

Pokročilá inženýrská geologie

GA251 – jarní semestr 2019



**Orientační posouzení
některých charakteristik
zemín a „zlepšování kvality“**

Orientační posouzení

- Velmi důležité pro inženýrskogeologickou praxi jsou **orientační posouzení** některých charakteristik **zemín** pro určité vybrané účely, která budou v této kapitole postupně uvedena.
- Pro orientační posouzení některých charakteristik zemín jsou účelově využívány **modelové** či **mezí křivky zrnitosti**, pro orientační přiřazení parametrů jsou využívány **tabulkové hodnoty** - směrné normové charakteristiky nebo třídy těžitelnosti.
- Je důležité uvědomit si, že takto získané charakteristiky jsou pouze **orientační** a pro bližší určení je nutné provést laboratorní či terénní zkoušky. I přesto je **účelné** toto posouzení **využívat**, protože přináší řadu rychle, snadno a bezplatně získaných důležitých informací.
- Velké praktické využití mají zejména **směrné normové charakteristiky** (součást ČSN 73 1001), které uvádějí hodnoty nejdůležitějších fyzikálně-mechanických vlastností vybraných typů zemín (tříd základové půdy). Tyto hodnoty byly stanoveny na základě rozsáhlého souboru laboratorních i terénních zkoušek na celém území České a Slovenské republiky.
- I po přijetí evropských norem (ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemín - Část 2: Zásady pro zařizování) je **využívání** směrných normových charakteristik stále účelné, protože jsou levným a zkušenostmi ověřeným zdrojem orientačních informací o fyzikálně-mechanických vlastnostech. Dále je důležité uvědomit si **návaznost** nově prováděných průzkumů na již provedené, protože tyto charakteristiky v nich byly použity.

Směrné normové charakteristiky

- Směrné normové charakteristiky jsou zpracovány zvlášť pro **jemnozrné, písčité a štěrkovité** zeminy a uvádí nejdůležitější fyzikálně-mechanické parametry zemin pro účely zakládání staveb. U písčitých a štěrkovitých zemin se jedná o Poissonovo číslo n , přenosový součinitel β , objemovou tíhu γ , efektivní soudržnost c_{ef} , dále o modul deformace E_{def} a efektivní úhel vnitřního tření φ_{ef} , které závisí na relativní ulehlosti (hutnosti). Všechny parametry směrných normových charakteristik jemnozrných zemin závisí na konzistenci a oproti písčítým a štěrkovitým zeminám jsou rozšířeny o totální úhel vnitřního tření φ_u a totální soudržnost c_u

Třída	Symbol	Charakteristika	Konzistence					
			měkká	tuhá	pevná		tvrdá	
			-	-	Sr>0,8	Sr<0,8	Sr>0,8	Sr<0,8
F1	MG	v,β,γ	v = 0,35; β = 0,62; γ = 19,0 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	5+10	10+20	12+24	15+30		
		c _u (kPa)	40	70	70	70+80		
		φ _u (°)	0	0	10	12+15		
		C _{def} (kPa)	4+12		8+16	16+32	16+24	
φ _{def} (°)	26+32							
F2	CG	v,β,γ	v = 0,35; β = 0,62; γ = 19,5 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	4+8	7+15	10+12	18+25		
		c _u (kPa)	30	60	60	60+70		
		φ _u (°)	0	0	10	12+15		
		C _{def} (kPa)	6+14		10+18	18+36	18+26	
φ _{def} (°)	24+30							
F3	MS	v,β,γ	v = 0,35; β = 0,62; γ = 18,0 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	3+6	5+8	8+12	12+15		
		c _u (kPa)	30	60	60	60+70		
		φ _u (°)	0	0	10	12+15		
		C _{def} (kPa)	8+16		12+20	20+40	20+28	
φ _{def} (°)	24+29							
F4	CS	v,β,γ	v = 0,35; β = 0,62; γ = 18,5 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	2,5+4	4+6	5+8	8-12		
		c _u (kPa)	30	50	70	70+80		
		φ _u (°)	0	0	5	8+14		
		C _{def} (kPa)	10+18		14+22	22+24	22+30	
φ _{def} (°)	22+27							
F5	ML MI	v,β,γ	v = 0,40; β = 0,47; γ = 20,0 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	1,5+3	3+5	5+8	7+10	10+15	12+20
		c _u (kPa)	30	60	70	70+80	200	80+90
		φ _u (°)	0	0	5	8+14	0	15+20
		C _{def} (kPa)	8+16		12+20	20+40	20+28	
φ _{def} (°)	19+23							
F6	CL CI	v,β,γ	v = 0,40; β = 0,47; γ = 21,0 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	1,5+3	3+6	6+8	8+12	10+15	12+20
		c _u (kPa)	25	50	80	80+90	170	80+90
		φ _u (°)	0	0	0	4+12	0	14+18
		C _{def} (kPa)	8+16		12+20	20+40	20+28	
φ _{def} (°)	17+21							
F7	MH MV ME	v,β,γ	v = 0,40; β = 0,47; γ = 21,0 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	1+3	3+5	5+7	7+10	10+15	12+20
		c _u (kPa)	25	50	80	80+90	170	80+90
		φ _u (°)	0	0	0	4+12	0	14+18
		C _{def} (kPa)	4+10		8+16	14+28	16+24	
φ _{def} (°)	15+19							
F8	CH CV CE	v,β,γ	v = 0,42; β = 0,37; γ = 20,5 kN.m ⁻³					
		E _{def} (MPa)	1+2	2+4	4+6	6+8	8+10	10+15
		c _u (kPa)	20	40	80	80+90	150	80+90
		φ _u (°)	0	0	0	3+10	0	12+16
		C _{def} (kPa)	2+8		6+14	14+28	14+22	
φ	13+17							

Třída	Symbol	v	β	γ (kN.m ⁻³)	E _{def} (MPa)		φ _{def} (°)		C _{def} (kPa)
					ID =	ID =	ID =	ID =	
					0,33+0,67	0,67+1,0	0,33+0,67	0,67+1,0	
S1	SW	0,28	0,78	20	30+60	50+100	34+39	37+42	0
S2	SP	0,28	0,78	18,5	15+35	30+50	32+35	34+37	0
S3	S - F	0,3	0,74	17,5	12+19	17+25	28+31	30+33	0
S4	SM	0,3	0,74	18	5+15		28+30		0+10
S5	SC	0,35	0,62	18,5	4+12		26+28		4+12

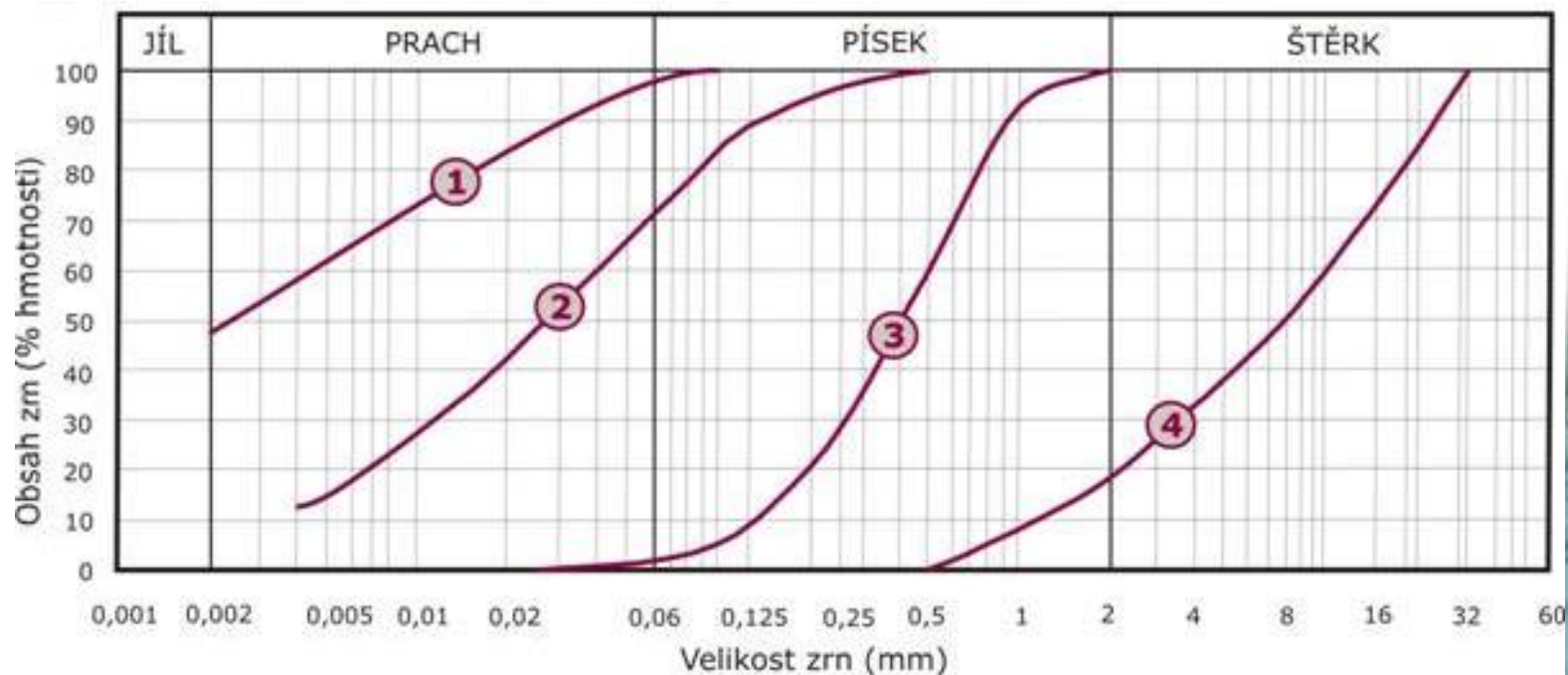
Třída	Symbol	v	β	γ (kN.m ⁻³)	E _{def} (MPa)		φ _{def} (°)		C _{def} (kPa)
					ID =	ID =	ID =	ID =	
					0,33+0,67	0,67+1,0	0,33+0,67	0,67+1,0	
G1	GW	0,2	0,9	21	250+390	360+500	36+41	39+44	0
G2	GP	0,2	0,9	20	100+190	170+250	33+38	36+41	0
G3	G - F	0,25	0,83	19	80+90	90+100	30+35	33+38	0
G4	GM	0,3	0,74	19	60+80		30+35		0+8
G5	GC	0,3	0,74	19,5	40+60		28+32		2+10

Analýza křivky zrnitosti

- Křivku zrnitosti posuzované zeminy získanou z granulometrické analýzy lze porovnat z modelovými, případně obalovými křivkami specifickými pro danou charakteristiku. Na základě tohoto srovnání je možné zeminu z hlediska dané charakteristiky **orientačně posoudit například dle:**
 - propustnosti,
 - koeficientu filtrace,
 - namrzavosti,
 - genetického typu,
 - seizmických účinků způsobujících ztekucení zemin,
 - vhodnosti zemin pro zemní hráze,
 - metod zlepšování vlastností zemin,
 - zrnitostního složení odpovídajícího optimálnímu složení směsí stabilizovaných zemin
 - vhodnosti pojiva pro stabilizaci,
 - vhodné injekční směsi,
 - možnosti použití injekční směsi metodou Soilcrete.
 - možností zhutnění vibrací s doplňováním materiálu a vibroflotací,
 - vhodnosti zemin pro zhutňování technologií Franki

Typy zemin

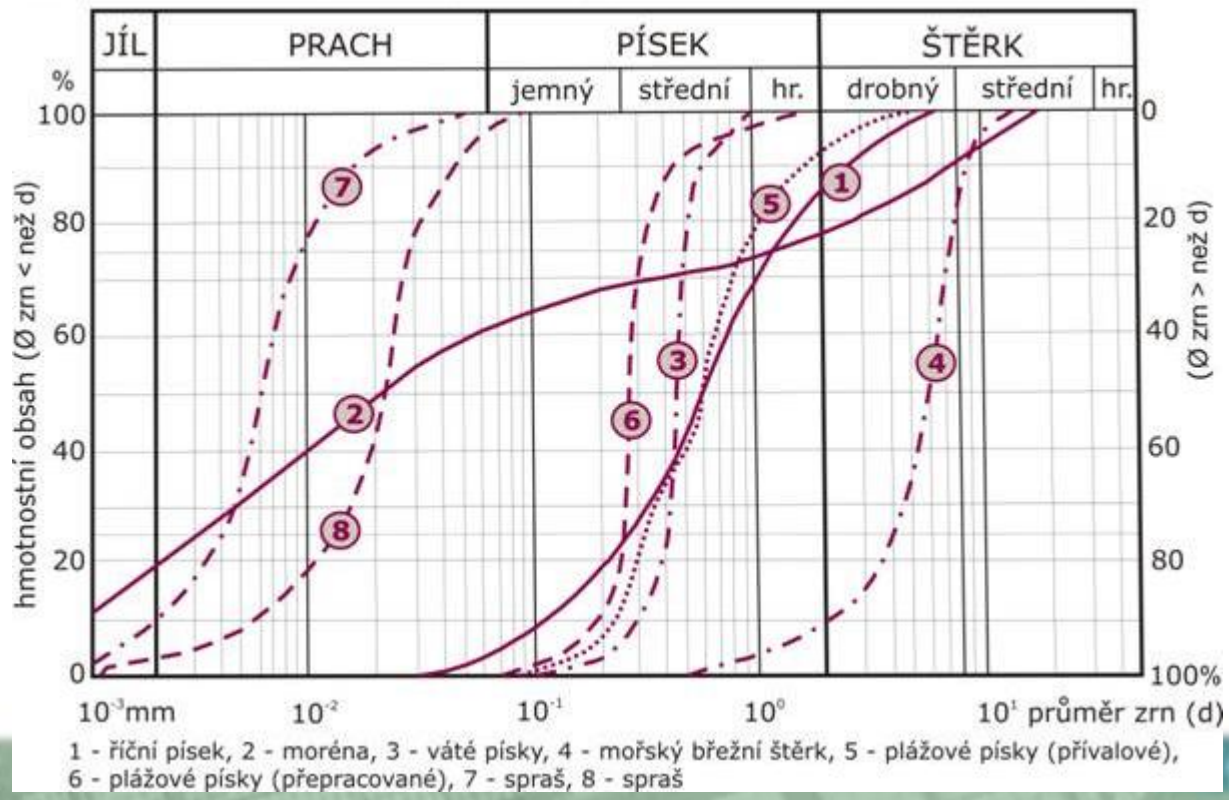
- Modelové zrnitostní křivky základních **typů zemin**



1 - jíl s vysokou plasticitou (F8 - CH), 2 - hlína se střední plasticitou (F5 - MI), 3 - písek špatně zrněný (S2 - SP), 4 - štěrk dobře zrněný (G1 - GW)

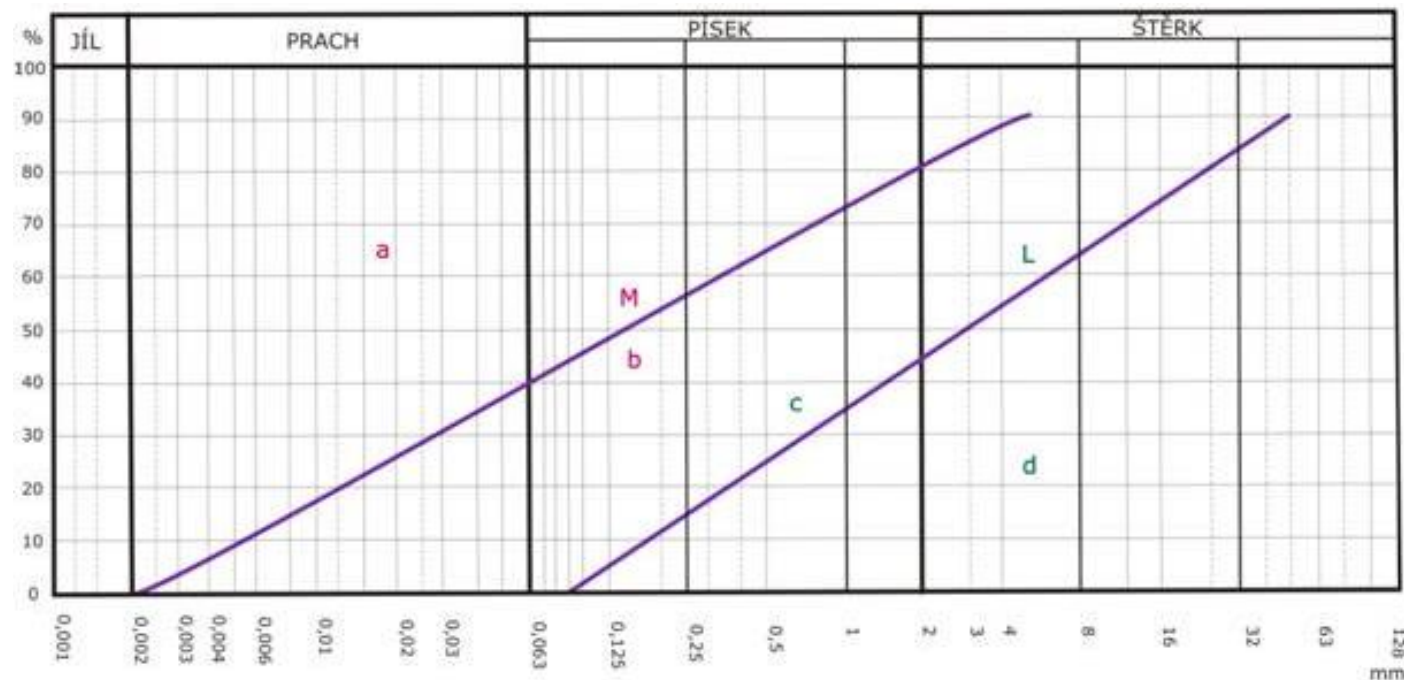
Typy zemin

- Modelové zrnitostní křivky určitých **vybraných genetických typů zemin** mají charakteristický tvar.
- Je zřejmé, že granulometrické složení jednotlivých genetických typů zemin může v určitém rozmezí kolísat (např. zrnitostní křivka 7 i 8 reprezentuje spraš)



Propustnost

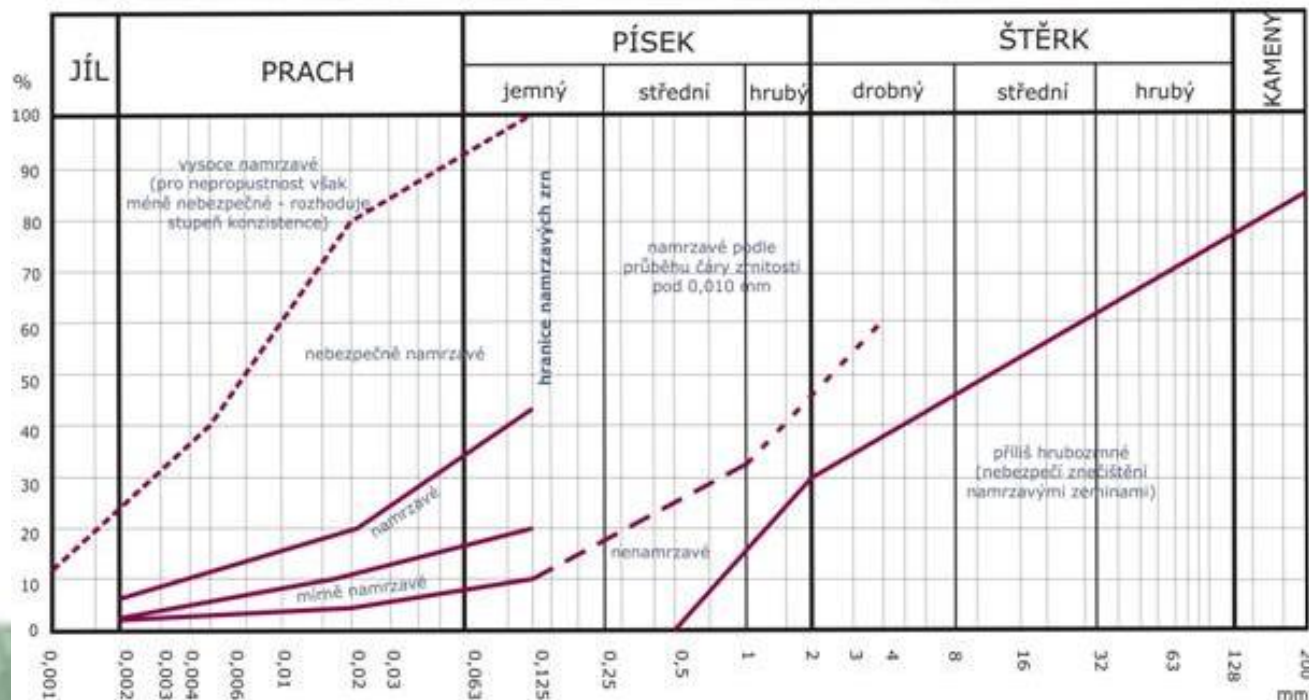
- Pro orientační posouzení **propustnosti** je využíváno dvou mezních křivek zrnitosti, které reprezentují hranici mezi nepropustnými a velmi málo propustnými zeminami (křivka M) a mezi málo propustnými a propustnými zeminami (křivka L). Z grafu je zřejmá všeobecně známá skutečnost, že s rostoucí velikostí zrn se zlepšuje propustnost dané zeminy.



Mezní křivky zemín nepropustných a velmi málo propustných (M) a zemín málo propustných a propustných (L)
a - zeminy nepropustné, b - zeminy velmi málo propustné, c - zeminy málo propustné, d - zeminy propustné

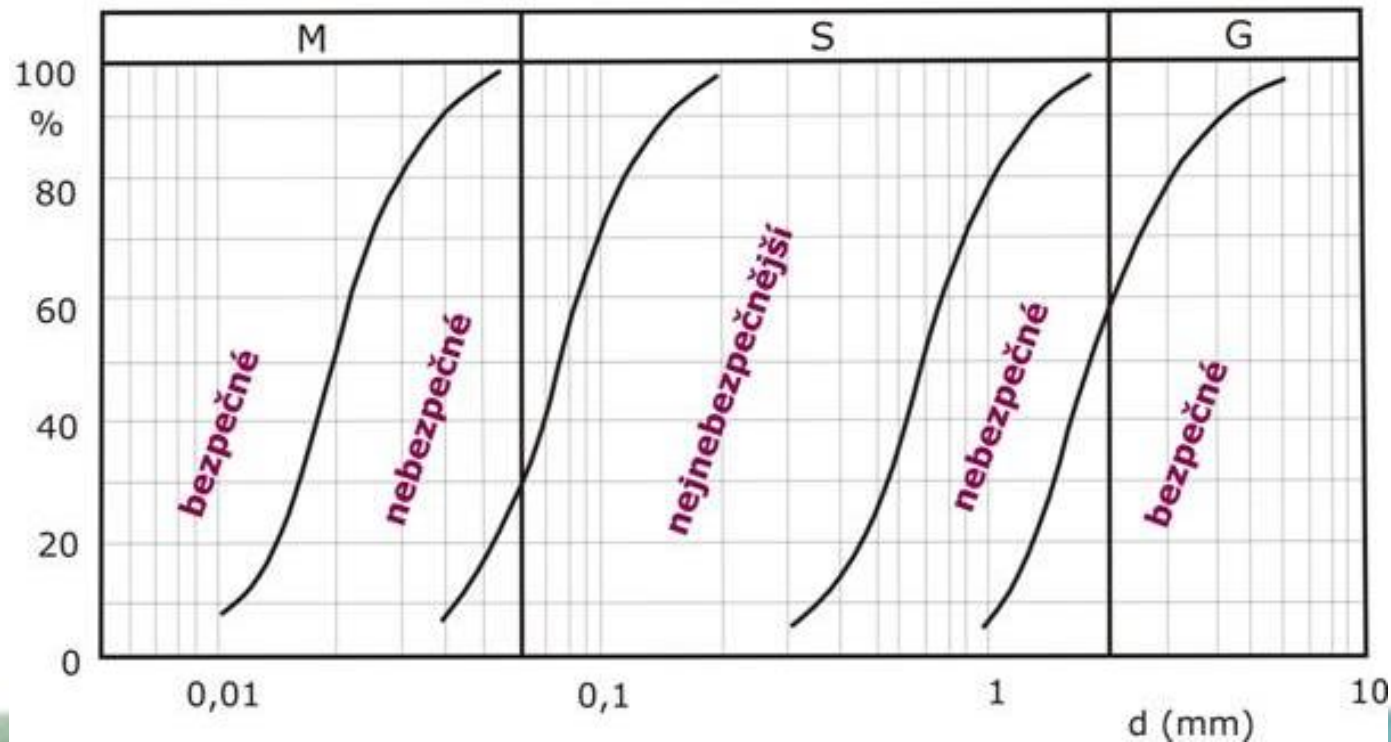
Namrzavost

- Pro orientační posouzení **namrzavosti** zemin se využívá diagramu, který je rozdělen pěti mezními křivkami zrnitosti na šest oblastí s různou mírou namrzavosti. Voda obecně při zmrznutí zvětšuje svůj objem, což způsobuje mimo jiné snížení soudržnosti zemin. Nejvíce nebezpečná z hlediska namrzavosti je oblast s převládajícími jílovými a prachovými zrny vzhledem k velké přirozené vlhkosti, která však může být výrazně snížena v závislosti na stupni konzistence. V oblasti s převládajícími štěrkovými zrny existuje možnost, že se jílová a prachová zrna vmísí do intergranulárních prostor štěrkových zrn, čímž mohou způsobit zvýšení jejich namrzání. V diagramu je také vymezena hranice namrzavosti zrn (0,125mm).



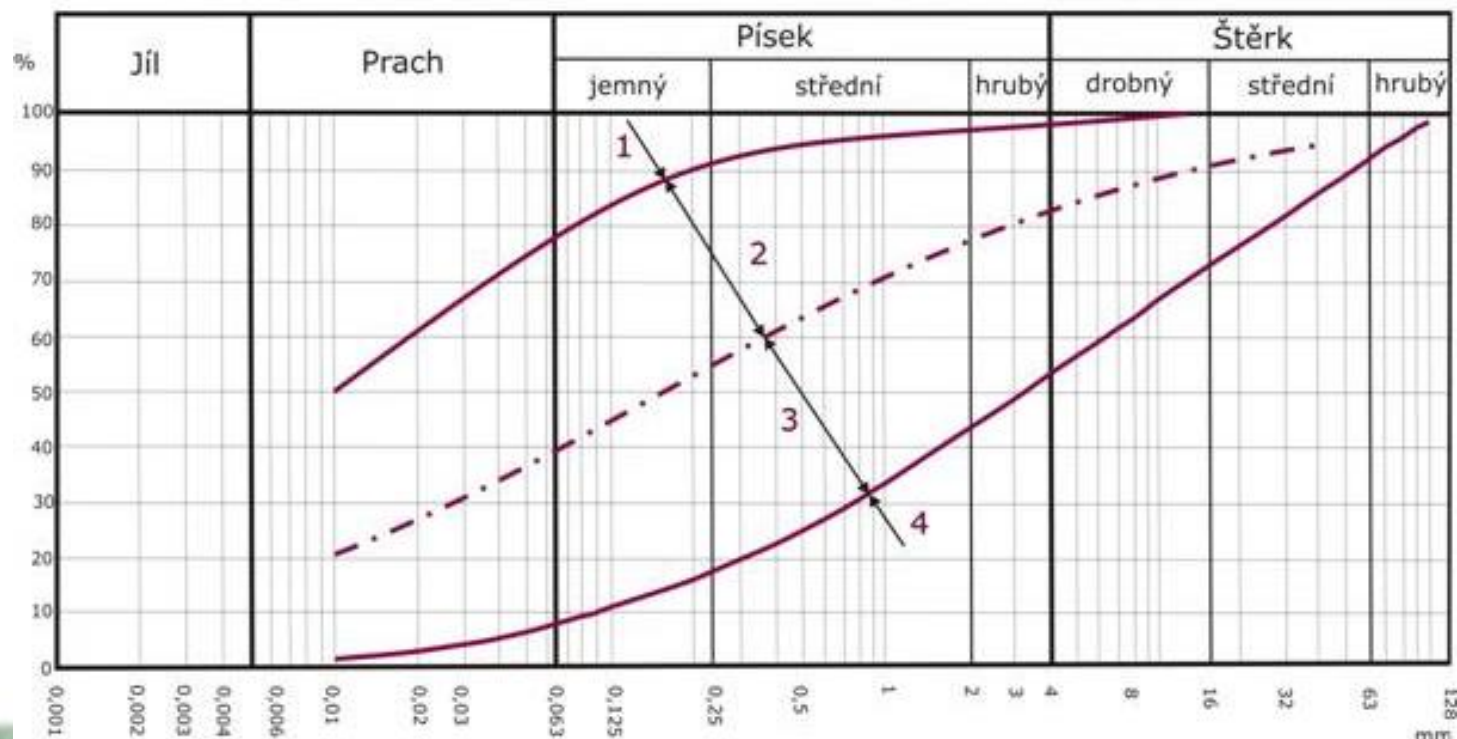
Seismické účinky

- V důsledku seismických - dynamických účinků se výrazně snižuje efektivní napětí a zvětšuje neutrální napětí, což způsobuje snižování smykové pevnosti. **Působení seismických účinků** na šterkovité nebo písčité zeminy nacházející se pod hladinou podzemní vody způsobuje jejich ztekucení



Hráze

- Z hlediska orientačního posouzení **vhodnosti zeminy pro zemní hráze** lze použít následující diagram, rozdělený třemi mezními křivkami do čtyř oblastí. Každá vymezuje zeminy, vhodné pro určitou část zemní hráze. Čára zrnitosti zemín vhodných pro těsnicí část hrází by měla ležet v oblasti 1 a 2, pro stabilizační část v oblasti 3 a 4.



Zlepšování vlastností

- Na následujícím obrázku jsou znázorněny příklady využití metod **zlepšování vlastností zemin** v závislosti na granulometrickém složení uvažované zeminy.

Jíl	Prach	Písek	Štěrk
0,001	0,01	0,1	1,0
			100 mm
VIBROFLOTACE			
ZHUTŇOVACÍ PILOTY			
ZHUTŇOVÁNÍ VÝBUCHY			
PĚCHOVÁNÍ			
DYNAMICKÁ KONSOLIDACE	DRCENÍ STRUKTURY	PŘESKUPENÍ ZRN	DRCENÍ ZRN
KONSOLIDACE			
ELEKTROOSMÓZA			
VÁPENNÉ PILOTY			
TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ			
VYPALOVÁNÍ ZEMIN			
ZMRAZOVÁNÍ ZEMINY			
INJEKTÁŽ			
KLAKÁŽ	ORGANICKÉ PRYSKYŘICE	KOLOIDNÍ ROZTOKY	BENTONIT
JÍLOCEMENTOVÉ SUSPENZE			
VYZTUŽOVÁNÍ ZEMIN			
0,001	0,01	0,1	1,0
			100 mm

Zlepšování vlastností

- Zlepšování základové půdy se týká především zvětšení smykové pevnosti, zmenšení deformací nebo i zmenšení propustnosti. Změnu vlastností základové půdy lze dosáhnout například jejím nahrazováním jinou zemínou (tzv. polštáře), mechanickými změnami stavu zeminy (odvodňování, zhutňování), přísadami do základové půdy (injektáže, stabilizace) nebo také vysoušením a vypalováním

Konstrukce šterkopískových polštářů

- základní podmínkou pro správnou funkci šterkopískového polštáře je jeho hutnění. Polštář se zhutňuje po vrstvách tloušťky cca 300 mm deskovými vibrátory nebo vibroválcováním. Šterkopísek vytváří porézní vrstvu, která působí v podzákladí jako drén. Rozměry průřezu šterkopískového polštáře se stanovují podobně jako rozměry základových pásů nebo patek, protože polštář představuje spodní stupeň vlastního základu.



Termické zpevňování podloží (vypalování půdy)

- je to způsob zlepšování základové půdy pro soudržné zeminy. Princip vypalování půdy spočívá na fyzikálně mechanických přeměnách vlastností a složení zemin po jejich zahřátí proudem horkých plynů, zaváděných do svislých, šikmých nebo i horizontálních vrtů. Horké plyny se vytlačují z vypalovací pece. Zemina, která se zahřívá nad 600°C pozbude trvale plasticitu a rozbředavost a při dalším zvyšování teploty, zpravidla až na $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$ se její jednotlivé částice spojí chemickými reakcemi v pevný celek. Vznikne keramická hmota s příznivějšími vlastnostmi

Injektování podloží

- injektování podloží se používá ke zvýšení pevnosti sypkých zemin nebo jejich utěsnění proti vodě. Injektáže jsou tím účinnější, čím je zemina propustnější. Injektážní hmota se vhání do základové půdy pod tlakem (0,2–2 MPa) pomocí injekčních jehel, zasunutých do pažnic z ocelových trub. Rozmístění jehel a velikost tlaku se volí podle složení zeminy a požadované míry jejího zhutnění, a to tak, aby se injektovaná pásma překrývala. Uvažuje se, že pruh ve kterém injektážní roztok působí je široký u písku a štěrku cca 500-1000 mm, ve skále 1000-5000 mm a ve skále s průběžnými puklinami široký i několik desítek metrů



Vyztužování zemin

- speciálními rohožemi zvyšujeme smykovou pevnost zemin, stabilitu a spolupůsobení. Výztužné vložky zamezují posunutí a vytlačování zeminy z podloží, snižují příčné deformace a tím celkově snižují sedání. Používají se pásy hliníkové, z oceli, umělých hmot. Do této skupiny řadíme i vyztužování zemin geotextiliemi



Odvodnění podloží

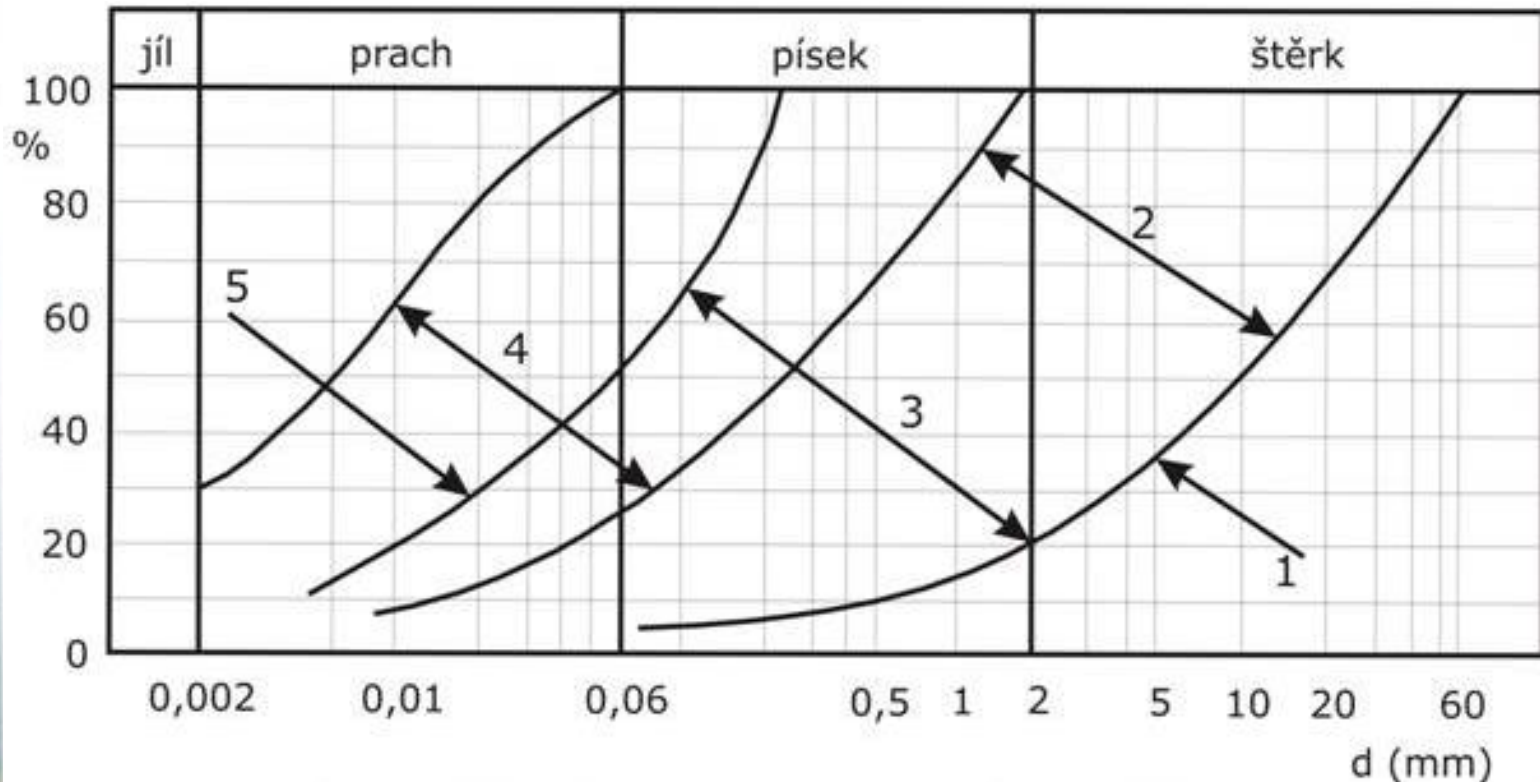
- únosnost zvodnělé základové půdy se může zvýšit zmenšením obsahu vody, tj. trvalým snížením hladiny podzemní vody

Jiné možnosti

- stabilizace jinou zeminou, cementem, asfaltem nebo dehtem, chemické látky, stabilizace vápennými nebo štěrkopískovými pilotami

Zlepšování vlastností

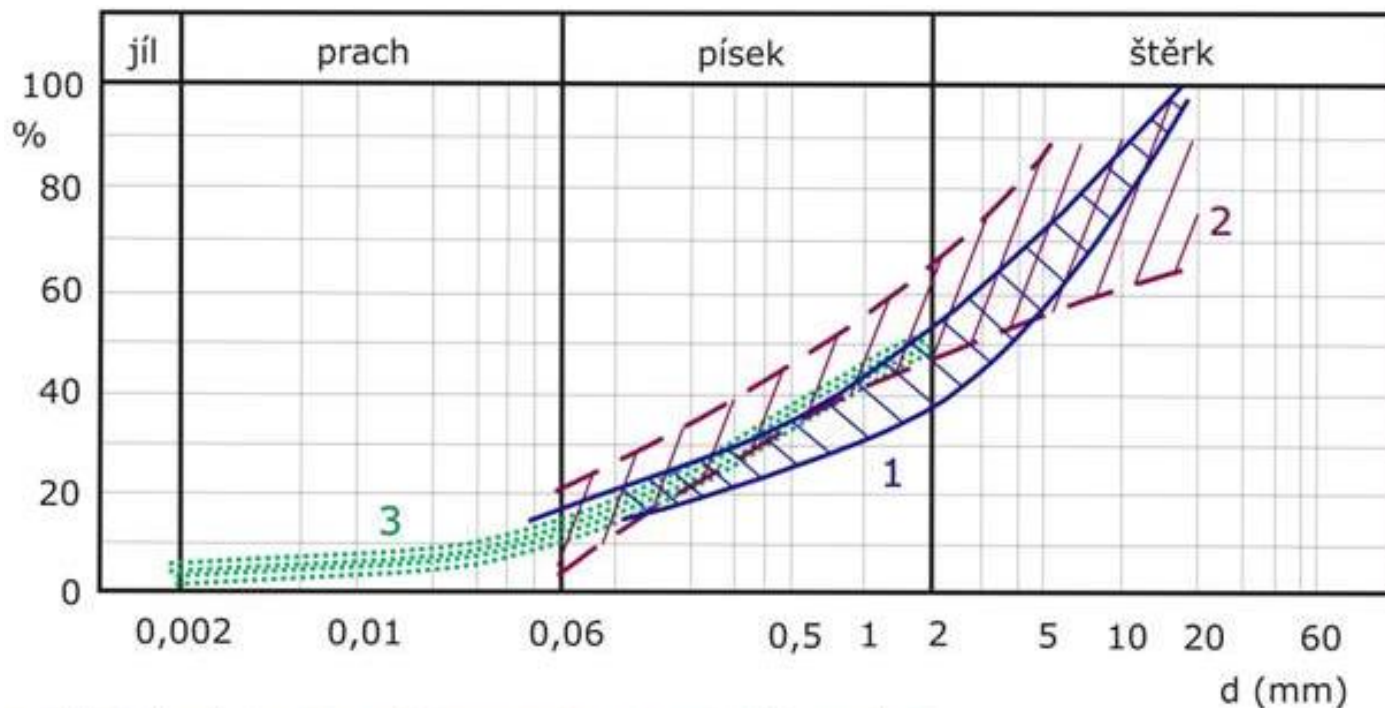
- Zlepšování vlastností zemin jejich **smísením s jinými látkami** se nazývá **stabilizace**. Rozsah použitelnosti některých druhů pojiv ukazuje obrázek



1 - zeminy nevhodné na zpevnění bez úpravy zrnitosti, 2 - vhodné na zpevnění bitumenem, 3 - vhodné na zpevnění cementem, 4 - vhodné na zpevnění vápnem a cementem, 5 - možné zpevnit vápnem

Stabilizace

- **Stabilizace** jinou zeminou je účinná tehdy, jestliže se **smísí** sypká zemina se soudržnou v takovém poměru, aby soudržná zemina vyplňovala póry sypké. Směrnice, stanovené v různých zemích, určují **optimální složení směsí stabilizovaných zemin**



1 - švédská směrnice, 2 - podle Hogentoglera, 3 - polské doporučení

Švédská směrnice

- Vytvoření směsi zeminy, která bude mít optimální složení:
 - d_{15} – 0,1-0,05 mm
 - d_{20} – 0,3-0,13 mm
 - d_{40} – 2,5-0,9 mm
 - d_{50} – 4-1,7 mm
 - d_{60} – 6-3 mm
 - d_{100} – 20 mm

Podle Hogentoglera

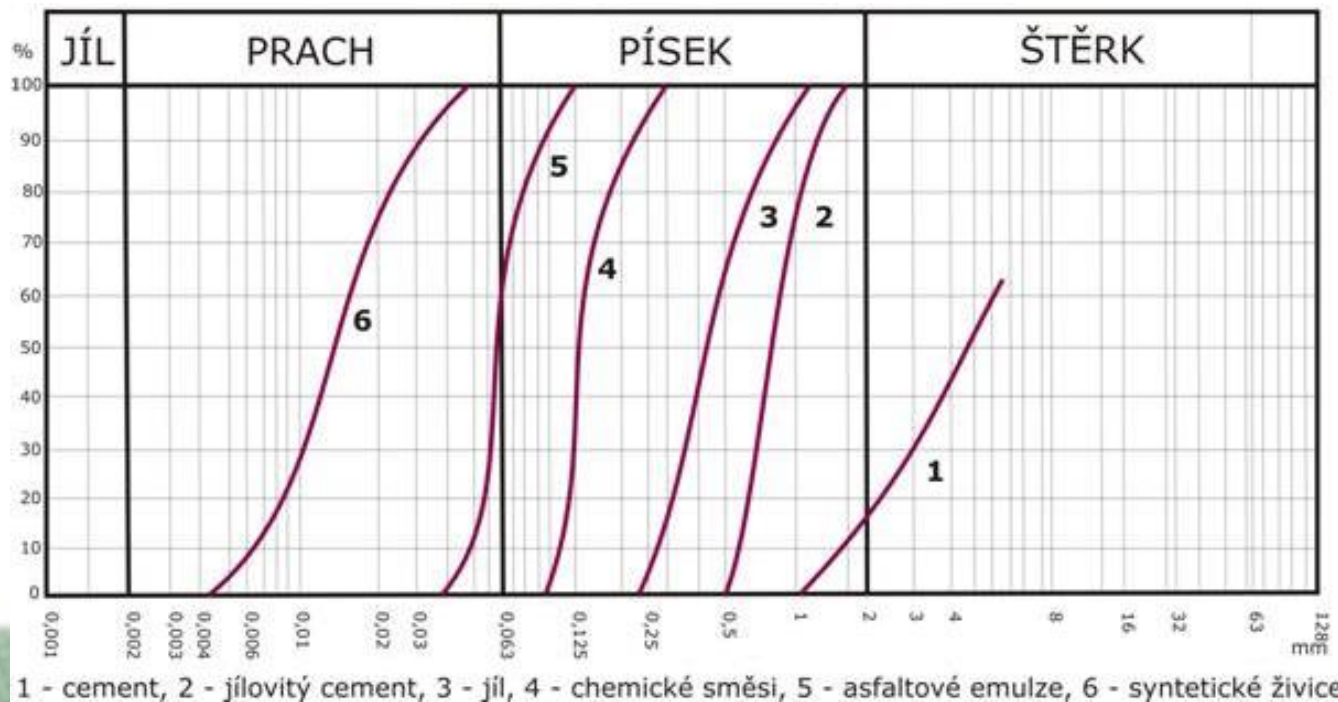
- Vytvoření směsi zeminy, která bude mít optimální složení:
 - 30-50% zrn o průměru 2-20 mm
 - 50-65% zrn o průměru menší než 2 mm
 - Současně mez plasticity $w_p = 4-9\%$
 - a mez tekutosti $w_L = 14-25\%$

Polské doporučení

- Vytvoření směsi zeminy, která bude mít optimální složení:
 - Zrna nad 2 mm – více než 45%
 - Zrna 25-2 mm –45-55%
 - Zrna 2-0,05 mm –8-11%
 - Zrna menší než 0,002 mm –2-4%
 - Současně mez plasticity $w_p = 4-9\%$
 - a mez tekutosti $w_L \leq 29\%$

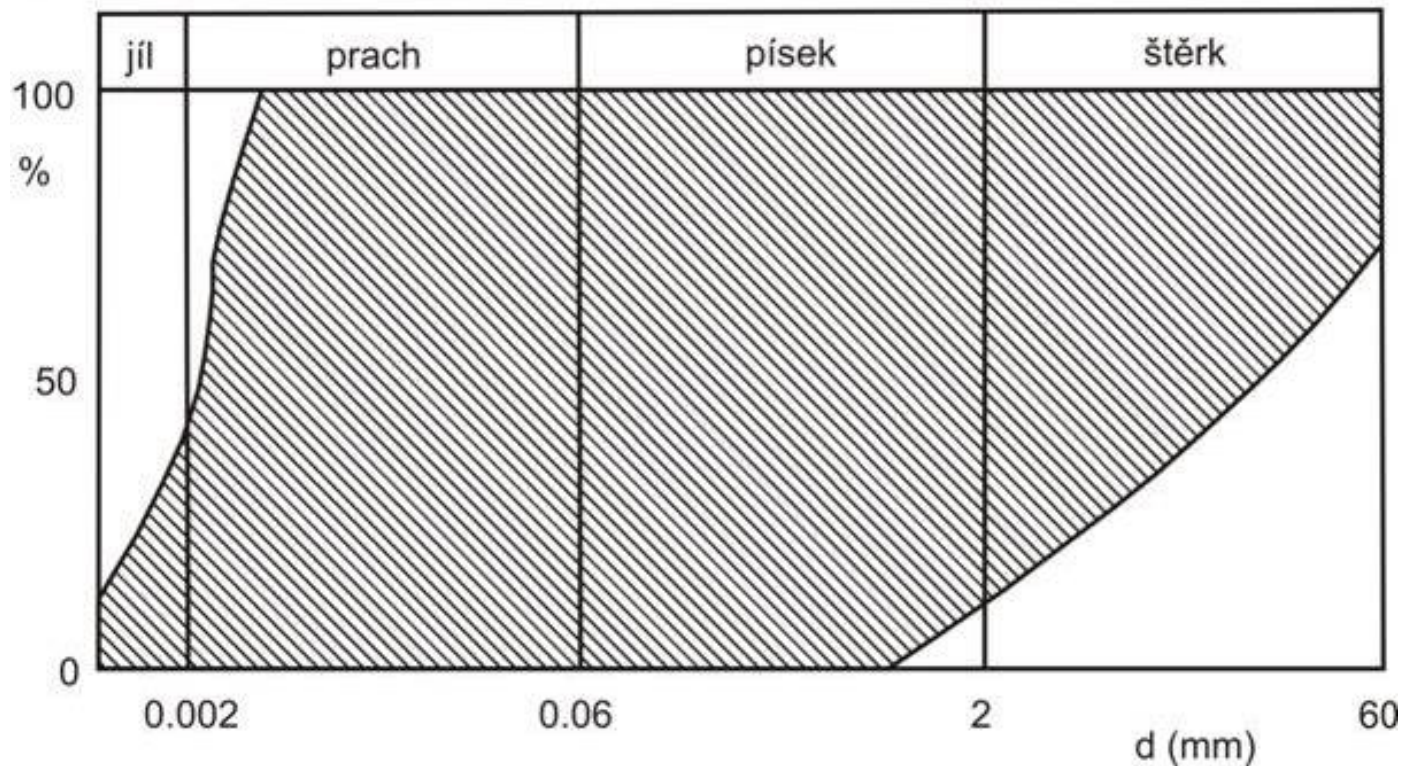
Injekční směsi

- Vztah mezi zrnitostním složením zemin a vhodností **použití vybraných injekčních směsí** je znázorněn na obrázku, kde je zobrazeno šest modelových zrnitostních křivek. Čísla u nich označují typ injekční směsi vhodný pro zeminu s daným granulometrickým složením. Pro použití dané injekční směsi je rozhodující kromě účelu injektáže především velikost intergranulárních prostor injektované zeminy a velikost zrn injekční směsi. Na grafu jsou uvedeny jen vybrané typy injekčních směsí.



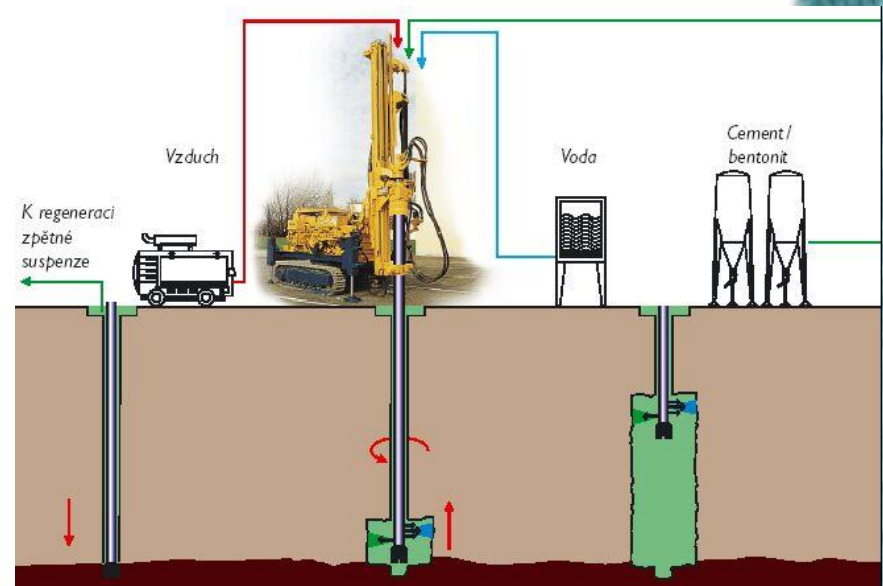
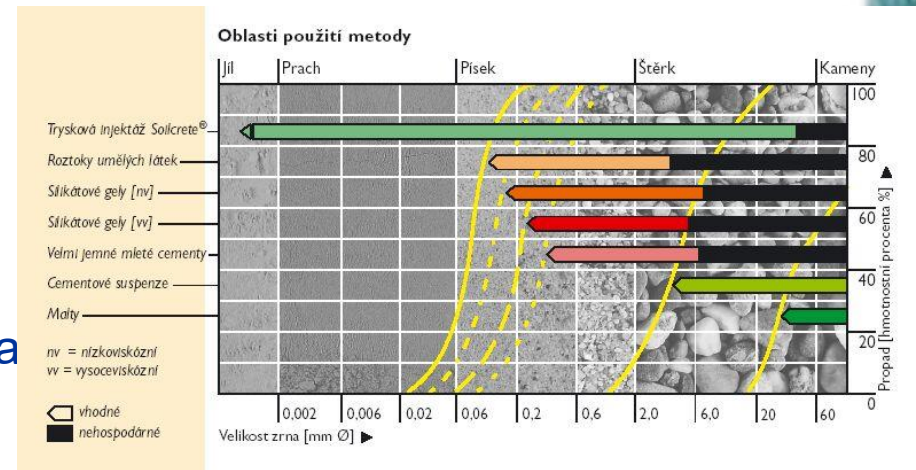
Injekční směsi

- Metodou **Soilcrete** firmy Keller se zhotovují zpevněné pilíře v zemině pomocí injekční směsi. Tato metoda má široký rozsah použití v zeminách různých zrnitostí



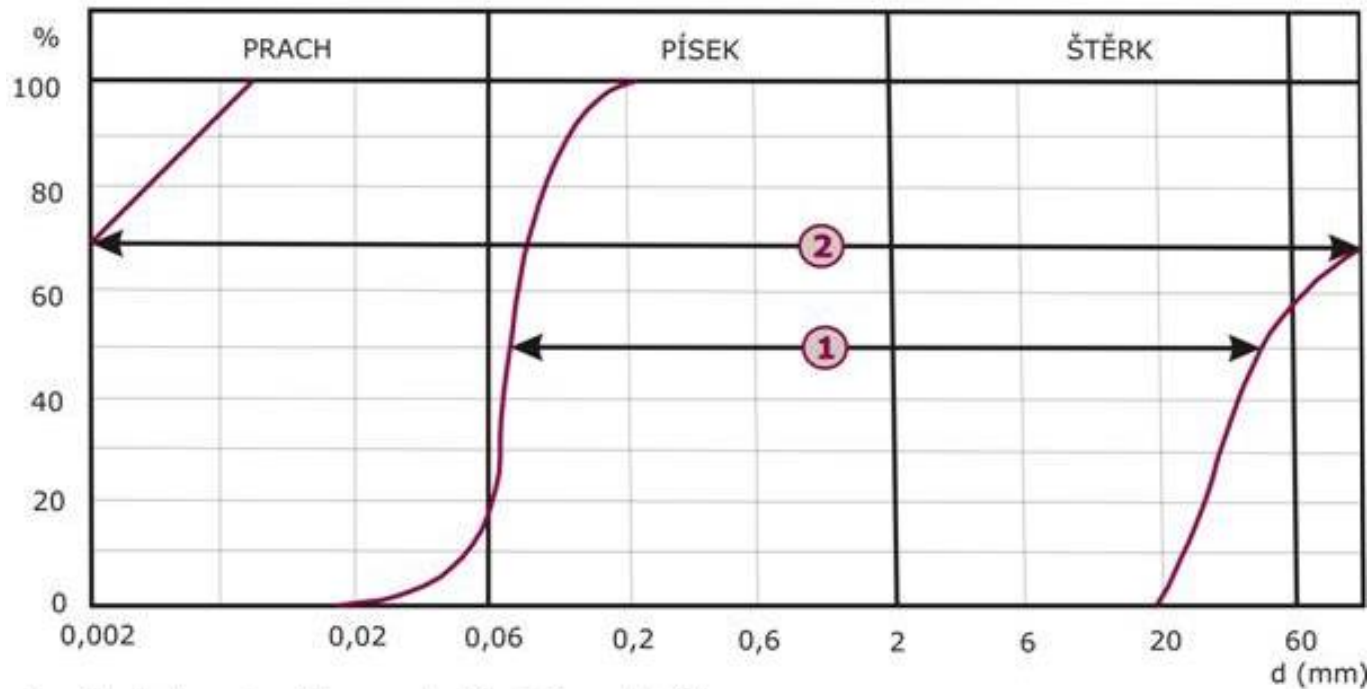
Soilcrete

- Paprsek vody nebo cementové suspenze s výstupní rychlostí $>100\text{m/s}$, který může být navíc ještě podporována obálkou jeho kinetické energie, eroduje a rozrušuje zeminu v okolí vrtu.
- Erodovaná zemina se přemísťuje a míchá s cementovou suspenzí. Část této směsi je vytlačována okolo vrtu k ústí vrtu. Metoda umožňuje vytvářet prvky nejrůznějších geometrických tvarů.
- Erozní dosah paprsku tryskové injektáže dosahuje v základové půdě až 2,5 m v závislosti na druhu zeminy, metody a použitého media. Po vytvrnutí má těleso tryskové injektáže staticky užité vlastnosti definované v atestech a certifikátech



Zhutňování

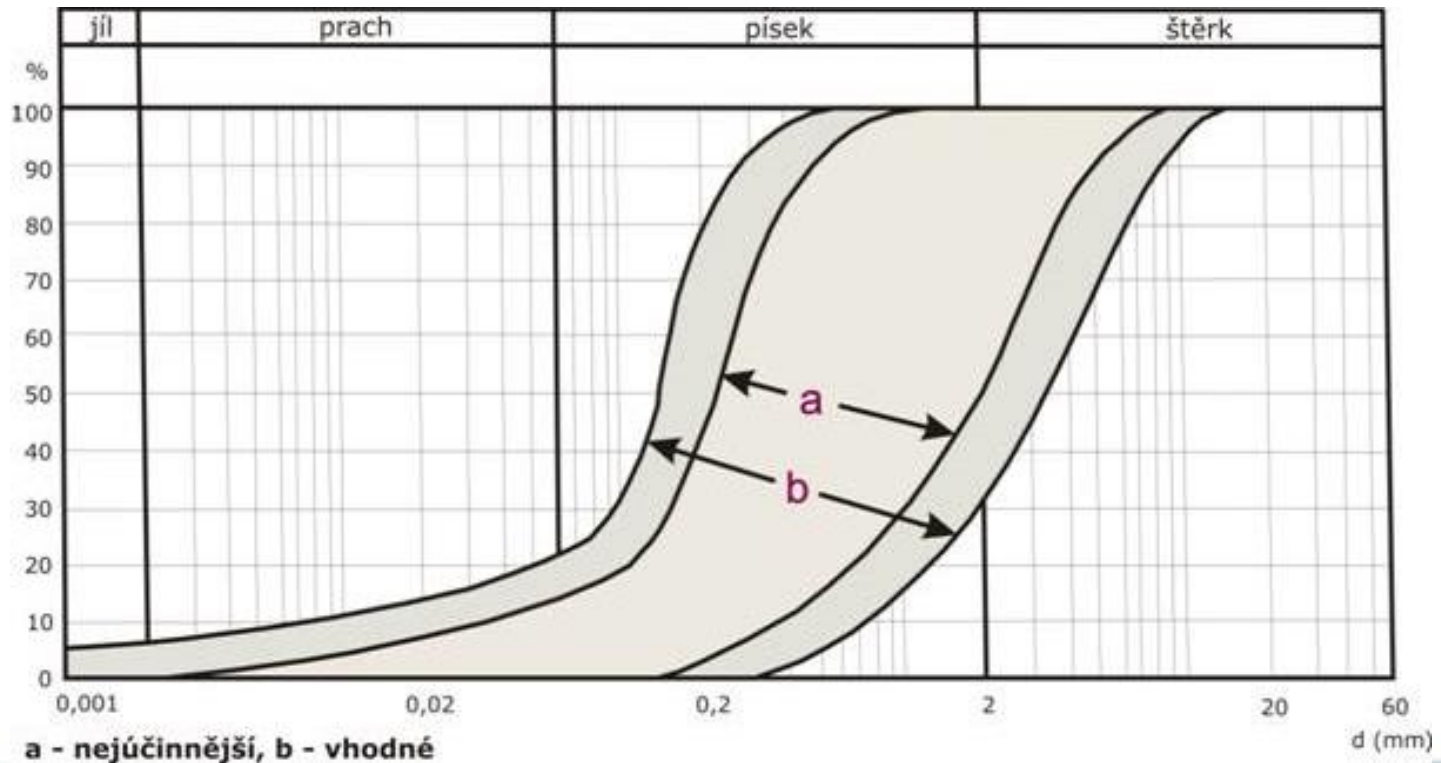
- Pro **zhutňování** jemnozrnných zemin je možno použít **vibraci s doplňováním materiálu**, čímž se vytvoří štěrkové pilíře v málo propustném horninovém prostředí. V písčítých a štěrkovitých zeminách lze využít metodu **vibroflotace**.

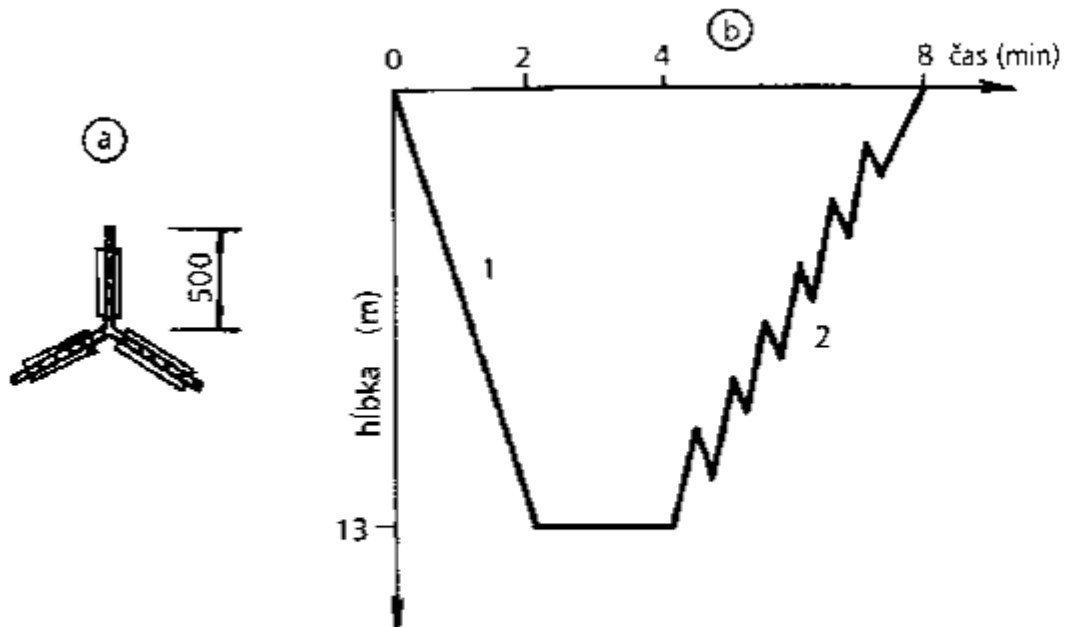


1 - vibroflotace, 2 - vibrace s doplňováním materiálu

Zhutňování

- Vhodnost zemin pro zhutňování pomocí technologie **Franki** je znázorněna na obrázku. Technologie spočívá v zatlačení ocelové sondy (příčný průřez rovnoramenného Y) do požadované hloubky, v níž je daná zemina zhutňována jednotlivými příčnými žebry.





Svislá hloubková vibrace bez doplnění materiálu (FRANKI)
 příčný řez sondou, b) záznam průběhu zhutňování, 1-spuštění, 2-vytahování

Stabilizace zemin

- Stabilizovat lze téměř všechny zeminy, které lze rozdrobit, promíchat s pojivem a zhutnit. Cílem stabilizace je zlepšit mechanické parametry (pevnost) a zabránit namrzavosti.
- Rozšířeno především v dopravním stavitelství.

Stabilizace zemin

- Promíchávání – jemnozrnné zemin (bez přítomnosti hrubších částic), jejichž pevnost je značně ovlivněna vlhkostí, lze promísením s nesoudržnou zemínou v takovém poměru, že jemnozrnná zemina vyplňuje póry nesoudržné, stabilizovat na zemínou s vysokou pevností, únosnou, bez výrazné změny konzistence při změně vlhkosti.
- Hydraulickými pojivy
 - cementování – zemina ($f < 50\%$, $IP < 17$) se rozdrobí, promíchá s cementem v patřičném množství, provlhčí na optimální vlhkost a válcováním ztuhne. Při vyšším obsahu f vhodné přidat k cementu vápno. Při nižším obsahu f popílek (popílek redukuje spotřebu cementu až o 30%)
 - vápnění – zemina ($f > 50\%$, $IP > 17$) se mísí s práškovým nebo lépe hašeným vápnem nebo vápenným hydrátem
 - struska, popel, popílek aj.
- Bitumenem – zemina se rozmělní a mísí se s asfaltem nebo dehtem, s vodou a ztuhne se. V nesoudržných zemínách se zvyšuje pevnost v tlaku, u soudržných zemin se vytváří méně propustná až nepropustná vrstva. Kombinace s jinými pojivy (např. písek 100%, dehet 8%, vápencová moučka 6%, mleté vápno 2%, voda 9%).
- Injektování – používají se prakticky všechny látky aplikované při injektování zemin (živice, technický síran sodný, kalcinovaná soda, anilin, sulfitové louhy atd.

Úpravy zemín

- Provádění mechanické úpravy zeminy v násypu se obvykle nejprve naváží a rozprostírá písčitá sypanina, pak soudržná zlepšovaná zemina. Pokud se zlepšuje ulehlá jemnozrnná zemina v podloží násypu nebo aktivní zóny zářezu, doporučuje se nejprve její nakypření frézou před navezením vrstvy hrubozrnné zeminy určené k mechanickému zlepšení.
- K promísení sypanin k mechanické úpravě lze použít vhodné prostředky ověřené např. zhutňovací zkouškou, zaměřenou na hloubku a kvalitu promísení. Vyšší vlhkost lze snížit např. opakováním mísení

Úpravy zemin

- Úprava zemin příměsí pojiva obvykle zahrnuje tyto práce:
 - příprava pracovního úseku;
 - navezení a rozprostření, popř. rozrytí, srovnání zeminy mechanizmy;
 - nadávkování pojiva;
 - mísení zeminy s pojivem, nebo pojivy;
 - úprava vlhkosti a domísení vlhké směsi s pojivem;
 - zhutnění směsi a srovnání povrchu úpravy.
- Pojivo se dávkuje pomocí dávkovačů. Při úpravách zemin v blízkosti obydlených zón se doporučuje použít pojivo se sníženou prašností. Mísení zeminy s pojivem se provádí zemními frézami (samohybné nebo závěsné za traktorem). Hloubka mísení je omezena účinností hutnicího prostředku.
- Pojivo lze dávkovat i v místě těžby, popř. na dočasně deponii. První předběžné promísení zeminy a pojiva provádějí mechanizmy při těžbě a při rozprostírání zeminy

Úpravy zemin

- Při úpravách zemin příměsí kombinace pojiv se postupuje takto:
 - a) Je-li jednou součástí z kombinace pojiv nehašené vápno, musí se nejprve promíchat zemina s vápnem a ponechat směs reagovat určitou dobu (i několik hodin), aby proběhlo vyhašení vápna. Potom teprve je dovoleno dávkovat další pojivo, směs promísit, upravit vlhkost a ztuhnout.
 - b) Při kombinaci popílku s cementem se nejprve dávkuje popílek, promísí se samostatně, pak se dávkuje cement, promísí se, popř. se upraví vlhkost a směs se ztuhne.
- Tyto postupy jsou nutné, pokud se ztuhňovací zkouškou neověří vhodnost jiného postupu.
- Pro hutnění jsou vhodné běžné vibrační válce s hladkým nebo ježkovým běhounem, nebo pneumatikové válce. Dosažená míra ztuhnění musí odpovídat požadavkům ČSN 72 1006.
- Požadovaná míra ztuhnění musí být dosažena v celé tloušťce ztuhňované vrstvy. Sestava ztuhňovacích mechanismů musí být ověřena ztuhňovací zkouškou podle ČSN 72 1006, kterou je vhodné provádět jako první úsek úpravy. Při ztuhňovací zkoušce se vizuálně zjišťuje hloubka promísení k ověření stejnoměrnosti promísení a účinnosti mísicích mechanismů

Spraše

- Při výskytu spraší nebo sprašových hlín je nezbytné v rámci geotechnického průzkumu ověřit charakteristickou vlastnost spraší – prosedavost. Prosedavé spraše mají sklon k velkým sedáním, jež se musí brát v úvahu zejména při stavbách násypů na podloží tvořeném sprašemi a při zhutňování spraší pod optimální vlhkostí
- Při použití spraší a sprašových hlín je nutné dodržet tyto zásady:
 - a) zabránit jejich rozbřednutí srážkovou vodou před zhutněním;
 - b) dosáhnout včasného zhutnění na předepsanou objemovou hmotnost při dodržení vlhkosti blízké vlhkosti optimální;
 - c) při vlhkosti vyšší než $w_{opt} + 2 \%$ je nutné docílit nižší vlhkosti buďto časovou prodlevou (za příznivého počasí), popř. úpravou vlhkosti vápnem;
 - d) při vlhkosti nižší než $w_{opt} - 2 \%$, (při zhutnění na tzv. „suché straně Proctorovy křivky“), je nutné laboratorními zkouškami ověřit, zda takto zhutněná spraš není prosedavá.
- Možnost zpracování spraší a sprašových hlín a dosažení dostatečné únosnosti při vlhkosti větší než $w_{opt} + 2 \%$ musí být prokázána zhutňovací zkouškou

Váté písky

- Specifickým je také násyp z vátých písků. Tento nesmí být budován po celé výšce z neupraveného vátého písku, neboť vrstvu vátého písku nelze obvykle zhutňovat přímo. Vátý písek se musí zhutňovat přes vrstvu ztužující v celé tloušťce vrstvy a jednotlivé vrstvy proto musí být buď střídány se ztužujícími vrstvami (vrstevnatý násyp), nebo musí být násyp v celé výšce proveden z upraveného vátého písku (upravit cementem). Urovnanou vrstvu z vátého písku je účelné neprodleně přikrýt sypaninou ztužující vrstvy a zhutnit toto souvrství, aby se co nejvíce uchovala přirozená vlhkost a nepravá soudržnost písku. Každý pracovní a denní záběr je nutné takto ukončit.
- Sypání vrstvy ze ztužující zeminy je nutné provádět čelním způsobem, po této postupně rozhrnované a zhutňované ztužující vrstvě.
- Vrstva z neupraveného vátého písku se zhutňuje prostřednictvím ztužující vrstvy (ze zhutnitelné zeminy, popř. z upraveného vátého písku) na požadovanou míru zhutnění v celé tloušťce této vrstvy.
- Po vrstvě ze zhutněného vátého písku bez úpravy nesmí být vedena staveništní doprava