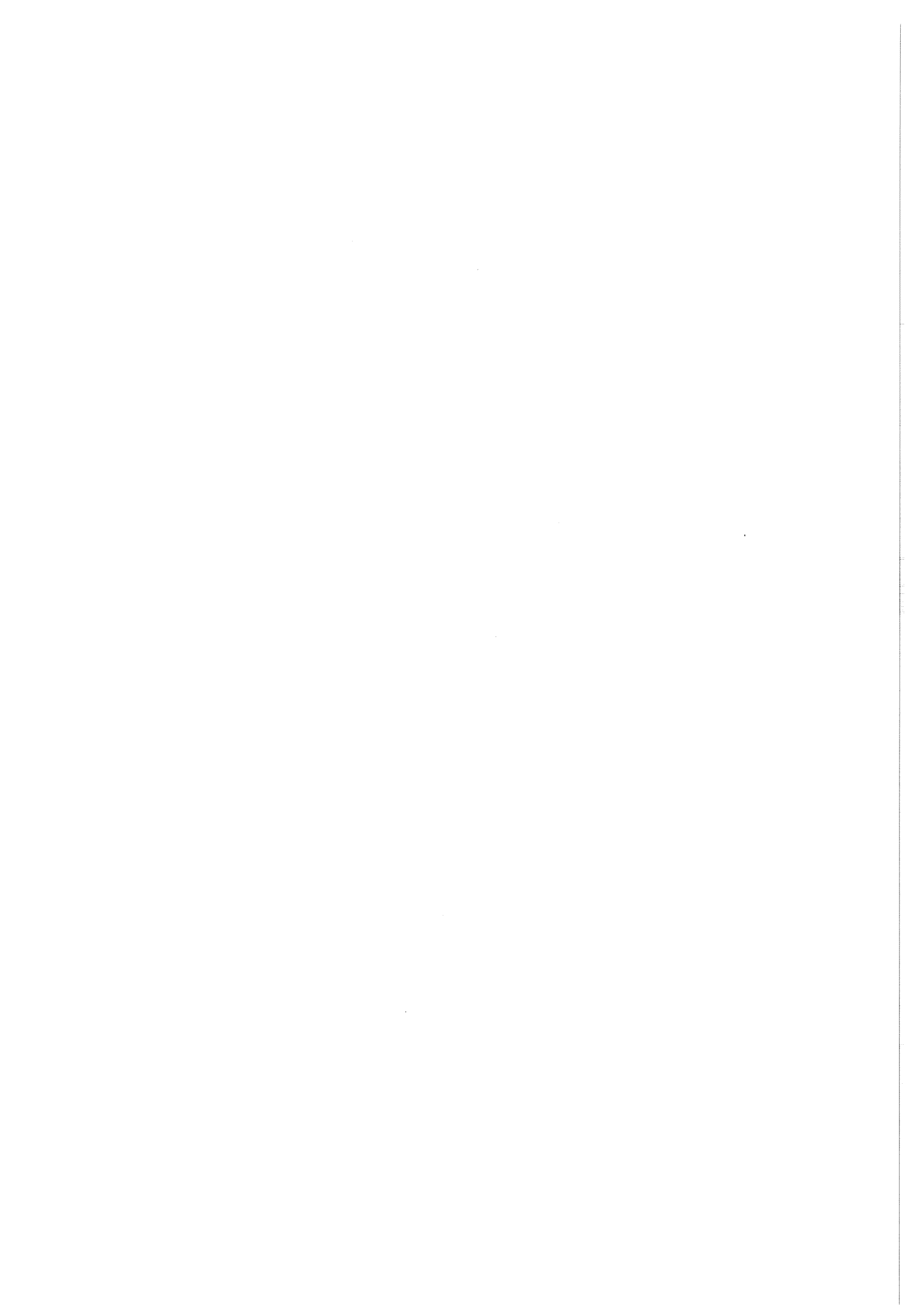
När man tar upp en täkt bör man täcka av en yta motsvarande 1-2 års produktion. Avbaningsmassorna vid bergtäkter är ofta av liten omfattning då dessa av praktiska skäl tas upp i hållmarksområden, eller i områden med tunt jordtäckte. *Det är därför mycket viktigt att ta till vara avbaningsmassorna på ett omsorgsfullt sätt.*

Läggs avbaningsmassorna upp i högar under längre tid, dör de levande växterna. En del frö överlever dock även flera års vila i upplag. Dessa växtarter brukar inte kunna konkurrera med de vanliga primärkolonisatorerna som med hjälp av lätta fröer transporteras långa avstånd med vinden. Avslutade täkter får därför en vegetation som från början - och under mycket lång tid - starkt avviker från omgivningarna. Humusen utgör även större delen av det näringsförråd som finns i marken. Det händer tyvärr ganska ofta att avbaningsmassorna flyttas flera gånger under pågående täktverksamhet. Det medför att mycket humus försvinner under arbetets gång. Dessutom sker ökad oxidation av humusen. Slutligen medför transporter av detta slag onödiga kostnader.

Av största vikt är alltså att avbaning på ett täktområde bör följas av efterbehandling av en annan täktyta. På nästa sida ges ett exempel på hur man kan planera dessa arbeten (fig 25). Vi har här förutsatt att ingen tidigare täktverksamhet har förekommit i området.

Täktverksamhet återupptas ofta i äldre stenbrott och i det läget kan avbaningsmassor från första etappen utnyttjas för att efterbehandla delar av det äldre täktområdet.

Antalet etapper anpassas naturligtvis till tidsrymden för verksamheten.



Täktområdet har indelats i 3 etapper.

1) Hela etapp 1 avbanas. Avbaningsmassorna läggs upp inom verksamhetsområdet.

2) Etapp två avbanas och delar av etapp 1 efterbehandlas. En del av första etappen utgör arbetsområde med krossanläggning och upplag. Vissa avbaningsmassor läggs upp i hög.

3) Etapp 3 avbanas och delar av etapp 2 efterbehandlas. Transportvägar och ev upplag undantas från efterbehandling i detta skede.

4) Etapp 3 är utbruten och avbaningsmassorna förs på, varefter ej efterbehandlade delar av etapp 2 och 1 slutbehandlas.

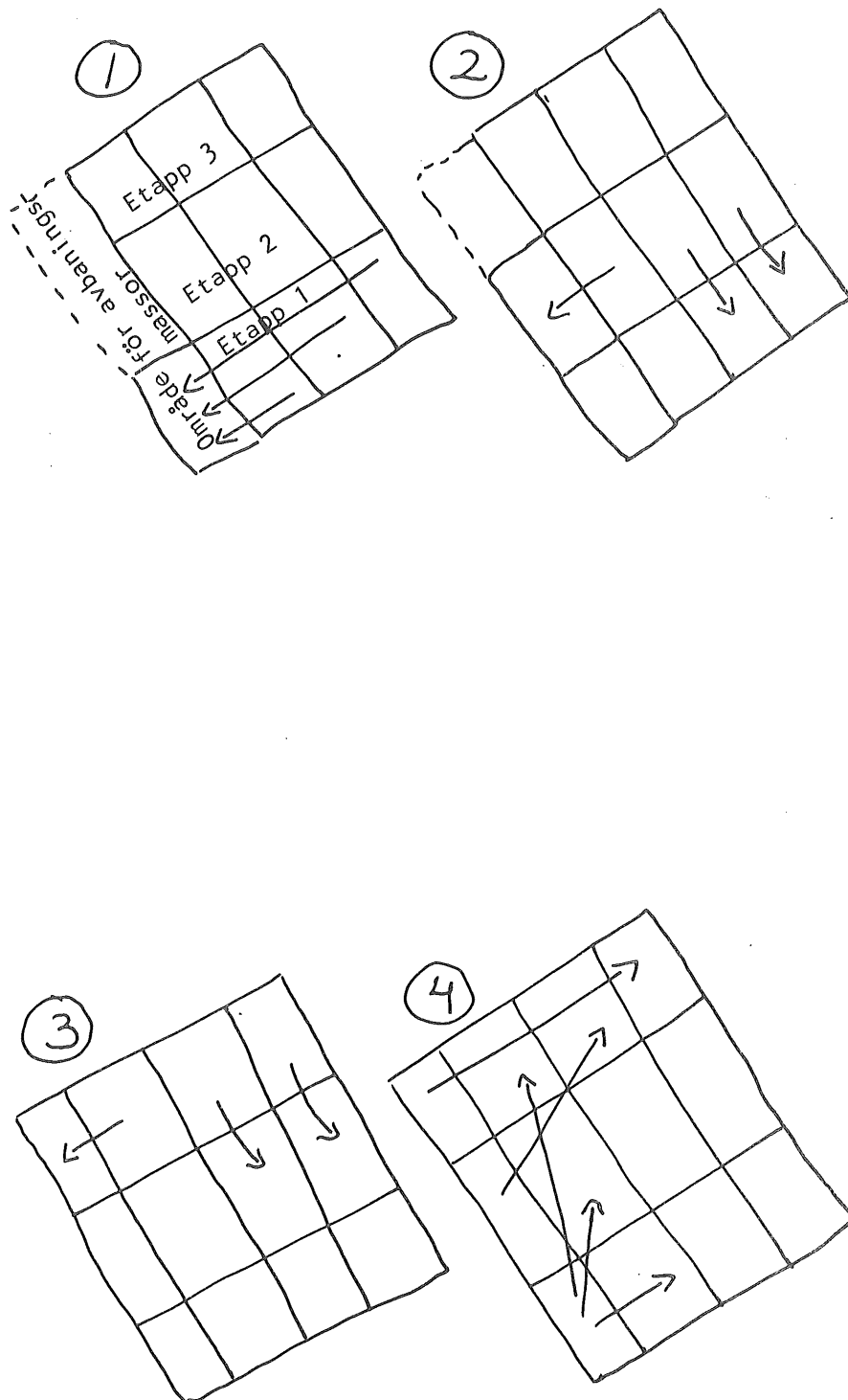
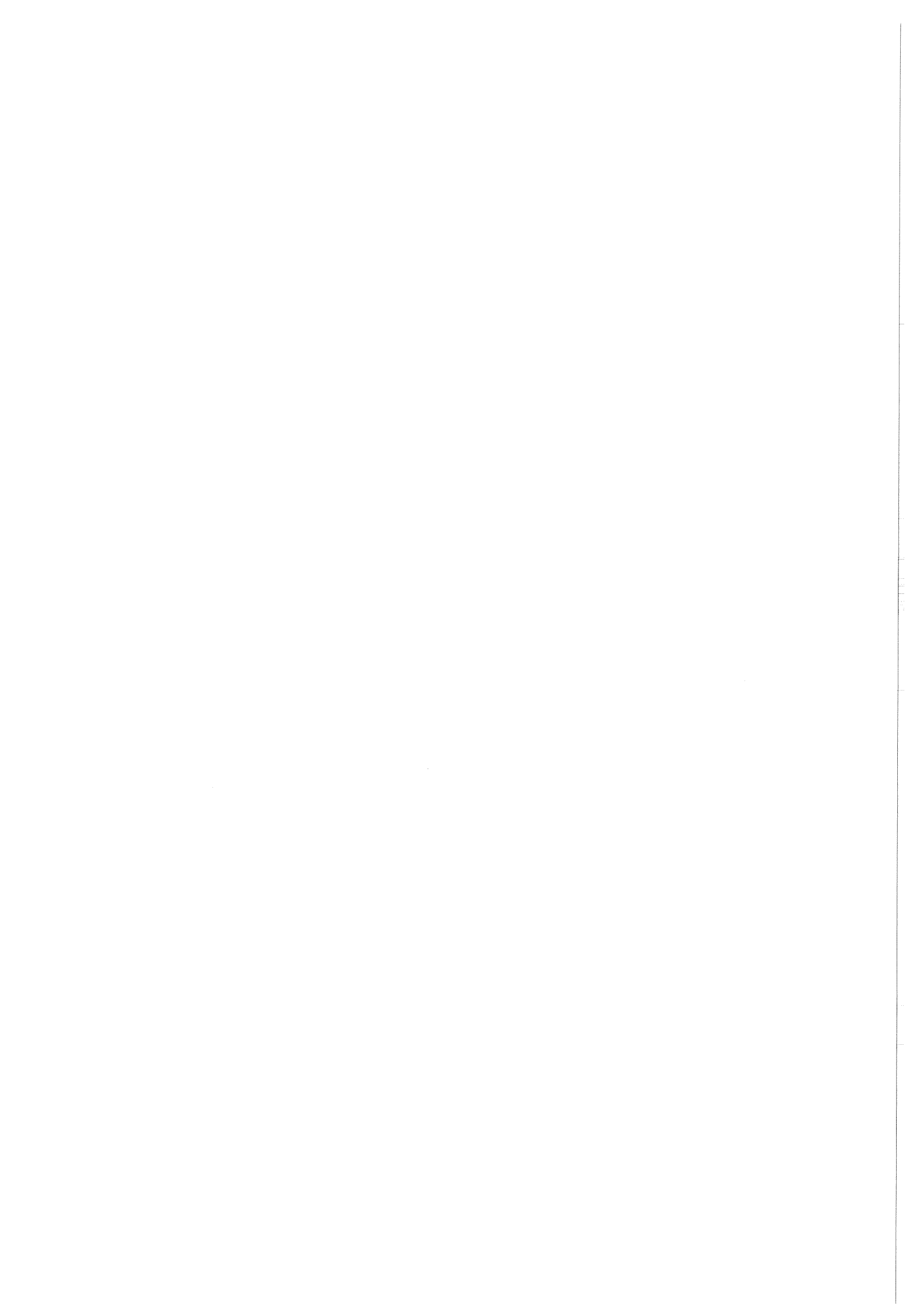
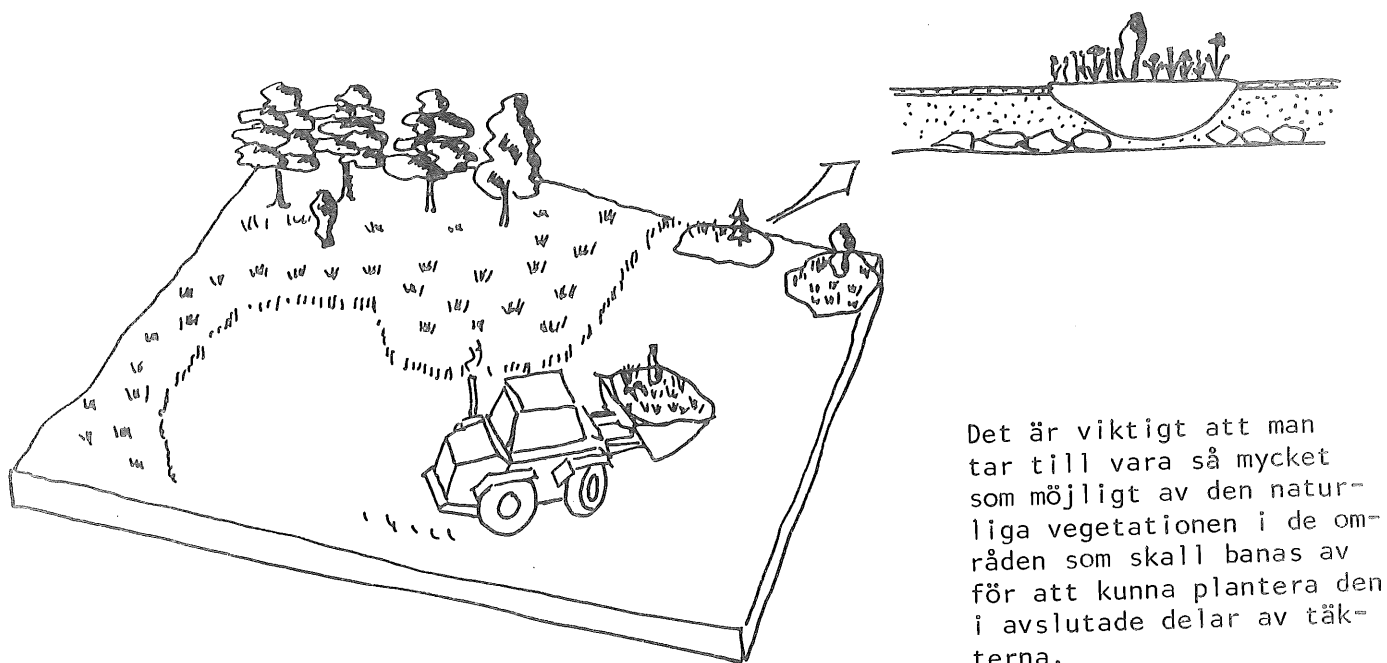


Fig 25. Principskiss över planering av avbaning och efterbehandling av täktområde.





I samband med att ett område avbanas kan vegetation flyttas med skopar ner i den avslutade delen av täkten.

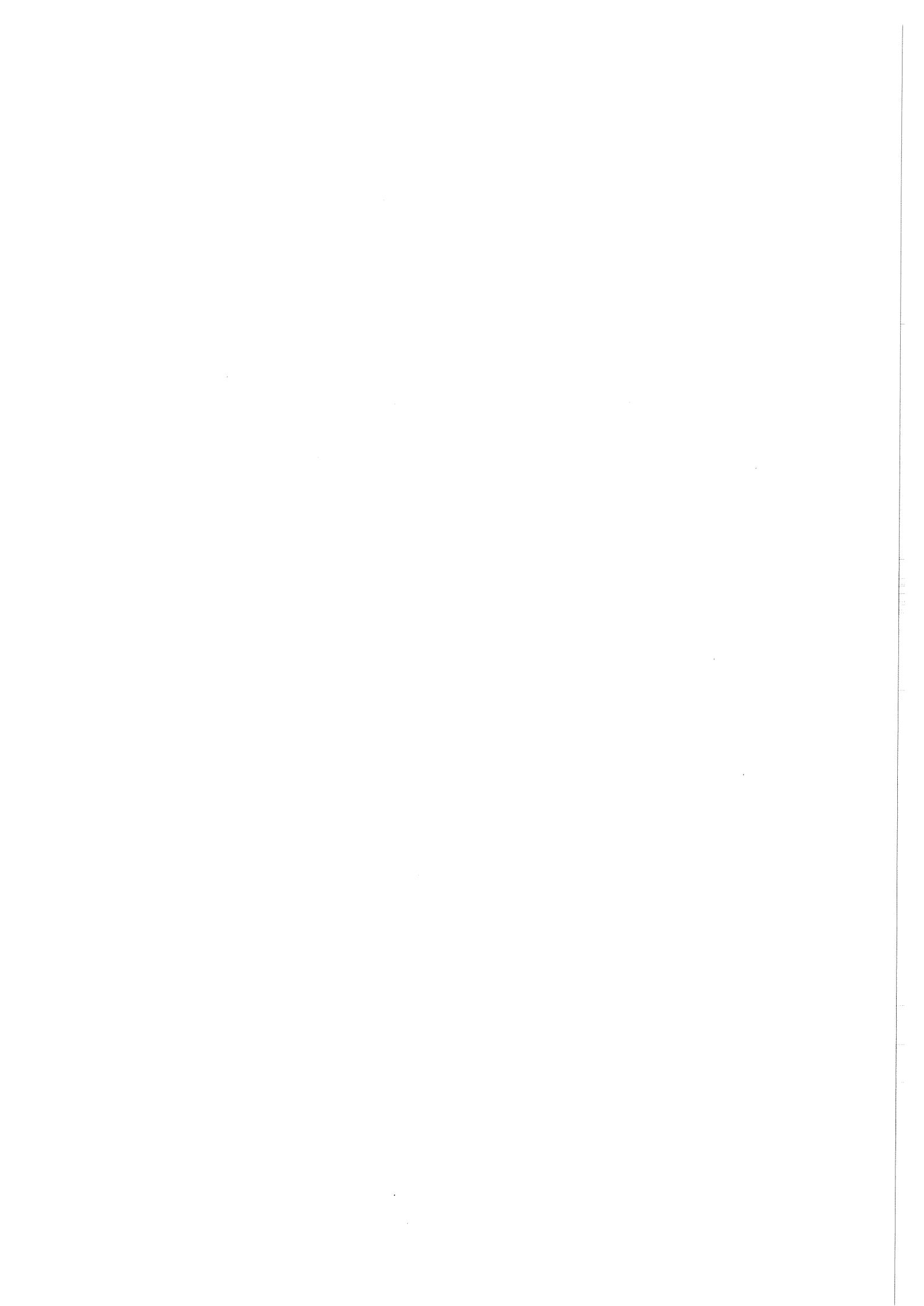


Det är viktigt att man tar till vara så mycket som möjligt av den naturliga vegetationen i de områden som skall banas av för att kunna plantera den i avslutade delar av täkterna.

Fig 26. Vegetation kan flyttas från ett område som avbanas till ett som skall efterbehandlas.

Vid täkt under grundvattenytan används det bästa humusmaterialet till efterbehandling av de ytor som ligger ovan den kommande vattenytan. Sämre material kan utnyttjas för att bygga upp en mjukbotten i någon del av täkten. Botten bör inte ligga mer än 1,5 - 2 m under vattenytan.

Skall en del av täktområdet efter avslutad täkt användas för annat ändamål än naturmark, byggs marken upp efter dessa behov. Det är angeläget att markens framtida utnyttjande anges redan vid planeringen av täkt så att t ex humus och vegetationselement påförs där de kan fortleva.



## 10. Näringsstatus och gödsling

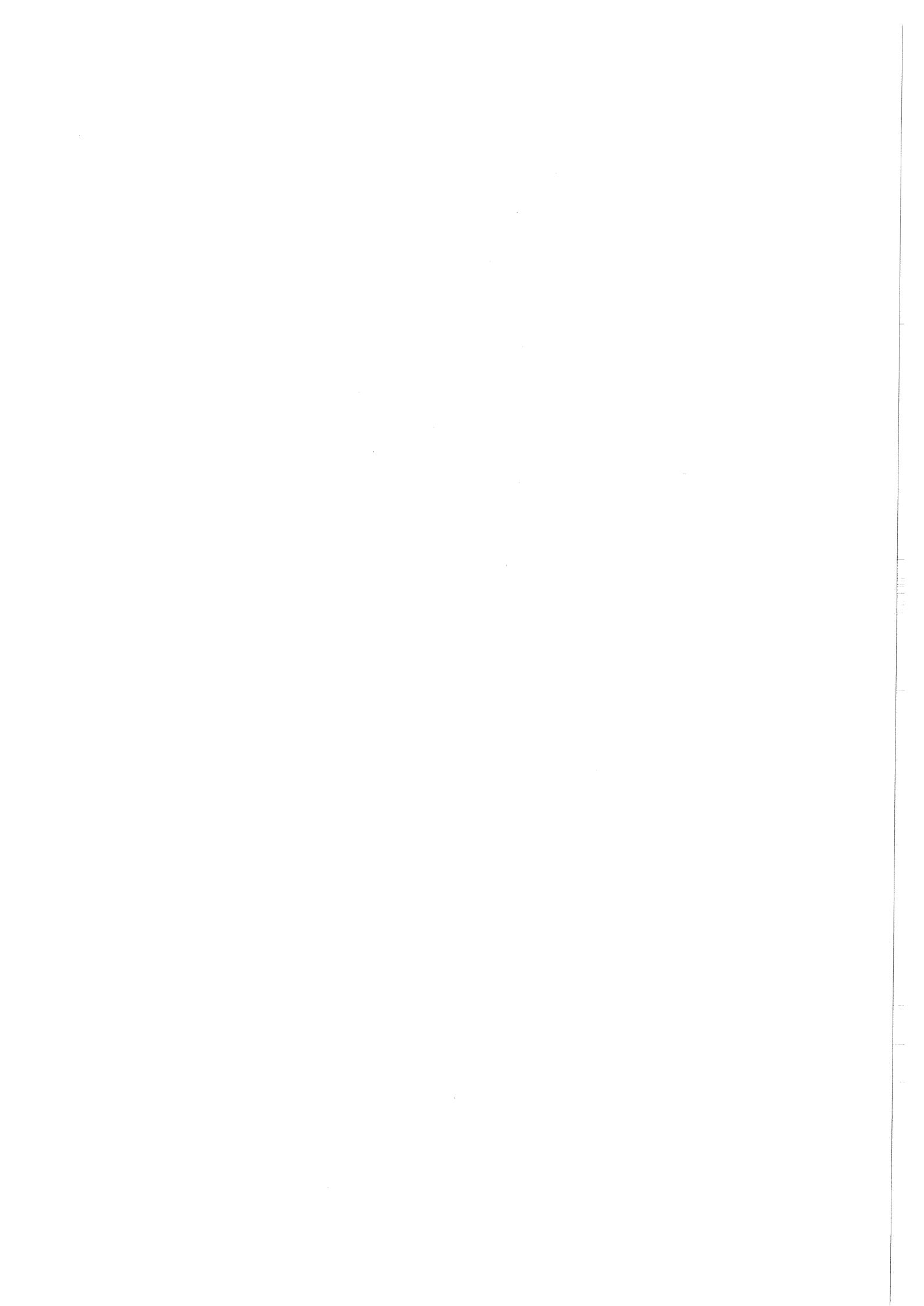
De för växterna nödvändiga näringsämnen finns i stor utsträckning bundna vid de organiska partiklarna i marken. I avslutade kalkbrott saknas i hög grad organiskt material och grova fraktioner med låg näringskapacitet utgör ofta huvudinslaget av marken. I många avslutade brott saknas i stort sett helt finmaterial. Kalkbrott är i stort sett mycket torra växtlokaler med liten årlig tillväxt av vegetation. Den långsamma tillväxten beror i huvudsak på näringsunderskott, extrema klimatiska faktorer och starkt fluktuerande vattenförhållanden. Genom tillförande av näringsämnen - oftast i form av handelsgödsel - kan markens dåliga näringsstatus i vissa fall förbättras.

För att kunna beräkna en eventuell gödselgivas storlek vid revegetering i avslutade täkter, bör vägledande jordanalyser utföras. Jordens kornstorleksfördelning bestäms genom mekanisk analys.

Kväveinnehållet i marken förekommer huvudsakligen organiskt bundet i humus, förna och de levande organismerna. I de blottlagda ytorna efter avslutad täkt saknas humus helt eller förekommer i mycket ringa omfattning, varför kvävetillgången är ytterst liten.

Kvävet binds bl a till de kolloidala partiklarna i marken och då dessa finns i mycket små mängder urlakas en stor del av det genom gödsling pålagda kvävet. Läckage av kväve - i form av nitrat - till grundvattnet utgör ett särskilt problem i grova jordar (Wiklander 1977), varför kvävegödselmedel måste användas med stor försiktighet. Flera vattentäkter ligger i nära anslutning till pågående eller avslutade kalkbrott.

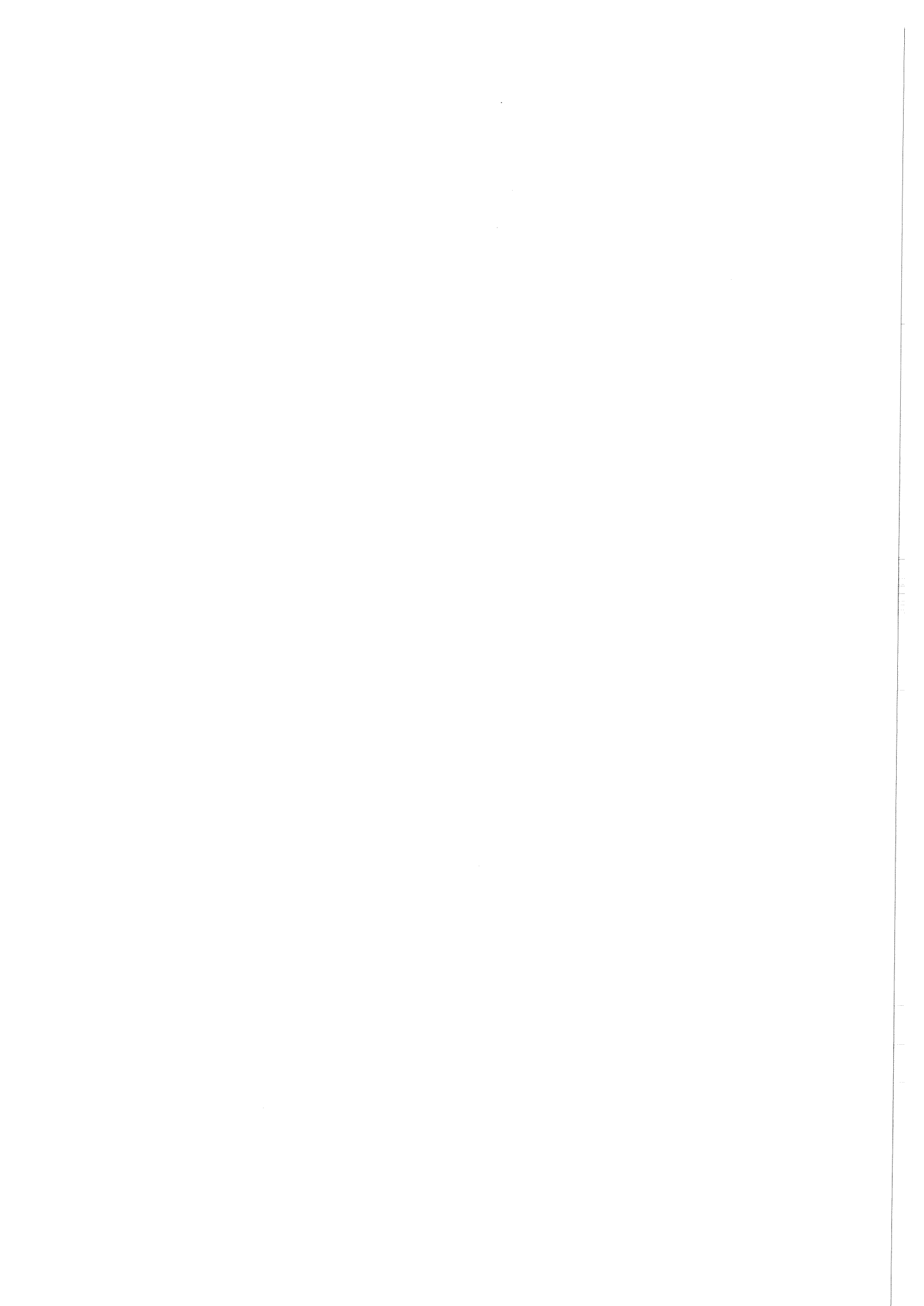
Fosfor binds liksom kväve och kalium till stor del till de kolloidala partiklarna i marken, men även till mineralkornen. Urlakningen av fosfor blir ofta liten då den binds hårt i marken och det medför att det kalium som tillförs med gödsling, som inte kan bindas, går i lösning i markvätskan. Om regn uteblir för en längre tid kommer salterna inte att lakas ur. Jonkoncentrationen i markvätskan kan bli så hög att den blir otjänlig för vegetationen. Växtrötterna utsätts för "brännskador".



Ett fullgödselmedel med hög kvävehalt bör användas vid gödsling, t ex NPK 20-5-9. Gödselgivan måste hållas låg p g a:

- att vid för hög gödselgiva kan växterna vid god väderlek tillfälligtvis tillväxa utöver den gräns som vattentillgången medger, varefter växterna vid sämre nederbördsförhållanden dör av torka
- att jonkoncentrationen i markvätskan vid en hög gödselgiva kan bli för stor med tillväxthämningar och död av vegetation som följd
- att marken genom brist på organiskt material har begränsad förmåga att binda påförd näring varigenom urlakningen av särskilt kväve blir stor med risk för skador på grundvattnet.

Gödselgivans storlek beror på vilka förutsättningar marken har att binda näringen men generellt kan sägas att då gödsling sker skall givorna hållas låga. 1-2 kg/100 m<sup>2</sup> i jordar med små mängder finmaterial kan vara tillräckligt. Gödsel kan med fördel påläggas två veckor efter sådd av gräs och örter. Någon eller några övergödslingar kan även göras under den första hela vegetationsperioden. Gödselgivan bör vara högst 1-2 kg/100 m<sup>2</sup>. Gödsling bör helst utföras i fuktig väderlek men inte då stora regnmängder kan förväntas. Gräs/ört-ytan lämnas därefter att klara sig själv. Sås en yta på sensommar/höst bör man inte gödsla förrän påföljande vår. Mark som enbart planteras med träd bör inte gödslas under de första åren efter plantering, då risken för läckage av gödselmedel till grundvattnet är allt för stor. Rotsystemen bör utvecklas innan gödsling används. Ammonium eller urea används i de fall kvävegödselmedel tillgrips och inte kvävenitrat, då risken är stor för urlakning.



## 11. Plantering och sådd

Vilken typ av vegetation man bör välja för en avslutad stentäkt beror dels på hur marken skall användas i framtiden, dels på näringsförhållandena samt vegetationen runt täkten. Stora kalkbrott är som beskrivits ovan mycket besvärliga växtplatser för spontant koloniserande vegetation, därför måste någon form av växtmaterial tillföras.

### 11.1 Plantering av träd

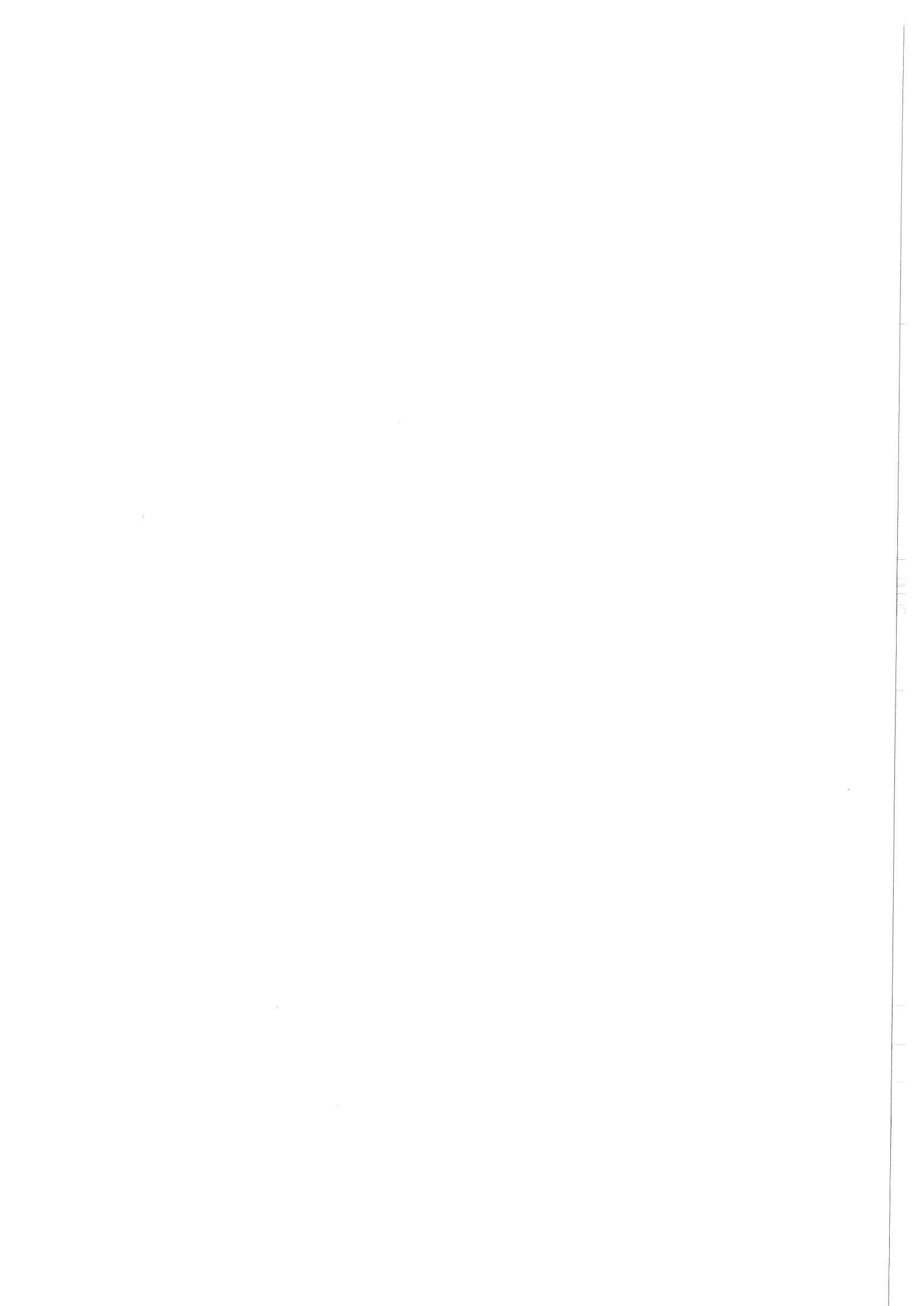
Om en täkt skall återföras till skogsmark planterar man vanligtvis tall. Planteringen bör ske antingen tidigt på våren, sensommaren eller hösten. Då har plantorna de bästa förutsättningarna att etablera sig.

Normalt använder man plantor som dragits upp i paper-pots. Plantorna bör inte vara högre än 30 cm, eftersom de annars lätt kan skadas av vinden. Det är även viktigt att man använder kraftiga plantor. Man bör vara noga med att välja rätt provinens - plantans ursprung - helst från en plats norr om planteringsytan och med god torkhärdighet. Före planteringen bör plantorna förvaras så kort tid som möjligt i täkten och på skuggigt ställe. På extremt torra ställen - t ex sydexponerade lokaler och mark med grovt material - är det bättre att sätta bar-rotade tallplantor i stället för plantor i paper-pots. Om torven i en paper-pot blivit helt uttorkad stöter den ifrån sig vatten till en början. Detta medför att nederbörden inte kommer plantorna tillgodo om det faller små regnmängder.

Tallplantorna bör sättas med ca 2 m förband, men det är naturligtvis viktigt att följa markens naturliga förutsättningar.

Är risken stor för ett dåligt planteringsresultat kan plantorna sättas tätare. I efterhand får sedan gallring göras om tallarna växer för tätt.

Terrasser och täktbottnar kan planteras med inslag av rönn, ek och oxel om dessa arter växer i omgivningarna. Dessa arter har stor förmåga att utvärda hårda torka och inslaget av lövträd ger ett mer varierat täktområde. Det kan vara naturligt att ta till vara växtmaterial från avbaningsytor och flytta in i täktområdet på det vis som förut beskrivits.





## 11.2 Sådd av gräs och örter

Undersökningen av spontant igenväxande täkter visar att återväxten går mycket långsamt och att marken bara till viss del täcks av vegetation. Som ett komplement till plantering av träd och utplacering av vegetations-element från avbanade områden måste sådd av gräs och örter tillgripas.

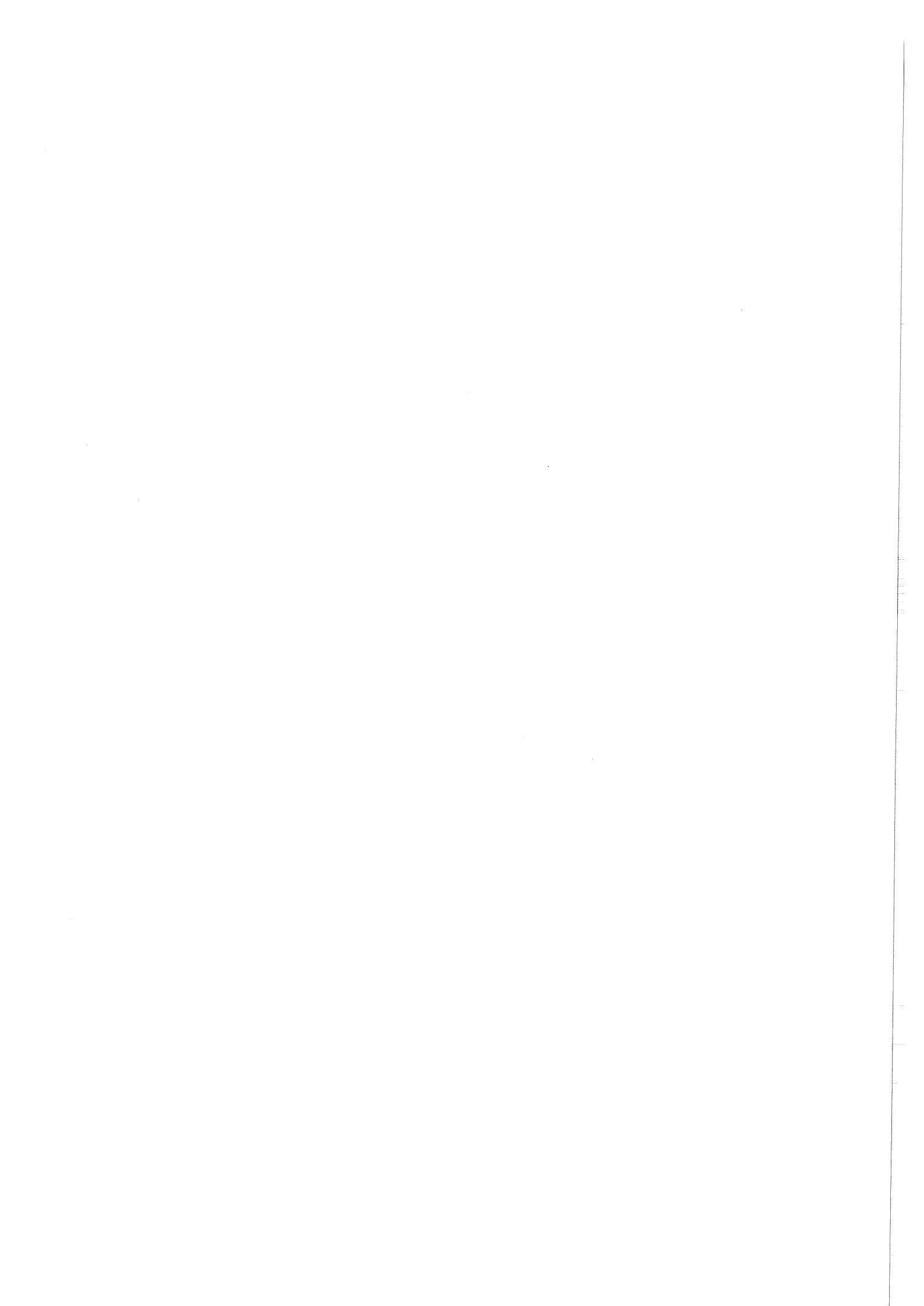
Gräsen intar en dominerande ställning bland de fröer som finns tillgängliga i handeln. Rödven, storven, krypven, rödsvingel och fårsvingel är mest lämpade vid sådd i avslutade bergtäkter. Smalbladig ängsgröe och grusslok går tyvärr inte att köpa, då de ansetts sakna kommersiellt värde. Den senare utgör ett dominerande inslag på kalkhällarna och i igenväxande kalkbrott.

Tabellen ger exempel på olika fröblandningar, vattentillgången avgör vilken man skall välja.

Fröer	vattentillgång	
	god	dålig
Rödven ( <i>Agrostis tennis</i> )		15 %
Storven ( <i>Agrostis gigantea</i> )	30 %	15 %
Krypven ( <i>Agrostis stolonifera</i> )	20 %	
Rödsvingel ( <i>Festuca rubra</i> )	30 %	30 %
Fårsvingel ( <i>Festuca ovina</i> )	20 %	40 %

De flesta gräsarter har p g a den extrema miljön svårigheter att etablera sig i bergtäkter. Därför bör man använda ca 1,5 kg frö per 100 m<sup>2</sup>. Man kan dela upp fröet på två såtillfällen för att öka chansen för god etablering. Det bästa resultatet uppnås om man sår på sensommaren och hösten. Den flera månader långa milda hösten gör att fröet hinner etablera sig väl innan vintern. Sådda ytor gödslas våren därpå för att hindra läckage av gödselmedel till grundvattnet.

Om man anser sig tvungen att så på våren, t ex för att minska vinderosionen, bör man göra det så snart som möjligt efter snösmältningen. Ytorna gödslas 2-3 veckor efter sådden. I östra Sverige är det stor risk för försommartorka varför fröet måste hinna etablera sig innan torkan kommer.



Som tidigare nämnts finns inte grusslok att tillgå i handeln, men den är mycket vanlig på Gotland, varför det inte bereder några svårigheter att samla frö från tåkternas omgivningar för att sedan sprida i de avslutade delarna av bergtäkterna. Kanske kan det vara sommarjobb för några skolungdomar?

För att få en snabbare etablering av örter kan dessa också sås ut. Då fröet är relativt dyrt kan sådd göras fläckvis, så att kolonisationskärnor skapas. Därifrån kan sedan örterna sprida sig vidare.

Följande arter är exempel på örter och gräs som etablerar sig väl i avslutade kalkbrott.

Backtimjan	smultron
brunört	vitklöver
gråfibbla	älväxing
småfingerört	ängshavre

I stället för att så dessa arter kan man med fördel plantera hela plantor.

För att möjliggöra en snabbare återväxt i avslutade bergtäkter kan som tidigare nämnts vegetation flyttas in i tåkter med hjälp av lastmaskin. Vegetationen kommer att utgöra kolonisationskärnor varifrån växterna kan sprida sig. (fig 27).

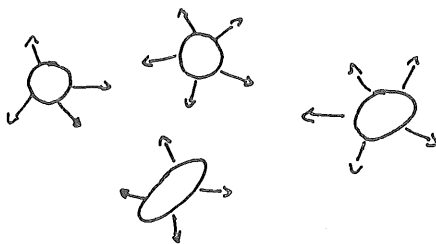
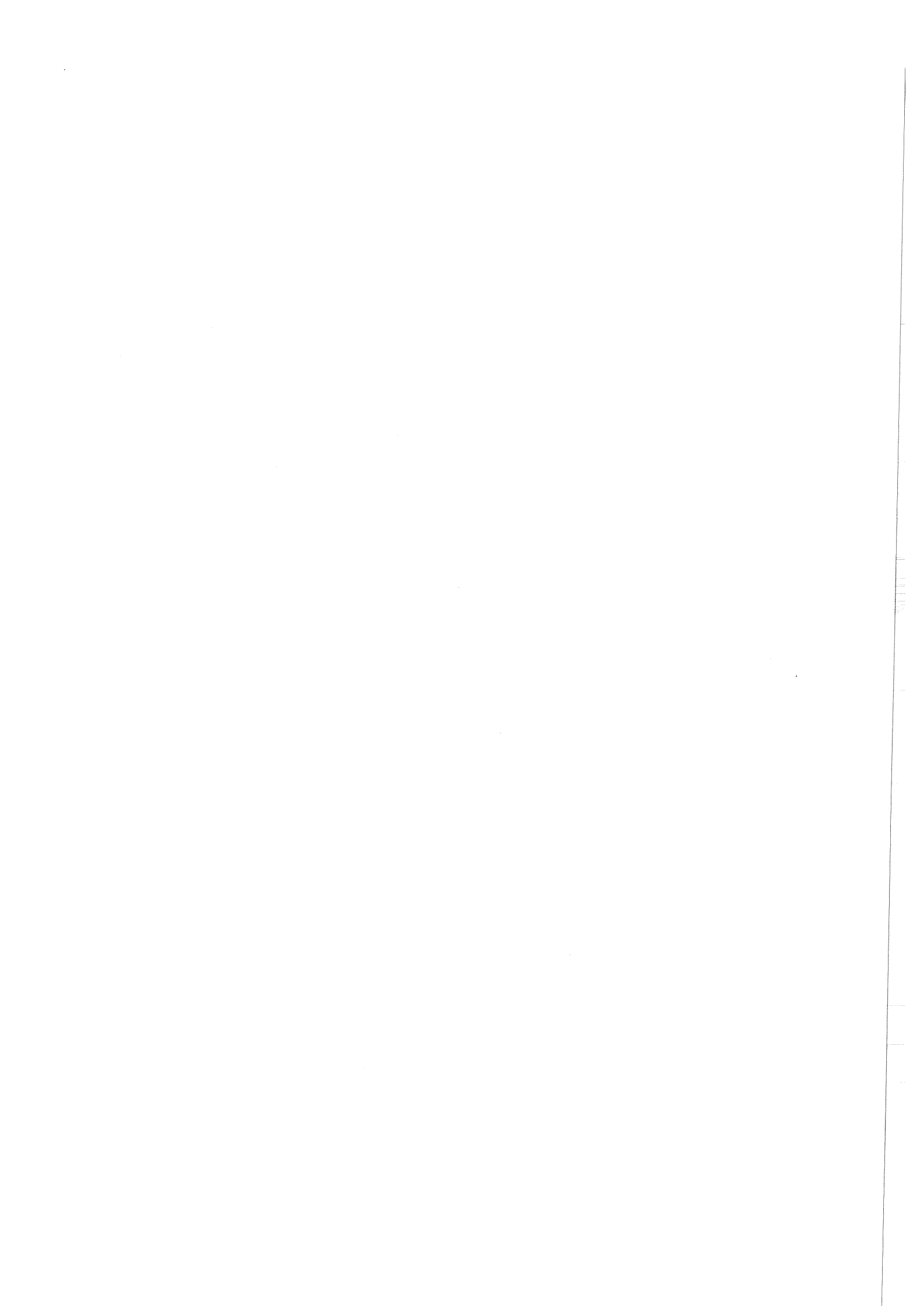


Fig 27. Vegetation som inflyttas från omgivningen till tåkten utgör kolonisationskärnor varifrån arten sedan snabbt kan sprida sig.

På så vis kan igenväxningen fås att gå mycket snabbare. Dessutom ger man det för området naturliga växtmaterial möjligheter att föröka sig i täktområdet.



12. Litteratur

- Borgegård, S-O: Vegetationsutveckling i avslutade grus- och sandtäkter (opubl)
- Återväxt i grustäkt - sånings- och gödslingsförsök i Rotebro. Medd fr Växtbiol inst 1978:3
  - Återväxt i grustäkt. Sånings- och gödslingsförsök i Rotebro 2. Medd fr Växtbiol inst 1979:6
  - Ny grönska efter grustäkt SNV PM 1325, 1981
  - Berg och grus för Visby behov. Länsstyrelsen, Gotlands kommun. 1983.
- Bradshaw, H D & Chadwick, M J: The restoration of Land. 1980
- Calvert, M. & Radne, B.: Industriminnesinventering (opubl)
- Du Rietz, E.: Gotlandische Vegetationsstudien. Sv Växtsoc. Sällsk. Handl. 1925
- Hesselman, H.: Vegetationen och skogsväxten på Gotlands hällmarker. Medd fr Statens skogsförsöksanstalt. 1908
- Om förekomsten af rutmark på Gotland. G.F.F Bd 37 nr 5. 1915
- Königsson, L-K: The Holocene History of the great alvar of öland. Acta Phytogeogr. Suecica 55. 1968
- Lid, J: Norsk og svensk flora, 2:a utgåva 1974
- Munthe, H., Way-Matthiesen, L. & Hansson, H. Om kalkindustrien på Gotland. 1945
- Pettersson, B.: Dynamik och konstans i Gotlands flora och vegetation. Acta Phytogeogr. Suecica 40. 1958
- Pettersson, B. & Curry-Lindahl, K.: Natur på Gotland. 1946
- Romell, L-G.: Växternas spridningsmöjligheter. Ur växternas liv band 4. 1938
- Sterner: Ölands växtvärld. 1926
- Tuhkanen, S: Climatic Parameters and Indices in plant Geography. Acta Phytogeogra. Suecica 67. 1980
- van der Pijl L: Principles of Dispersal in Higher Plants. Springer Verlag. 1982
- Wiklander, L: Leaching of plant nutrients in soils, IV. Acta Agriculturae Scandinavica 1977
- Åkerblom, M: Kalkbrottsinventering. Länsstyrelsen i Gotlands län (opubl)
- Översiklig naturinventering. Geologi. Länsstyrelsen i Gotlands län. 1978

