

Natursten

– som bygg- och anläggningsmaterial

© Kurt Johansson

Landskapsutveckling, SLU, Alnarp
StenForsk, Kristianstad
2011



Natursten

som bygg- och anläggningsmaterial



ger stora
MÖJLIGHETER
men
har vissa
BEGRÄNSNINGAR

Här görs endast några begränsade snabba nedslag i ämnet

*En naturstensprodukt är tillverkad av natursten tagen
som ett helt stycke från ett helt block ur berggrunden*



Natursten som bygg- och anläggningsmaterial

Fasadplattor



Uthållig
beklädnad

Portal



Uthållig
konstruktions
detalj

Stödmur



Uthållig
konstruktion

Trappa



Uthållig
konstruktion



Torgmiljö

Uthålligt
beläggingsmaterial
(outslitligt)



Park

Uthålliga
konstruktions
detaljer



Begravningsplats

Bestående minnes-
märke över anförvant



Skulptur

Bestående
monument



Inredning

Beklädnad håller
husets livslängd

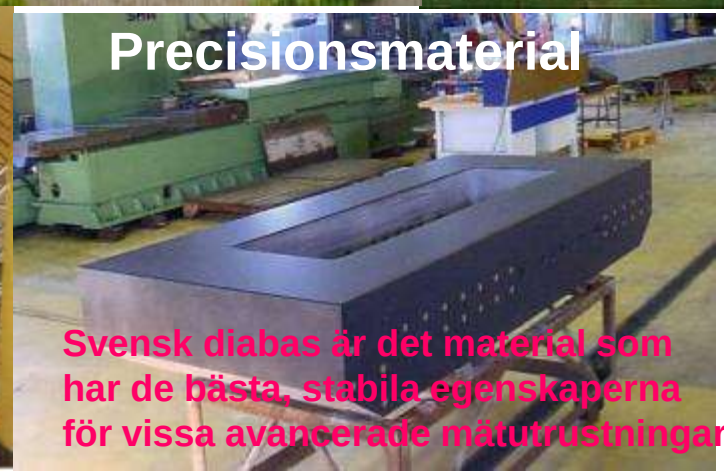


Golv

Beklädnad med
lång livslängd,
miljövänligt
underhåll



Trappa



Precisionsmaterial

Svensk diabas är det material som
har de bästa, stabila egenskaperna
för vissa avancerade mätutrustningar

Vitruvius

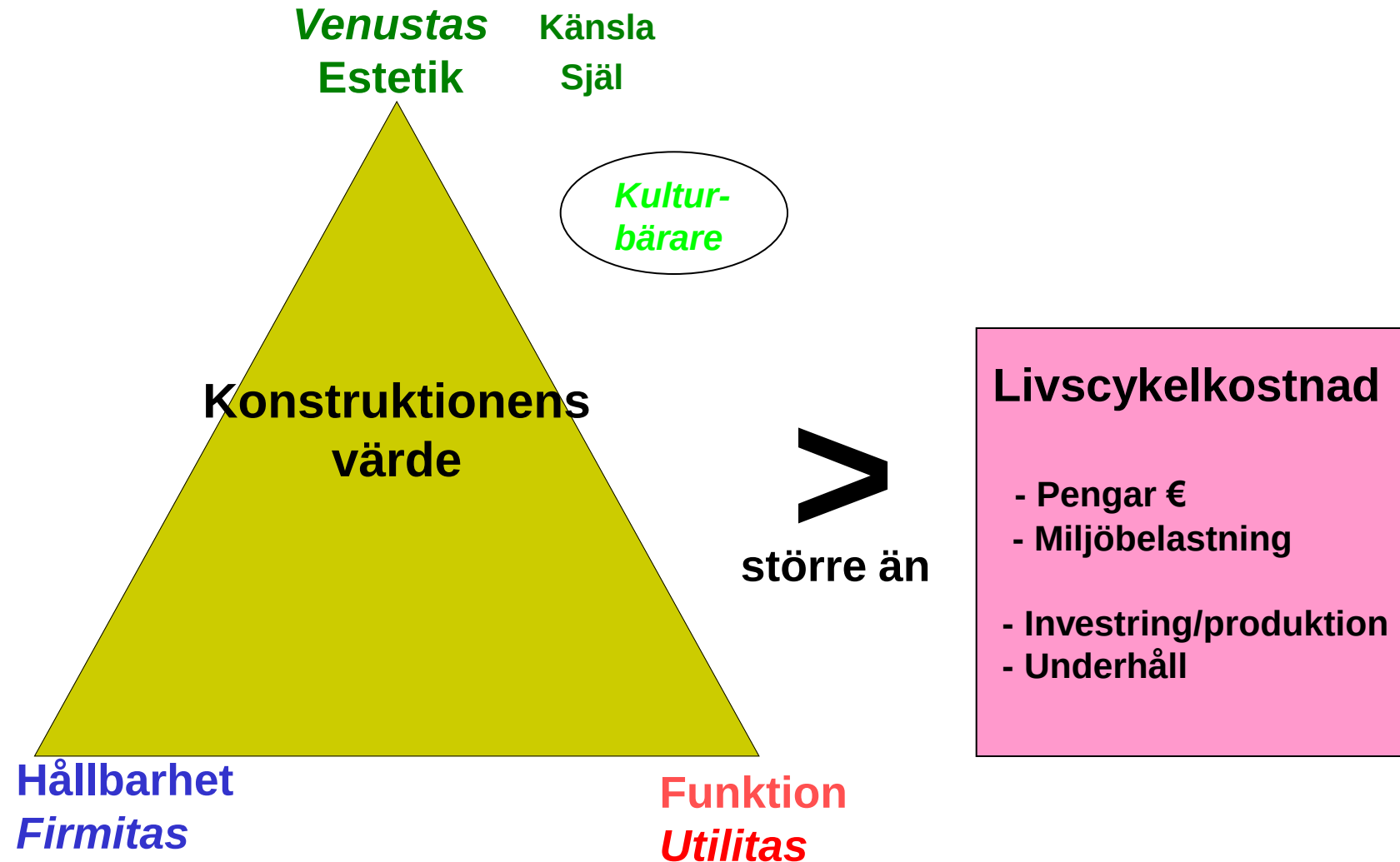
Romersk arkitekt/ingenjör, vid Kristi födelse
som hade stort inflytande på renässansarkitekturen

- *Firmitas* **hållbarhet**
- *Utilitas* **funktion** (ändamålsenlighet)
- *Venustas* **skönhet**

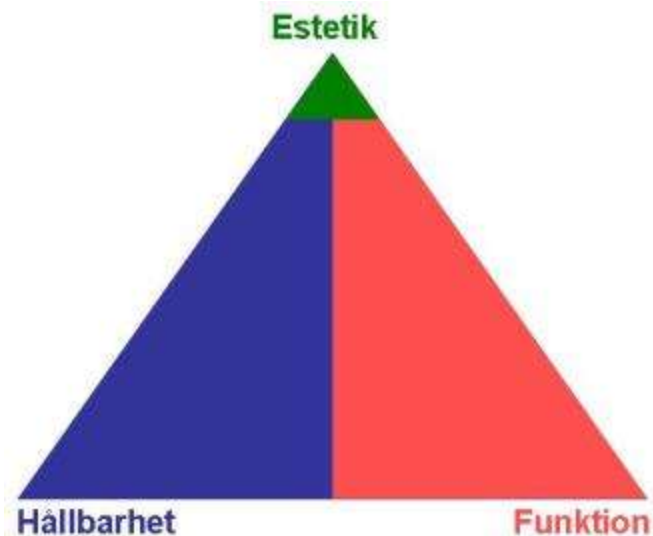
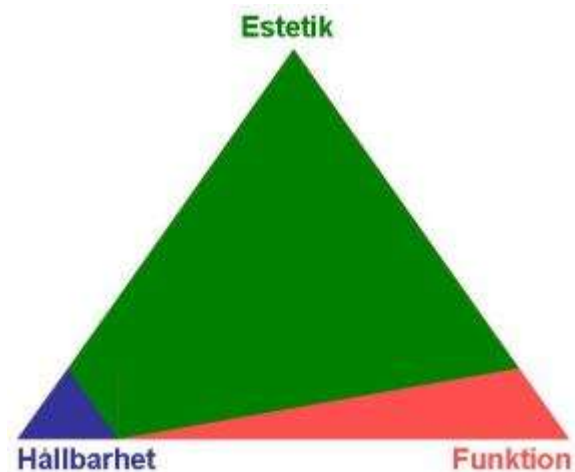
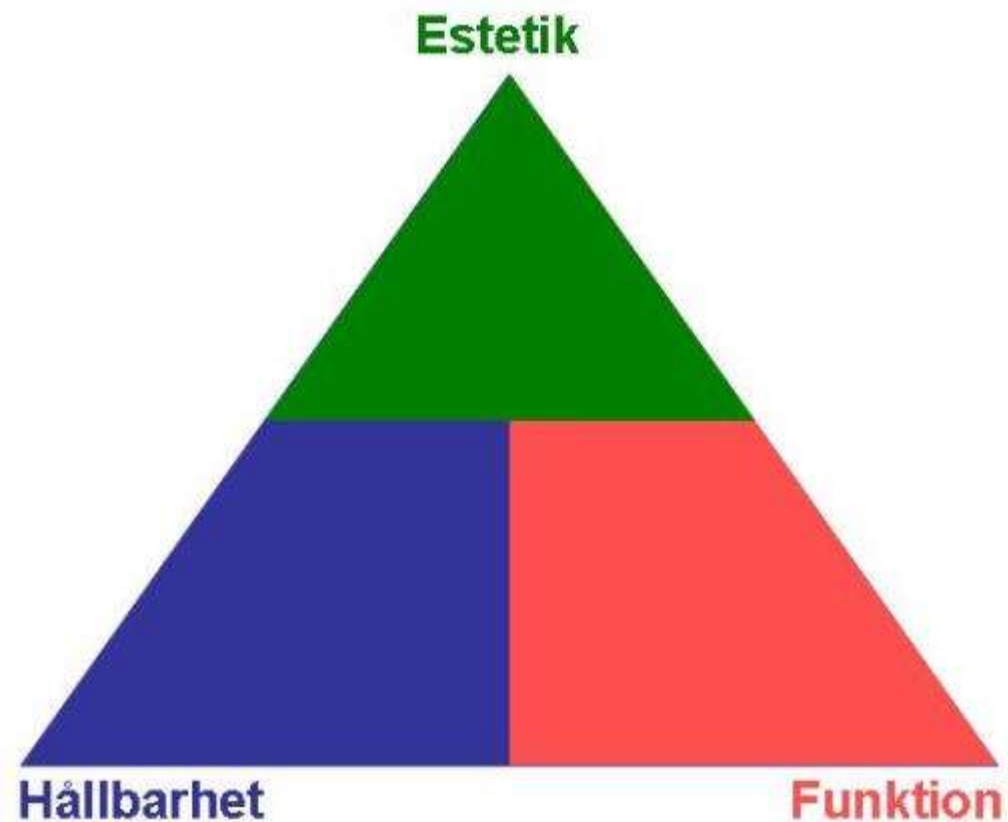
De architectura libri decem ("Tio böcker om arkitektur")

Hållbarhet uppnås bl.a. genom klokt valda material

Konstruktionens värde <-> livscykelkostnad



Balans i konstruktionen?

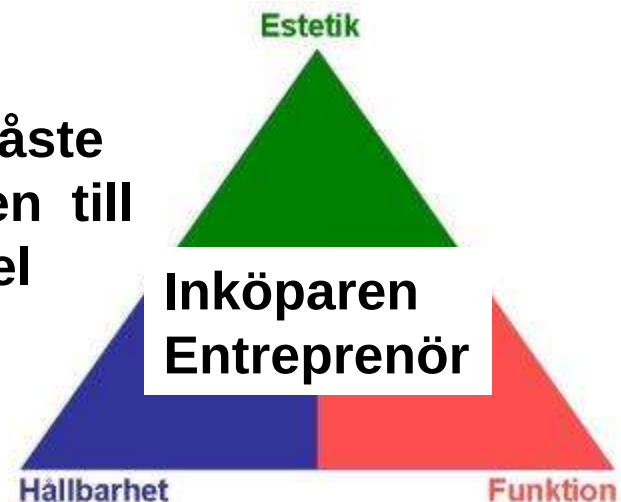


Tydliga beskrivningar !

- **Ofullständiga** beskrivningar ger problem
- Om föreskrivande led **preciserar** krav på estetik, funktion, hållbarhet hos material och monteringen reduceras problemen
- Men för detta **krävs kunskap**. Marknaden översvämmas av nya material och företag



Arkitekten måste
styra inköparen till
sin triangel



Montering viktig del av konstruktionens funktion och hållbarhet



**Monteringen "minst hälften" av det totala resultatet
*"Innan du skyller på stenen kolla monteringen!"***

Stenens estetiska egenskaper



Stenen har själ



**Stenen ger liv åt
miljön**

Stenens estetiska egenskaper

Venustas

**Själen i en stenmiljö,
är sammansatt av bl.a.:**

Format

Kulör

Struktur

Textur/mönster

Kombinationer

Ytbearbetning

Slitagepatina



Stenen estetiska egenskaper

Olika ytbearbetningar ger samma sten olika yttryck
Diabas

Polerad

Flammad

Slipad

Krysshamrad

Alla ur detta block



Stenen estetiska egenskaper
Samma sten med olika bearbetningar
Kalksten

Polerad

Diamantfräst

Lågerhuggen

Hyvlad



Alla framtagna ur samma block

Stenens estetiska egenskaper

**En skulptör/konstnär
kan koncentrera sig
helt på stenens själ.**



**En arkitekt och konstruktör måste
dessutom se till funktion, behov och
stenens tekniska uthållighet**

Stenen estetiska egenskaper

Estetiska uttrycket kan
avspegla byggnadens funktion
och materialval med oändlig
livslängd förstärker intrycket:
Stabilitet

"Vi har stenkoll på inflationen!!!"

Peter Celsings Riksbanken

Olika bearbetningar: råkilad mot
sågad, ger estetisk spänning.



Stenens kulturbärande natur



Den andra obelisken
(1400 f.Kr.) från Luxor
i Egypten ...



...har förts
till Paris

Svenska kulturbärare



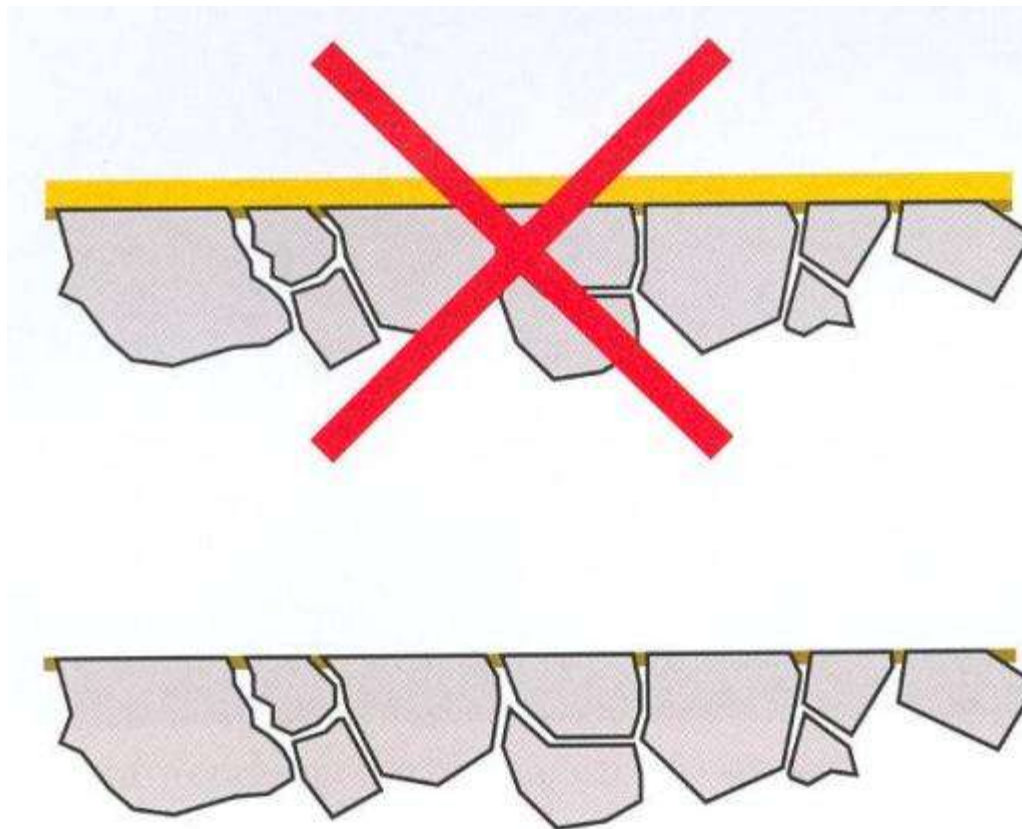
Stenen tekniska egenskaper

funktion och uthållighet

Tekniskt ska natursten betraktas
som bygg- och
anläggningsmaterial

Detta sammanfaller inte alltid med ett renodlat
geologiskt synsätt

Funktionellt materialval



***Grundprincip för funktionellt vald sten:
Slitageyta, beklädnad eller konstruktionsdetalj
Kemiskt ytskikt ska ej behöva***

NATURSTEN

SOM UTHÅLLIGT BYGG- och ANLÄGGNINGSMATERIAL

- **Funktionellt rätt** vald natursten har stort ekologiskt mervärde då den
 - - **inte** kräver **uppvärmningsenergi** vid tillverkning
 - - har **försumbar** mängd **kemiska** tillsatser
 - - **inte** avger **emissioner**
 - - **inte** möglar
 - - har mycket **lång livslängd** vilket ger låg årlig miljöbelastning
 - - kan underhållas (rengöras) med **miljövänliga medel**
 - - har **vacker** åldrings- och **sligepatina**.

Viktiga tekniska parametrar vid val av **uthållig** natursten

- - **kemiska resistens** (motstånd mot luftföroreningar, salt, rengöringsmedel, användning av kemikalier, etc.)
- - **mekanisk resistens** (motstånd mot nötning, repor, biomekanisk nedbrytning, mekanisk rengöring, övrig mekanisk påverkan, etc.)
- - **vattenabsorption/porositet (fysikalisk)** (frost, smuts, biologisk nedbrytning)
- - **hållfasthet** (förmågan att ta upp laster, böjdraghållfasthet, sprödhet, etc.)
förekomst av svaghetszoner.
- - **kristallstruktur/strukturell uppbyggnad**
- - **mineralkorn med oönskade egenskaper** (som vittrar, rostar eller orsakar annan missfärgning)
- - **bearbetbarhet** (polerbarhet, möjligheter till råkopp, etc.)

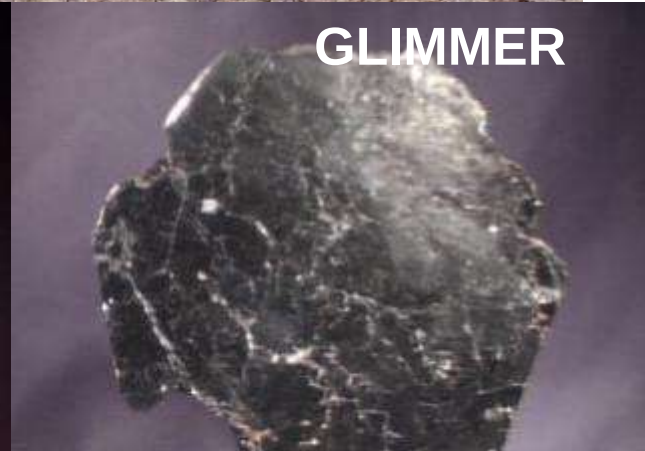
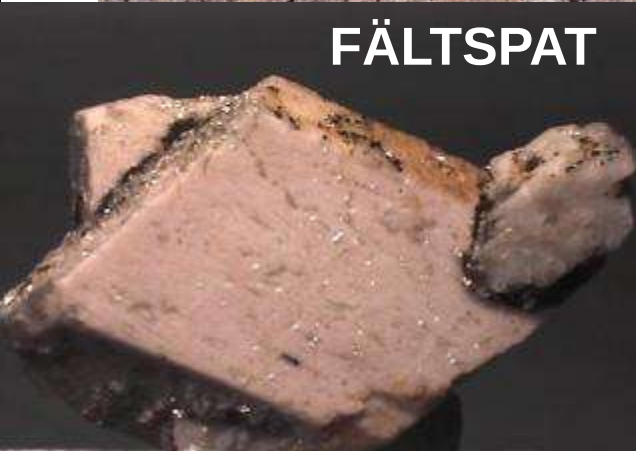
Sten är inget entydigt begrepp

Olika **stentyper** har mycket olika egenskaper som bestäms av **vilka mineral** de är uppbyggda av och hur dessa är **sammanfogade**.

Mineral av två slag:

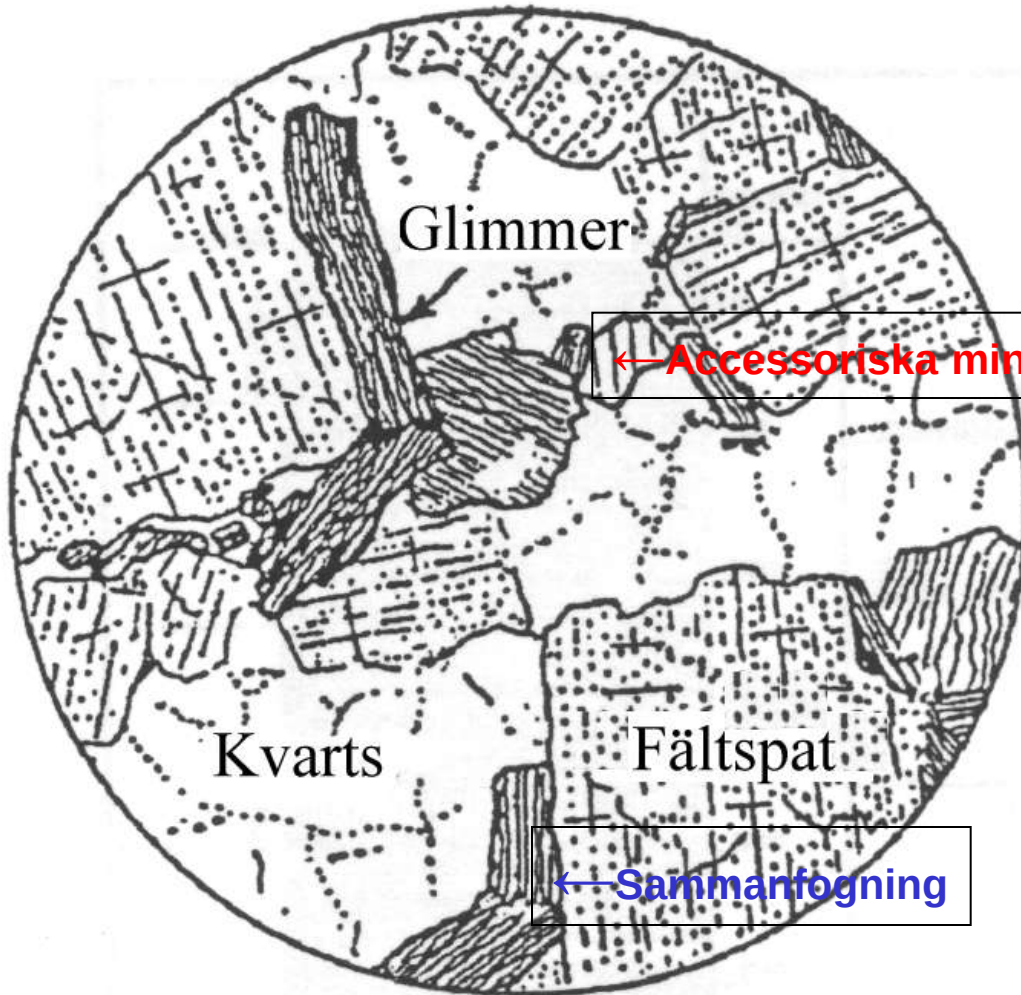
Stentypsbildande mineral = **huvudmineral** och
accessoriska mineral = mineral i liten mängd

T.ex. stentypen granit huvudmineral: fältspat, kvarts och glimmer



Stenens egenskaper

Tunnslip



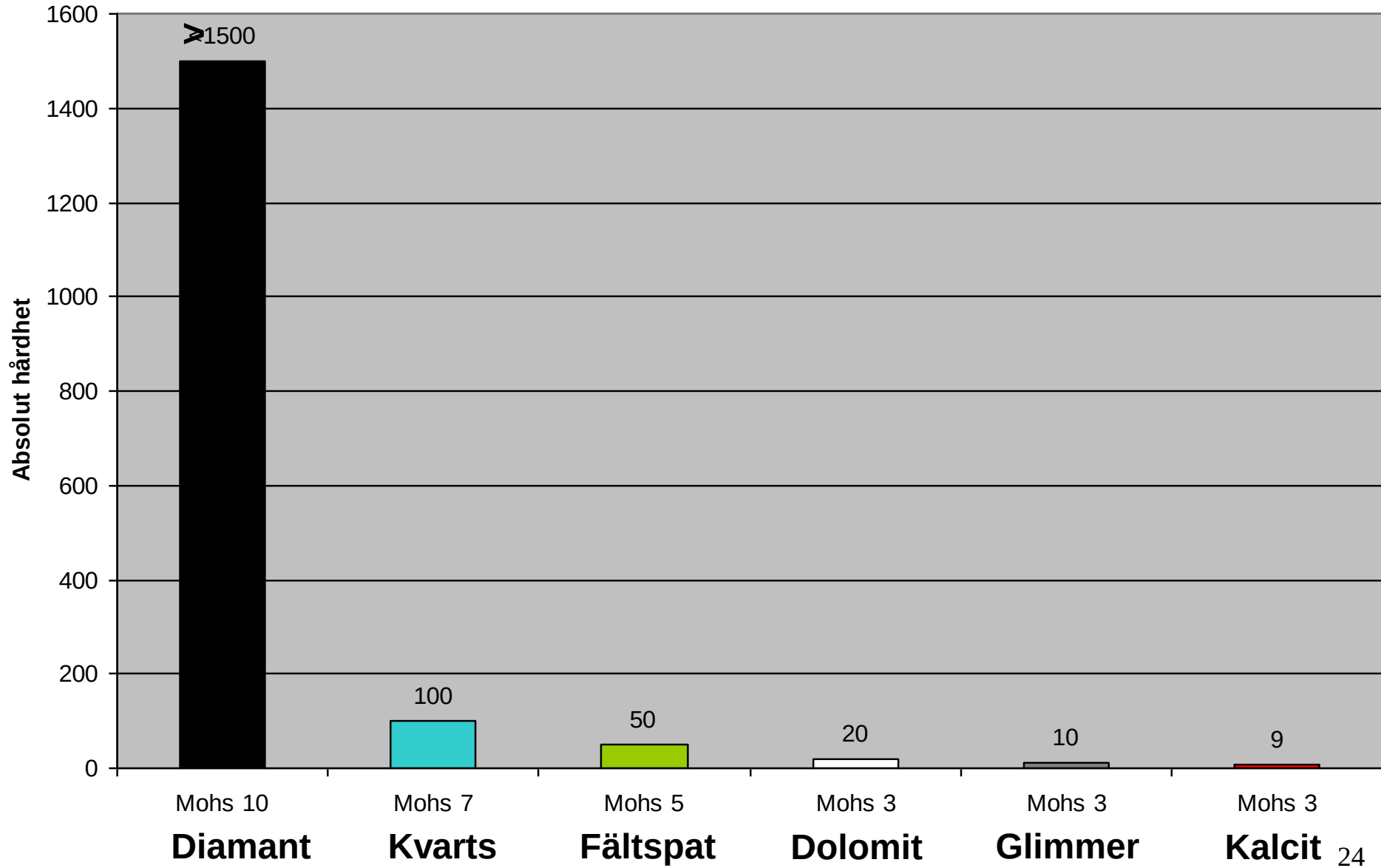
Huvudmineralen ger stentypen
t.ex. granit: fältspat, kvarts och glimmer

Finns skadliga mineral?
t.ex. som rostar som pyrit

Huvudmineralens **hopfogning** =
mikrostrukturen har stor
betydelse.

"Absolut" hårdhet för några mineral
Efter Kostov "Mineralogy" 1968

Hårdhet



Natursten – som bygg- och anläggningsmaterial

Silikatsten

-SiO_x "Sur"

Hård, tål sura medel

Stentyp "Granit-lik"

Granit, Gnejs, Diabas

Kvartsit

Skiffer(Kvartsit/Glimmer)

Kan poleras

Mjuk, tål sura medel

Stentyp Skiffer (Ler)

Kan ej poleras

Undantag:

Dock kan även Silikatsten innehålla mineral (ACCESORISKA) som påverkas av syror.

Gul granit är ofta "sjuk"

Granit som vittrar, "sandar" eller rostar., dock ej svensk

Karbonatsten

-CO₃ Basisk

Mjukare, tål EJ surt, Vissa sorter har problem med SALT

Stentyp Marmor

Kalksten

Travertin

Kan poleras

Silikatbunden sandsten

-SiO₂

Hård, tål sura medel

Porös

Kan ej poleras

Karbonatbunden sandsten

-CO₃, -SiO₂

Hårda korn löst sammanfogade tål EJ sura medel

SILIKATSTEN

Huvudmineral

GRANIT magmatisk

** Hårdhetsskala efter Kostov 1968*

Kvarts -SiO₂ Hårdhet* 100

Fältspat -SiO₂ Hårdhet 50

(inkl. plagioklas)

GNEJS omvandlad

(<7%) Glimmer -SiO₂ Hårdhet 10

Fältspat -SiO₂ Hårdhet 50

Pyroxen -SiO₂ Hårdhet 50

DIABAS magmatisk

(<10%) Glimmer -SiO₂ Hårdhet 10

Kvarts -SiO₂ Hårdhet 100

Fältspat -SiO₂ Hårdhet 50

Glimmer -SiO₂ Hårdhet 10

SKIFFER (Kvartsit-, Glimmer-)

Dessa mineral huvudmineral ↑ är ofta stabila

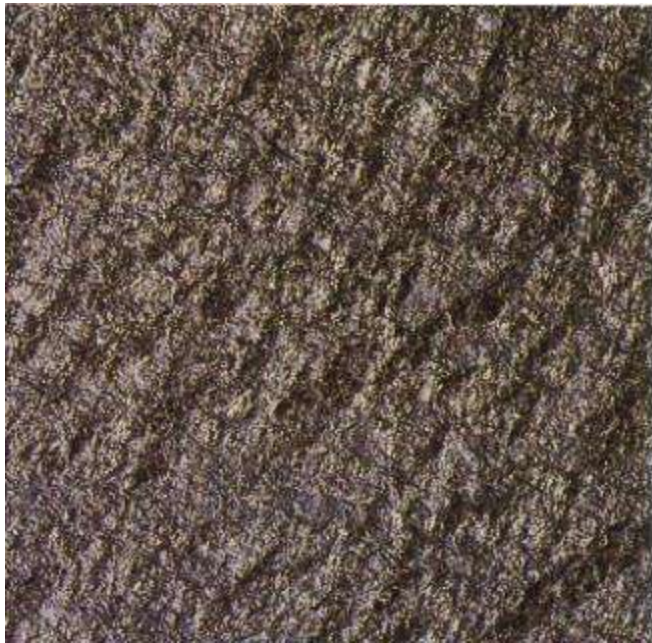
MEN KONTROLLERA NOGGRANT

VILKA ANDRA (accessoriska) MINERAL SOM FINNS!

SKIFFER (Ler-)

Div. silikat -SiO₂ Hårdhet 5 -10

SKIFFER-varning



Ett silikatmaterial som tål syra
men

Skiffer är inget entydigt begrepp !!!

Övriga egenskaper kan vara väsensskilda

Låg metamorfosgrad lös Lerskiffer, Alun-
shale

Medel metamorfosgrad Lerskiffer
slate

Hög metamorfosgrad Kvartsitskiffer
schiste

▪

SILIKATSTEN

Användning:

Hård silikatsten med låg vattenabsorption och bra kristallstruktur i alla miljöer ute som inne.

- **OBSERVERA:** det kan förekomma stensorter som rostar, vittrar eller ”sandar”.

KARBONATSTEN

KALKSTEN sedimentär

Kalkspat CaCO_3 Hårdhet 9

MARMOR omvandlad

Kalkspat CaCO_3 Hårdhet 9

Dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ Hårdhet 20

i vissa marmorsorter

Serpentinit
Amfibol

Hårdhet 40
Hårdhet 40



Kalkspat



Dolomit

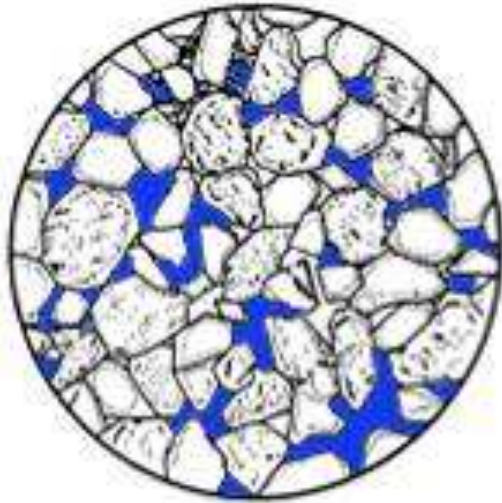
Användning:

Inomhus: Viss försiktighet i våtutrymmen. Vissa stensorter påverkas av fästmassan.

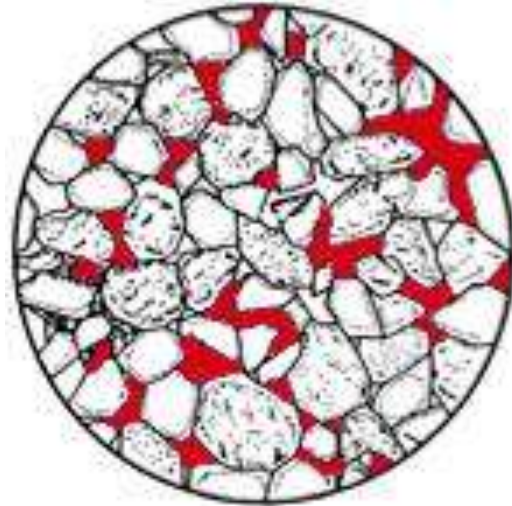
Utomhus: Vissa stensorter kan fungera bra även utomhus (t.ex. ytor utan biltrafik) men måste kollas mot referenser. Rätt val av ytbearbetning viktigt.

Polerade ytor är inte uthålliga

Sandsten



Kornen kvarts
Bindningen silikat



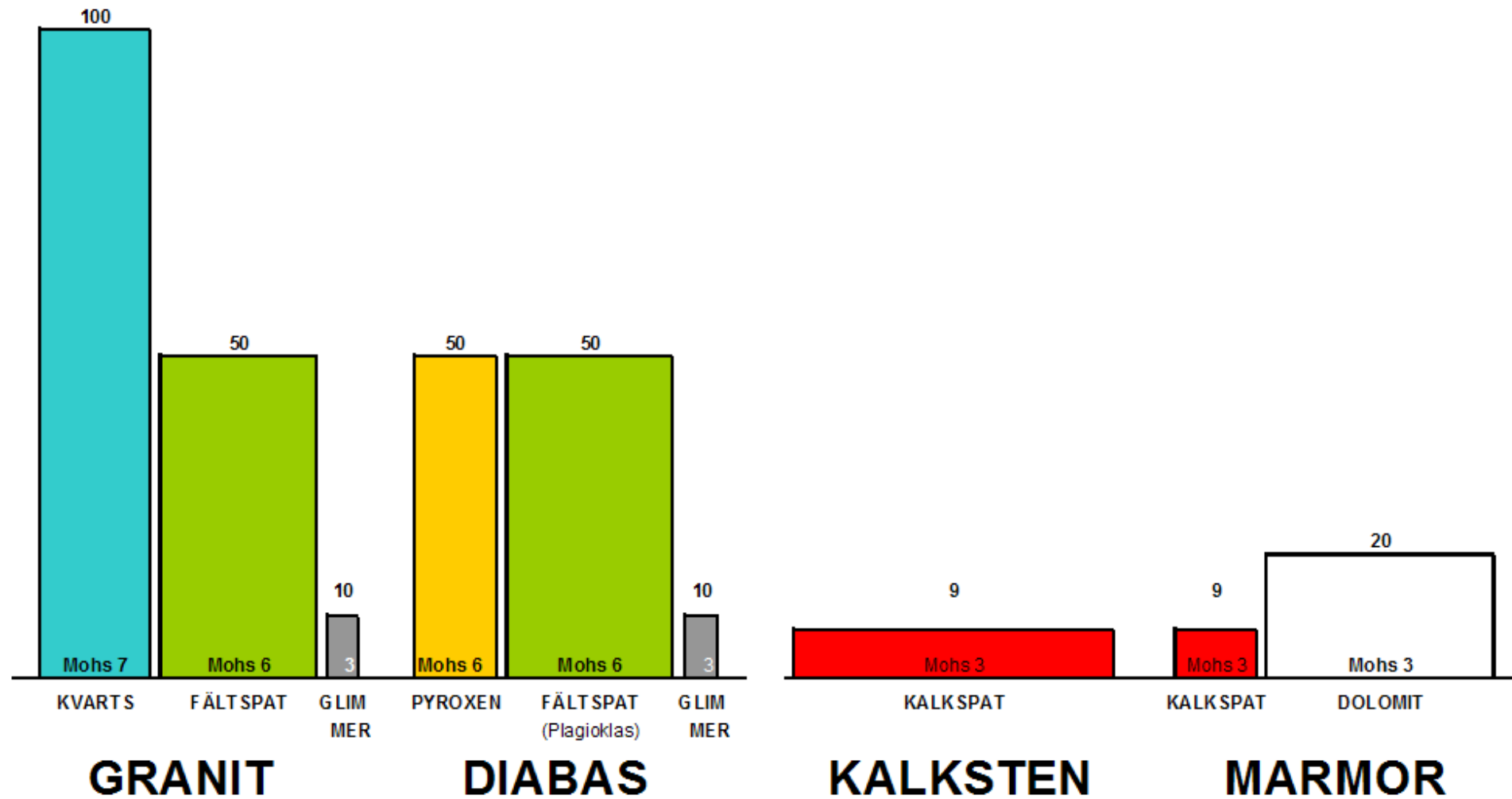
Kornen kvarts
Bindningen karbonat
Motsvarar ungefär betong

Användning: Bör undvikas som bygg- och anläggningsmaterial.
Blir mycket snabbt smutsig.
Silikatbunden mer beständig än karbonatbunden

Hårdhet

"Absolut" hårdhet hos olika mineral och stentyper

Efter Kostov "Mineralogy" 1968



Alla typer av Natursten tål organiska lösningsmedel

som inte innehåller syra

Stora variationer inom stentyp

- Variationerna hos stensorterna
INOM en stentyp
- Kan vara större än
MELLAN stentyperna

Ex kalksten från Malta och Öland

EGENSKAPER HOS SVENSK NATURSTEN, enl. EN-standard

	Diabas Syenit	Granit Gnejs	Kalksten	Marmor	Skiffer kvartsit-	Skiffer ler-Gryth	Sandsten kvartsbund	Betong plattor
KEMISK EGENSKAP	"SUR"	"SUR"	"BASISK" Vissa saltproblem	"BASISK"	"SUR"	"SUR"	"SUR"	"BASISK"
HÅRDHET ingående mineral	50-10	100-10	9	9-20	100-10	5 -10	100	100-10
DENSITET kg/m ³	3080-2970	2680-2620	2875-2620	2860-2620	2730	2780	2250	2175-2430
VATTENABS. vikts%	<0,1	0,2-0,1	1,3-0,2	0,2-0,1	0,1	0,3	4,5	5?
AVNÖTNING mm ³ ×10 ³	5,5-6,0	3,6-7,0	9,2-26,7	9,2-20,9	11,8		11?	19-22
TRYCKHÅLLFASTHET MPa	276-231	275-115	208-104	178-125	306		115	
BÖJDRAGHÅLLF. MPa	37-26	27-13	23,2-10,2	20,4-9,7	42	130	5,7	3,5-6,6
UTSPJÄLKNINGSHÅLLF. kN	3,0-4,7	2,6-4,6	1,8-2,7	2,1-3,6	4,3			
SLAGHÅLLF. J	2,5-3,0	3,0-5,5	2,0-4,5	2,0-2,5	7,0			
FROSTBESTÄNDIGHET								
MINERALSAMMANSÄTTNING Petrografi								
KRISTALLSTR., MIKROSPRICK								
POROSITET	0	0	0+	0	0	0		20?
VITTRING								
FÄRGSTABILITET								
BEARBETBARHET:								
Råkilad, polerad etc.								34

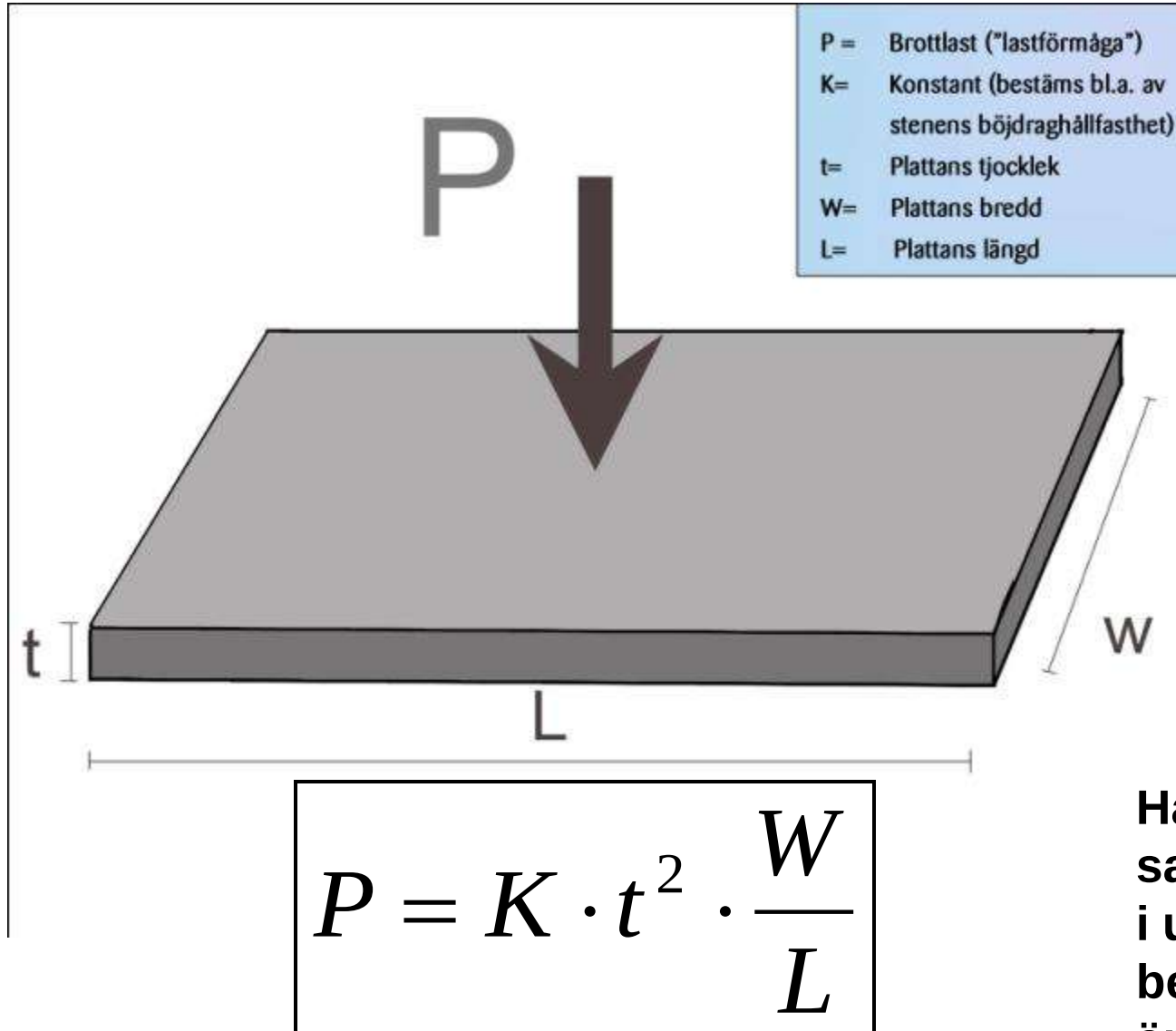
Provningsstandard måste alltid anges!

Alltid fogar !!!!!!!!!



Två stenytor får inte stöta emot varandra, alltid fogar

Viktig formel för plattor



Har i huvudsak betydelse i utemiljö där belastningen är hög

YTBEARBETNINGAR (för ute och inne)

GRANIT

SKIFFER

KALKSTEN

MARMOR

Råkilad (vissa stensorter)

Klovyta

Klovyta

Råkopp (vissa stensorter)

Topphyvlad/Hyvlad

Flammad

Flammad

Krysshamrad

Krysshamrad

Krysshamrad

Slipad

Slipad

Slipad

Slipad

Polerad

Polerad

Polerad

Polerad

Lågerhuggen

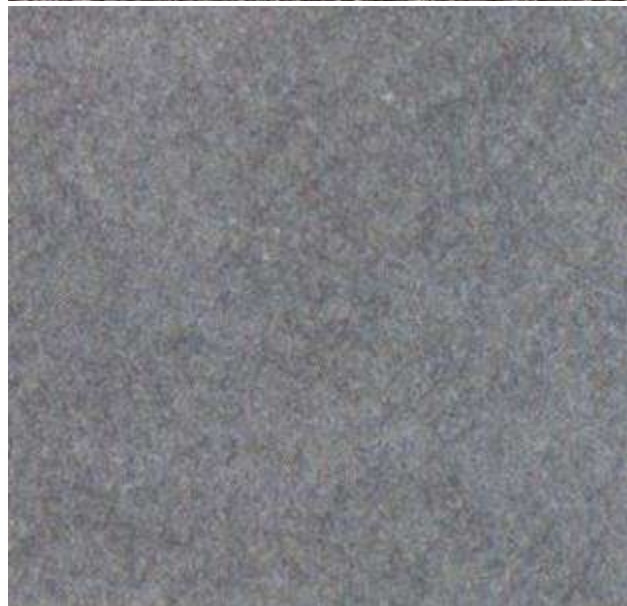
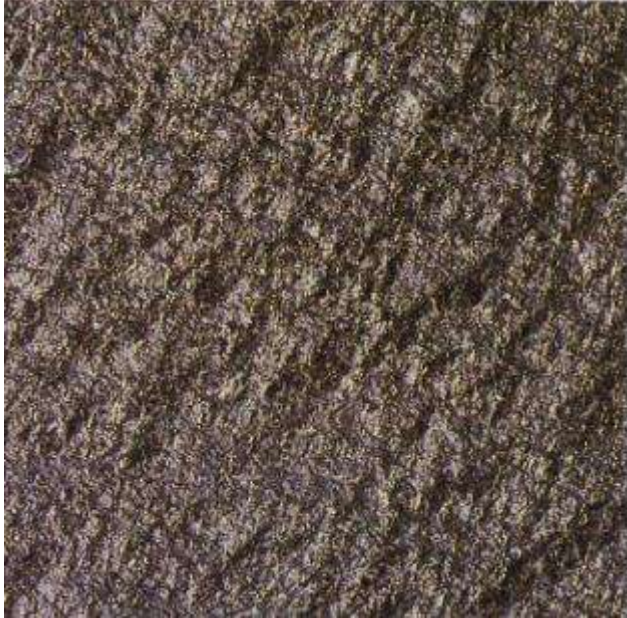
Lågerhuggen

Tandhuggen

Tandhuggen

Ytbearbetning: Kvartsitskiffer

Klovyta



Slipad

Ytbearbetning: Kalksten

Normalslipad



Normalhyvld

Polerad



Ytbearbetning, exempel GRANIT, Bohus

Råkilad



Krysshamrad



Polerad



**Kommunicera alltid med
PROVER**



Slipad

Flammad

En bild är ALDRIG sann

•• mycket lämplig • lämplig	INOMHUS					UTOMHUS					
	Golv och trappor med kraftig trafik	Golv och trappor med liten trafik	Väggbeklädnader	Fönsterbänkar	Restaurening	Fasader	Socklar	Beläggningar	Murar	Trappor	Restaurening
GRANIT, GNEJS, KVARTSIT											
Råköpp			•			•	••		••	•	
Klovyta (viss gnejs och kvartsit)			••			••	••	••	••	••	••
Flammad	•		••			••	••	••	••	••	
Krysshamrad			••			••	••	••	••	••	••
Blästrad											
Slipad	••	••	••	••		••	••	•	•		
Polerad	•	••	••	••		••	••		•		
MARMOR											
Behuggen			••			••	•	•	•	•	
Slipad, fräst	••	••	••	••	••	••	•		•		•
Polerad		•	••	••	•						
KALKSTEN											
Klovyta						•	•	••	••	•	
Krysshamrad			••			••	•	••	••	••	
Tand-/Lågerhuggen			••		••	•					••
Hyvlad	••	••	••	•	••	••	•	••	•	••	•
Slipad	••	••	••	••	••	•					
Polerad		•	••	••							
SANDSTEN											
Krysshamrad			•			•					••
Blästrad			•			•					
Slipad			•			•					
SKIFFER											
Klovyta	••	••	••	•		••	••	••	••	••	
Slipad/Polerad	••	••	••	••		••	••				

Ytbearbetning för olika användningar

Vägledning



Rätt stenval: 19 år utan underhåll (Bjärlövgranit)



Rätt stenval: Svensk gatsten från början 1900-talet

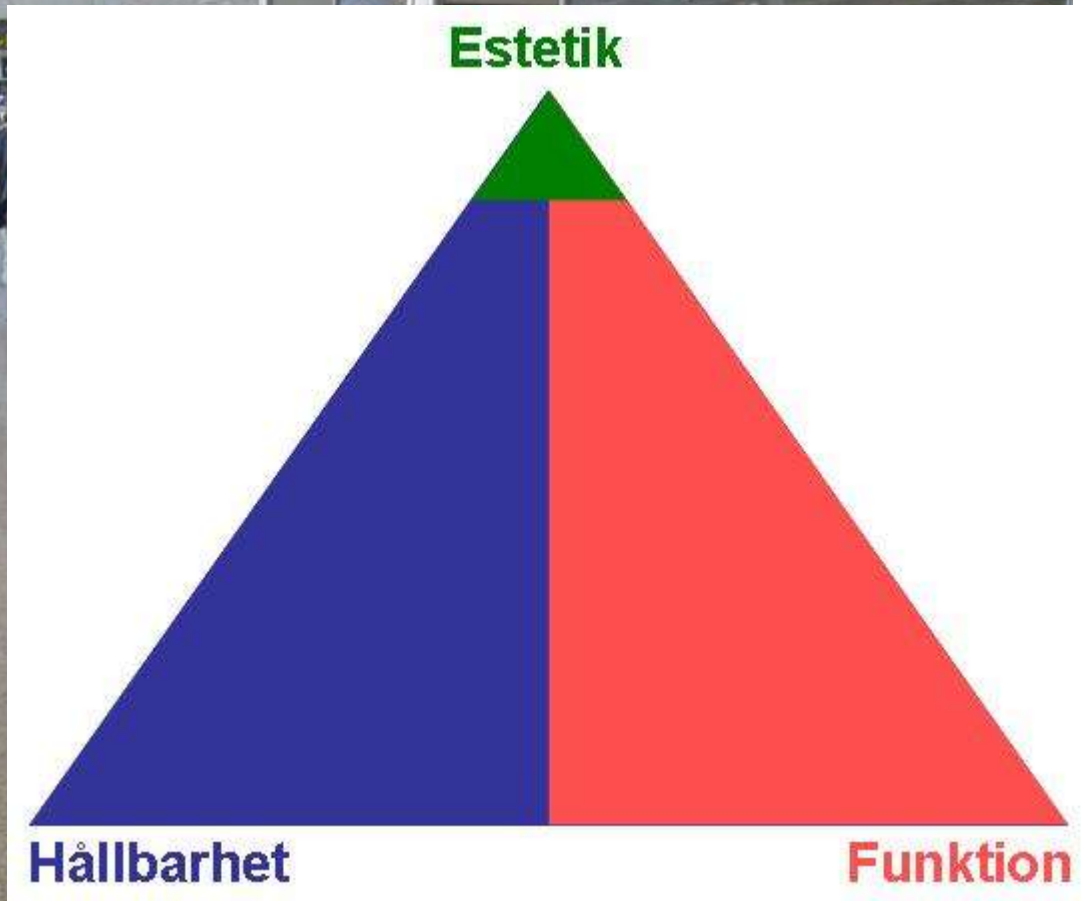
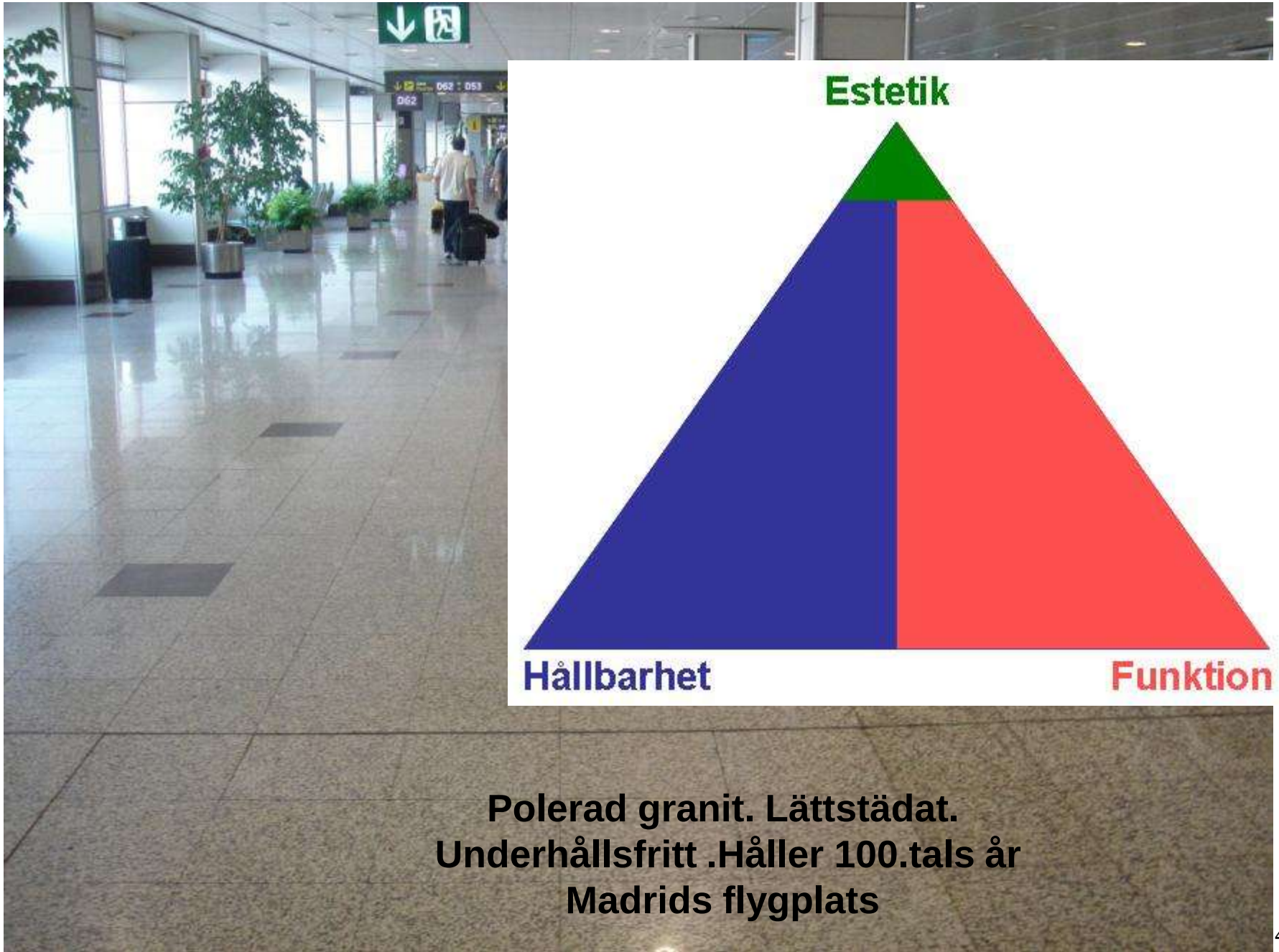


1844 ÅRS SLUSSLED
BYGGDES ÅREN 1838-1844
ÖPPNADES DEN 5 JUNI 1844

Göta Kanal



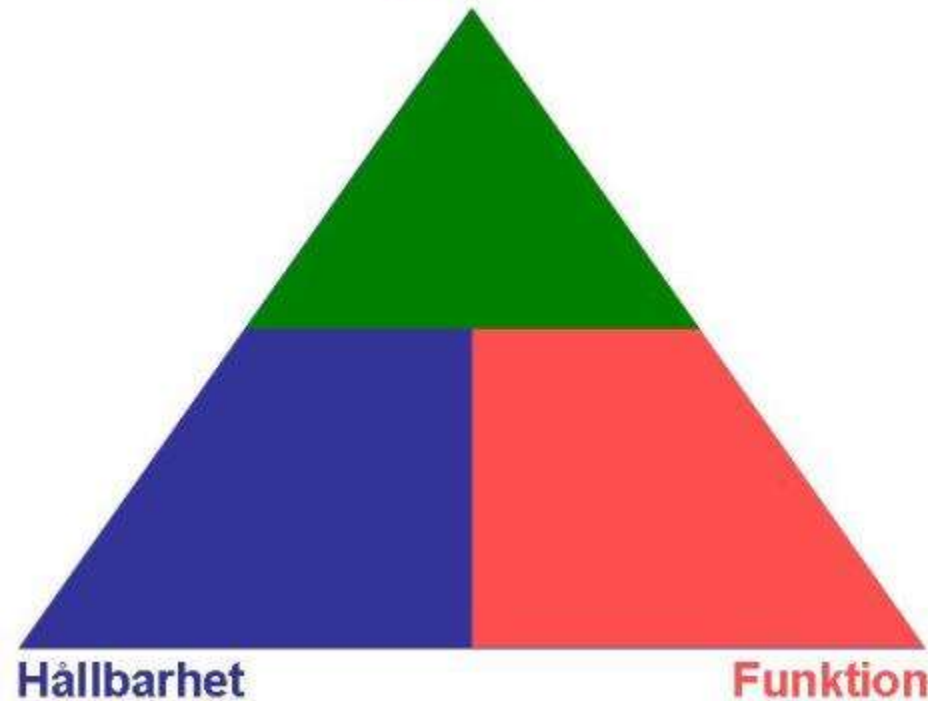
Lyckosam kombination: Betongbro klädd med tunn råkilad granit 44



**Polerad granit. Lättstädat.
Underhållsfritt .Håller 100.tals år
Madrids flygplats**



Estetik



hållig utvändig lösning i vårt klimat

Många stenval **inte** funktionella

Naturstenbranschens huvudproblem är att stenvalen inte utgår ifrån funktionella/ekologiska kriterier.

Vad beror det på?

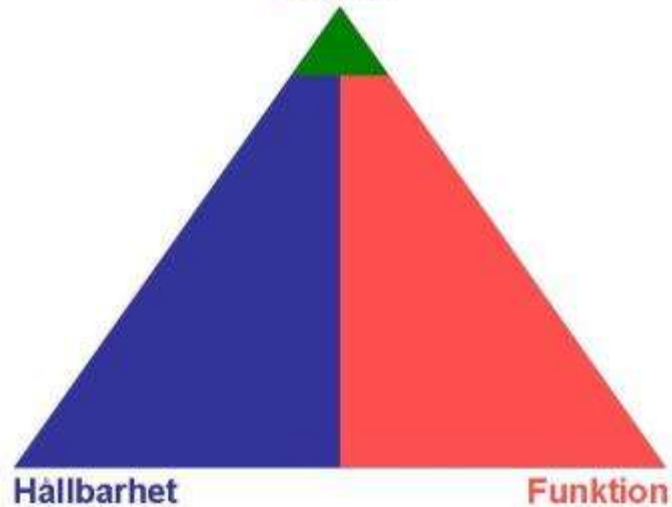
- **Okunskap?** Myter? Klåfingrighet? Mode? Upphandlingssystemet? Kortsiktig lågprisstrategi hos inköparna? Missförstånd om lagen om offentlig upphandling? Konkurrens?

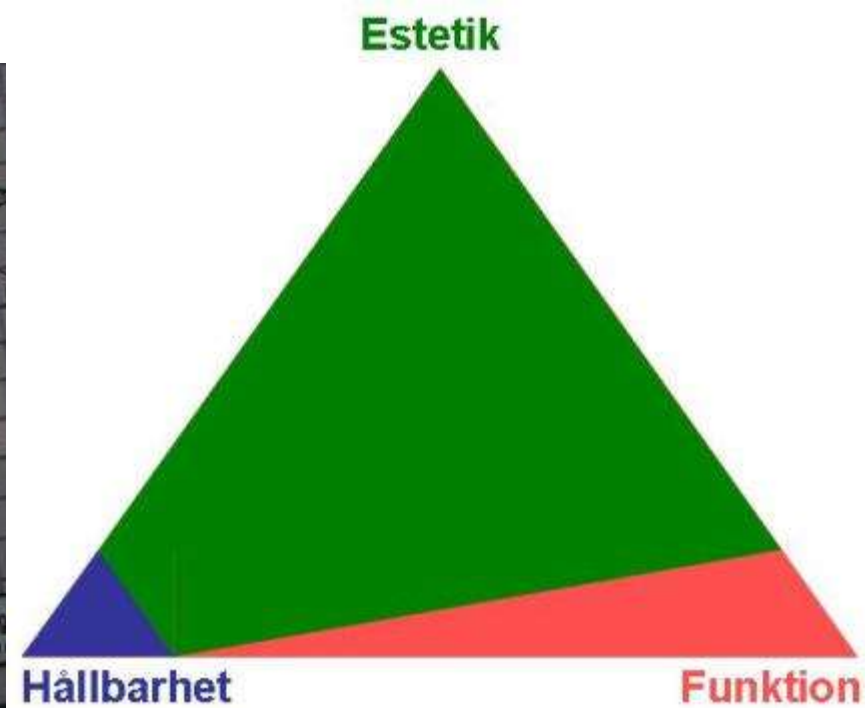
Det finns exempel på när utfallet inte blir som arkitekten har tänkt sig.

Okunnig leverantör, okunnig beställare



Estetik



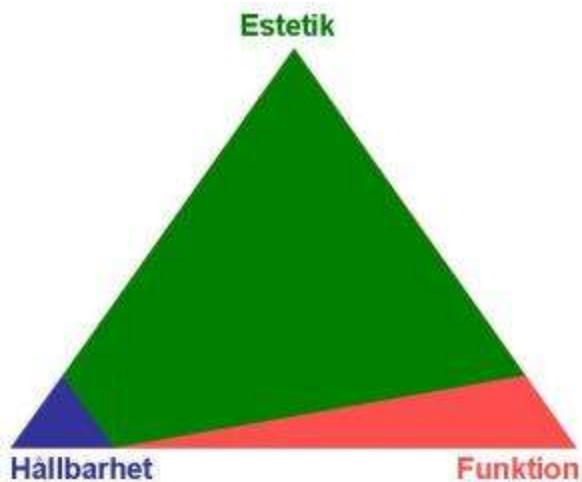


**Fel stenval: Sandsten: Kan inte rengöras
Måste handslipas slipas 2mm på plats.
97% kvarts. Enorm silikosrisk**

**Kalksten utomhus
där tösalt används
är inte alltid en bra
lösning**



Efter ett år



Fel stenval: Graniter som vittrar eller rostar



Kinesisk granit som sandvittrar



Kinesisk granit som rostar



Alltmer kemikalier i natursten

Impregnering och skydd av sten är en djungel oftast onödigt

Välj uthållig sten i stället





Helt nytt projekt. Klotterskydd har förstört stenen, kvartsitskiffer, där man borde avvaktat med klotterskydd, eller använt rätt. På detta material kan klottret tas bort med klotterborttagare



Sönderstädat kalkstensgolv. Såpa med NaCl har använts, sålt av ”högtryckssäljare”

- **Ytterst få stensorter** lämpar sig som bygg- och anläggningsmaterial.

I Sverige, internationellt känt för god naturstenskvalitet, är **99,99%**, oanvändbara.

I dag bryts bara de som fungerar

- **Svenska stensorter**
 - 10 000 har prövats
 - 1 000 har brutits och använts
 - 75 byts i dag (**väl utvalda**)
- **Importerade** stensorter i accelererande antal (10 000 tals)
- många vars uthålliga funktionsförmåga i den aktuella miljön/applikationen är okänd