

### 2521.1. Charakteristika vzorového listu

#### 2521.1.1. Způsob použití

Vzorový list **VL 2521** je součástí skupiny vzorových listů znázorňujících úpravy povrchů profilu vodních cest. Vzorový list znázorňuje různé druhy těsnění šikmých svahů příčného profilu dráhy vodní cesty a jejich konstrukční uspořádání. Výkresová část dále obsahuje znázorněné příklady použití jednotlivých typů těsnění břehů vodních cest. Pro ilustraci je ve vzorovém listu znázorněn i příklad opevnění, jež s konstrukcí těsnění břehů konstrukčně i funkčně souvisí.

Vzorový list má sloužit jako univerzální příklad řešení těsnění trasy vodní cesty vedené říčním úsekem, popřípadě průplavem. Předkládaná řešení jsou univerzální, nezávislá na třídě vodní cesty. Dimenze, způsob založení, popřípadě konstrukční řešení těsnění musí být předmětem individuálního návrhu.

#### 2521.1.2. Zásady návrhu

Zásady návrhu těsnění příčného profilu vodní cesty vycházejí z intenzity zatížení břehů vodní cesty, z místních podmínek a ekonomické výhodnosti daného typu těsnění. Těsnění vodní cesty zabraňuje prosakování nepřípustného množství vody z profilu vodní cesty do podloží. Těsnění břehů nebo dna vodní cesty je nutné realizovat v těch úsecích, kde se úroveň plavební hladiny uvnitř profilu nachází trvale nebo dočasně nad hladinou podzemní vody v okolním terénu. Tento případ nejčastěji nastává v úsecích vedených v částečném nebo úplném násypu. Konstrukce těsnění vodní cesty je nutno provádět rovněž v těch případech, kdy materiál homogenních hrází nezaručuje svými mechanickými vlastnostmi dostatečnou těsnost příčného profilu.

Typ těsnění břehů a dna vodní cesty se volí v individuálním návrhu na základě místních podmínek, podle intenzity namáhání a zatížení břehů hydrostatickými a hydrodynamickými vlivy vyvolanými působením vody, větru a účinky prolouvajících plavidel. Obecně je nutno při návrhu typu těsnění vycházet :

- ❑ z požadavků a účinků plavebního provozu
- ❑ z konfigurace terénu, geologického složení podloží, půdněmechanických a geofyzikálních vlastností materiálu dna a svahů profilu vodní cesty
- ❑ z podmínek i technologického postupu výstavby trasy vodní cesty
- ❑ z možností použití daných materiálů, které jsou k dispozici

#### 2521.1.3. Popis značení

Vzorový list **VL 2521** zahrnuje textovou část, příklad těsnění svahu vodní cesty těsnící plastovou folií v měřítku 1 : 200, příčný řez těsněním svahu jílocementovou těsnící clonou umístěnou v ose hráze v měřítku 1 : 200, příčný řez vodní cestou těsněnou pomocí těsnící injekční clony v měřítku 1 : 200, příklad návodního šikmého zemního těsnění v měřítku 1 : 200 a příklad zemního středového těsnění v měřítku 1 : 200.

Veškeré kóty a rozměry vykreslených typů těsnění, způsob založení i sklonu svahů jsou znázorněny jako bezrozměrné veličiny, jejichž návrh musí být předmětem konkrétní projektové dokumentace.

### 2521.2. Popis technického řešení

#### 2521.2.1. Těsnění foliemi z plastických materiálů nebo asfaltových koberců

Těsnění tohoto typu je téměř úplně nepropustné. Folie se kladou v pásech šířky 2.0 – 3.0 m na podkladní ochrannou vrstvu vytvořenou většinou z geotextilií potřebné hustoty. Geotextilie zabraňují mechanickému poškození těsnící folie zrnou podkladní zeminy. Docílení dostatečné těsnosti velmi záleží na stavebním uložení a vzájemném spojování jednotlivých pásů těsnící folie. Pásky se v místě přesahů spojují většinou svařováním nebo lepením.

Ukotvení těsnících folií k šikmému svahu profilu vodní cesty se provádí většinou jejím přisypáním kamenným záhozem a záhozovou patkou nebo kamennou rovinou na vrstvu štěrku nebo štěrkopísku. Ochranu těsnící folie proti porušení materiálem přitěžovacího přísypu zajišťuje krycí vrstva geotextilie. V případě nepřitěžovaného foliového těsnění se jednotlivé pásy musí oboustranně kotvit do svahů nebo koruny hráze. V tomto případě se provádí pouze horní ochranná vrstva těsnící folie.

#### 2521.2.2. Těsnění podzemní těsnící stěnou

Těsnění svislou podzemní stěnou se provádí po dokončení veškerých zemních prací na profilu vodní cesty. Podzemní stěna se provádí z koruny hotové boční hráze vibračním vtlačováním svislého dláta do materiálu násypu. Těsnící stěna se většinou realizuje až do úrovně nepropustného podloží boční hráze profilu vodní cesty. Svislá rýha vytlačená vibračním dlátem se vyplní jílocementovou suspenzí, která se v průběhu času odvodní a vytvoří tenkostěnnou nepropustnou clonu. Síla podzemní stěny se provádí 150 – 200 mm. Funkce takto zkonstruované podzemní stěny je pouze těsnící, stěna nemůže plnit funkci statickou.

#### 2521.2.3. Těsnění injekční clonou

Těsnění svislou nebo šikmou injekční clonou se stejně jako vibrovaná podzemní stěna provádí z úrovně koruny hráze vodní cesty. Z toho důvodu je tento způsob těsnění vhodný i pro dodatečné dotěšňovací práce profilu již provozované vodní cesty. Pro docílení potřebné těsnosti hráze pomocí injekční clony je dostatečná pórovitost zemního materiálu násypu, aby se injektáží do jednotlivých vrtů vytvořila z injekční směsi průběžná nepřerušovaná clona.

V koruně hráze se vybetonuje injektážní betonový blok, z jehož horní plochy se provádějí svislé nebo šikmé injektážní vrt. Do vrtů se osadí plastová perforovaná výpažnice, do níž se posléze vhání pod tlakem cementová nebo jílocementová injekční směs. Injektáž se provádí vzestupným nebo sestupným způsobem. Vzdálenosti jednotlivých vrtů se určí na základě geomechanických vlastností materiálu násypu.



ÚPRAVY POVRCHŮ PROFILU VODNÍ CESTY TĚSNĚNÍ BŘEHŮ VODNÍ CESTY	ŘEDITELSTVÍ VODNÍCH CEST ČR	VL2521 2 / 7
VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY TĚSNĚNÍM VODNÍ CESTY		7 / 2007

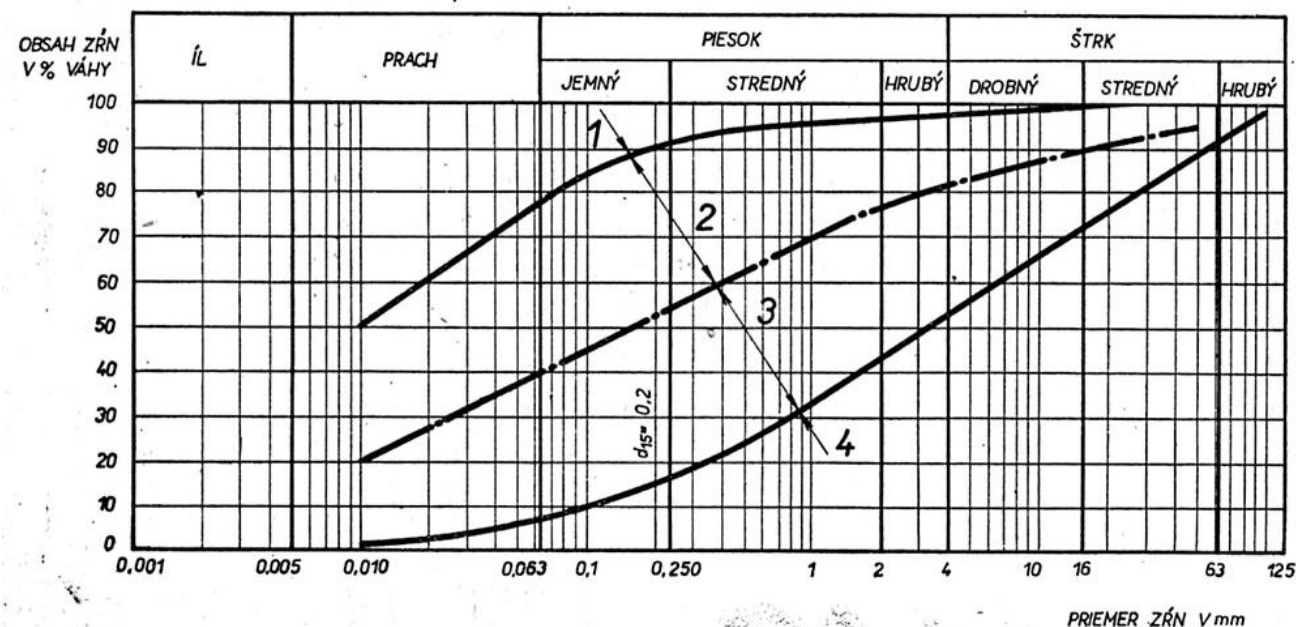
#### 2521.2.4. Zemní těsnění návodní

Nejčastěji používaným způsobem těsnění břehů vodní cesty je zemní těsnění. Zemní těsnění může být provedeno jako šikmé návodní nebo svislé středové. Návodní těsnění se provádí z vhodného těsnícího zemního materiálu hutněním po vrstvách na podkladní, stabilizační část nehomogenní hráze. Těsnění je třeba ochránit před vnějšími nepříznivými účinky ochrannou vrstvou, která se velmi často provádí formou záhozového opevnění. Přejít mezi materiálem těsnění a kamenivem záhozu je třeba vybavit zemním filtrem nebo vrstvou geotextilie tak, aby se zabránilo nežádoucímu vyplavování částic těsnění do materiálu záhozu.

Pro těsnící část nehomogenních hrází vodních cest se používají nepropustné zeminy splňující tyto podmínky:

- ❑ koeficient propustnosti je menší než  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s
- ❑ čára zrnitosti se nachází v oblasti 2, případně 1 diagramu mezních čar zrnitosti
- ❑ obsah organických látek není větší než 5%
- ❑ mez tekutosti zeminy není vyšší než 50%
- ❑ maximální zrno zeminy činí 100 mm
- ❑ v případě zemin prachových, jemných písčitých a sprašových hlín musí být index plasticity vyšší než 8

Diagram mezních čar zrnitosti zemin těsnícího jádra hráze



Šikmé návodní těsnění se provádí v jednotné tloušťce nebo jako postupně se po výšce rozšiřující vrstva. Těsnění se většinou navrhuje v síle 300 – 500 mm. Těsnící vrstva jílu nebo hlíny se rozprostírá po celém obvodu těsněného úseku vodní cesty. Těsnění se musí ukládat za příznivého počasí tak, aby bylo chráněno před účinky deště a mrazu. Po uložení se těsnící vrstva chrání před nežádoucím vyschnutím překrytím ochrannou zemní vrstvou.

#### 2521.2.5. Zemní těsnění středové

Pro zemní těsnění středové se používá stejných materiálů jako u šikmého návodního těsnění. Zemní těsnění bývá umístěno v ose hráze a zapřeno z obou stran násypem stabilizační části hráze. Přejít mezi těsnící a stabilizační částí hráze má být z důvodu zabránění nežádoucí sufozi vytvořen jako zemní filtr. Materiál zemního těsnění je stejně jako materiál stabilizačních částí ukládán po vrstvách a hutněn. Šířka těsnění se směrem od koruny k patě hráze rozšiřuje. Návodní i vzdušný líc se navrhuje ve vhodném sklonu. Pata zemního středového těsnění se zapouští do nepropustného podloží hráze vodní cesty. Těsnění je nutno provádět současně s nasypáváním stabilizačních částí hráze.

#### 2521.2.6. Těsnění vrstvou hydratonu

Těsnění stěn profilu vodní cesty se provádí rovněž vrstvou hydratonu, což je směs jílu, písku, vodního skla a sody. Těsnění se realizuje jako šikmé, o tloušťce 200 mm. Součinitel propustnosti tohoto materiálu se pohybuje v rozmezí hodnot  $10^{-8}$  až  $10^{-9}$  ms<sup>-1</sup>. Těsnící vrstva se překrývá horními ochrannými vrstvami tvořenými např. kamennou rovnatinou, vrstvou lomového odpadu a zemní vrstvou. Hydratonové těsnění je při provádění méně citlivé na působení povětrnostních vlivů než těsnění zemní.

#### 2521.2.7. Těsnění betonovými nebo železobetonovými deskami

Těsnění příčného profilu vodní cesty prováděné z betonových nebo železobetonových desek plní zároveň funkci opevnění. Tímto způsobem lze těsnit jak břehy vodní cesty, tak dno. Těsnění se zhotovuje buď přímo na místě, nebo se provádí z prefabrikovaných desek silných 100 mm ukládaných do šterkopiskového podkladu. Při těsnění dna vodní cesty tímto způsobem se v betonové desce vynechávají v určitých vzdálenostech odlehčovací otvory nebo se zřizuje pod konstrukcí těsnění drenáž na omezení účinků vztaku. Ve dně vodní cesty je třeba překrýt těsnící vrstvy ochrannou vrstvou, která zabraňuje jejich poškození kotvením plavidel. Dilatační spáry betonových desek musí být těsněny například plastovými těsnícími pásy.



ÚPRAVY POVRCHŮ PROFILU VODNÍ CESTY TĚSNĚNÍ BŘEHŮ VODNÍ CESTY	ŘEDITELSTVÍ VODNÍCH CEST ČR	VL2521 3 / 7
VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY TĚSNĚNÍM VODNÍ CESTY	VZOROVÉ LISTY	7 / 2007

### 2521.2.8. Těsnění asfaltobetonové

Asfaltobetonovými vrstvami je možno těsnit jak svahy, tak dno vodní cesty. Tento typ těsnění plní zároveň i funkci opevnění. Těsnění se provádí jako vícevrstvé, skládající se z horní, ochranné vrstvy silné až 100 mm, střední, těsnící vrstvy tloušťky až 80 mm a spodní, vyrovnávací vrstvy a nosné vrstvy tloušťky 100 – 150 mm. Nosná vrstva se provádí z písčitého materiálu zpevněného cementem nebo živičnou zálivkou. Na zpevněnou nosnou vrstvu se při budování těsnění nanášejí jednotlivé horní vrstvy asfaltobetonu. Těsnění svahů se provádí svahovými stroji, zatímco těsnění dna se ukládá pomocí finišerů. Tímto způsobem vzniká na obvodu profilu pružné a odolné těsnění beze spár, které se dnes používá na většině nově budovaných vodních cest.

### 2521.3. Závaznost vzorového listu

Konstrukční a rozměrové řešení těsnění příčného profilu vodní cesty musí být předmětem individuálního technického návrhu. Příklady těsnění příčného profilu jsou ve vzorovém listu znázorněny jako bezrozměrné veličiny s udanými minimálními předepsanými hodnotami jednotlivých parametrů.

Závazné údaje, vyplývající ze znění zákonů a vyhlášek, se k návrhům těsnění vodních cest nevztahují, a proto nejsou ve výkresové části vzorového listu znázorněny.

Doporučené údaje představují rozměry, které jsou v předkládaném vzorovém listu použity z důvodů technických, provozních, ekonomických a z důvodu návaznosti na ostatní části vodních cest. Doporučené údaje nejsou pro individuální návrh závazné, avšak jejich použití je pro danou konstrukci vhodné a v praxi se osvědčily. Doporučené kóty jsou ve výkresové části rozlišeny zesíleným a ohraničeným typem písma. K doporučeným údajům znázorněným ve vzorovém listu lze přiřadit rozměry koruny hráze s obslužnou komunikací probíhající podél trasy vodní cesty. Doporučujícími údaji jsou rovněž minimální nebo maximální rozměry prvků a konstrukcí těsnění uvedené v textové části vzorového listu.

Volné údaje představují ve výkresové části vzorových listů rozměry, které byly použity pouze v předkládaném návrhu. V konkrétním projektovém řešení mohou být tyto údaje volně nahrazeny nebo změněny dle úsudku zpracovatele. Volné kóty jsou ve výkresové části vzorových listů uvedeny bez zvýraznění.

### 2521.4. Srovnání původních a nových vzorových listů

Typy těsnění příčných profilů nebyly v původních vzorových listech řešeny. Předkládané řešení je zcela nové a čerpá z nejnovějších požadavků na konstrukci a tvar plavební dráhy vodních cest.

### 2521.5. Variantní řešení

Jednotlivé varianty těsnění vodních cest jsou ve výkresové i textové části vzorového listu popsány s uvedením konstrukčních zásad a doporučených řešení. Kromě břehů je možno provádět rovněž těsnění dna profilu vodní cesty v kombinaci s břehovým těsněním, což představuje variantu řešení těsnění vodní cesty.



ÚPRAVY POVRCHŮ PROFILU VODNÍ CESTY TĚSNĚNÍ BŘEHŮ VODNÍ CESTY	ŘEDITELSTVÍ VODNÍCH CEST ČR  VZOROVÉ LISTY	VL2521  4 / 7  7 / 2007
VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY TĚSNĚNÍM VODNÍ CESTY		



ÚPRAVY POVRCHŮ PROFILU VODNÍ CESTY TĚSNĚNÍ BŘEHŮ VODNÍ CESTY	ŘEDITELSTVÍ VODNÍCH CEST ČR  VZOROVÉ LISTY	VL2521  1 / 7
VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY TĚSNĚNÍM VODNÍ CESTY		7 / 2007

