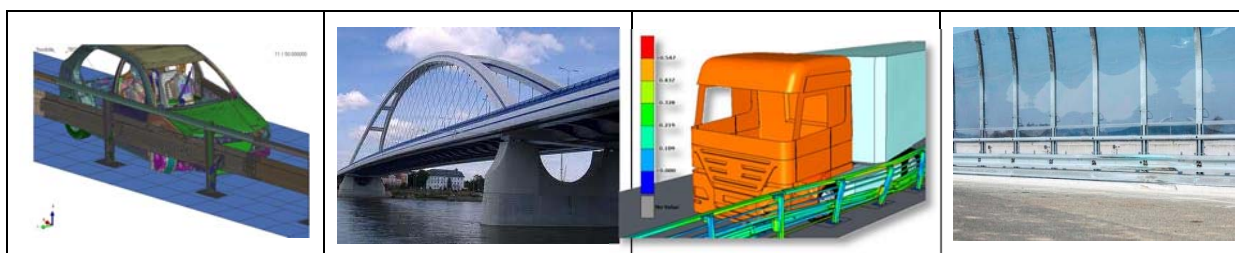


# METODIKA PRO NAVRHOVÁNÍ SILNIČNÍCH SVODIDEL S INTEGROVANOU PROTIHLUKOVOU STĚNOU



Řešitelé:

<p><b>Algon, a.s.</b></p> <p>Husovo nám. 2 267 12, Loděnice</p>	<p><b>TÜV SÜD Czech, s.r.o.</b></p> <p>Novodvorská 138 14200, Praha 4</p>	<p><b>České vysoké učení technické v Praze Kloknerův ústav</b></p> <p>Šolínova 7 166 08, Praha 6</p>
---	---	--

**Obsah:**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
1.1 CÍL METODIKY .....	3
1.2 VLASTNÍ POPIS METODIKY .....	3
1.3 SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“ .....	3
1.4 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY .....	3
1.5 EKONOMICKÉ ASPEKTY METODIKY NAVRHOVÁNÍ SVODIDLA S INTEGROVANOU PHS .....	4
1.6 SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY .....	4
1.7 SOUVISEJÍCÍ A CITOVANÉ NORMY A PŘEDPISY .....	4
<b>2. OBECNÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ.....</b>	<b>6</b>
2.1 NÁVRHOVÉ PARAMETRY SVODIDEL.....	6
2.2 POŽADAVKY NA ZKOUŠENÍ SILNIČNÍCH SVODIDEL.....	6
2.3 POŽADAVKY NA SVODIDLA.....	7
2.4 TECHNICKÉ PODMÍNKY MD ČR .....	7
2.5 NÁRAZOVÁ ZKOUŠKA PODLE EN 1317-2 DO SVODIDLA S INTEGROVANOU PHS .....	9
2.6 SPECIFIKA VYHODNOCOVÁNÍ SVODIDEL S INTEGROVANOU PHS PODLE EN 1317-2 .....	9
2.7 NÁVRH PROTIHLUKOVÝCH STĚN.....	10
2.7.1 Zásady navrhování .....	10
2.7.2 Zatížení vlastní tíhou a zatížení stálá .....	10
2.7.3 Zatížení větrem .....	11
2.7.4 Další typy zatížení .....	15
2.7.5 Konstruktivní opatření pro omezení porušení protihlukové stěny .....	16
2.7.6 Bezpečnost proti světelným odrazům .....	16
2.7.7 Tříštivost .....	16
2.7.8 Zabezpečení proti pádu .....	16
2.7.9 Úroveň zadržetí svodidla a souvislost s PHS .....	17
2.7.10 Způsob používání integrovaného svodidla .....	17
2.8 OVĚŘENÍ PHS POHLCOVAT HLUK .....	17
<b>3. SVODIDLA S INTEGROVANOU PHS NA MOSTECH .....</b>	<b>17</b>
3.1 VŠEOBECNĚ.....	17
3.2 KOTVENÍ SLOUPKŮ.....	17
3.3 DILATACE.....	18
3.4 POKRAČOVÁNÍ SVODIDLA .....	18
3.4.1 Svodidlo nepokračuje mimo most .....	18
3.4.2 Svodidlo pokračuje mimo most .....	18
3.4.3 Přechod na jiné svodidlo .....	18
3.5 UPEVNĚNÍ DOPLŇKOVÝCH KONSTRUKCÍ NA SVODIDLO.....	19
3.6 PROJEKTOVÁNÍ, OSAZOVÁNÍ A ÚDRŽBA .....	19
<b>4. BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>20</b>
<b>5. SEZNAM PUBLIKACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍ METODICE .....</b>	<b>20</b>

# 1. ÚVOD

## 1.1 Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout ucelený pohled na problematiku návrhu silničních svodidel doplněných o integrovanou protihlukovou stěnu. Navržená metodika přispívá k efektivnímu využití moderních nástrojů usnadňujících vývoj nových typů silničních záchytných systémů.

## 1.2 Vlastní popis metodiky

Tato metodika uvádí doporučení, která se mají uvážit při navrhování nebo ověřování mostních svodidel s integrovanou protihlukovou stěnou .

Požadavky na funkční způsobilost svodidel uvádí soubor ČSN EN 1317. Zásady navrhování a ověřování svodidel jsou uvedeny v ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-7 a v ČSN EN 1991-2. Další informace lze nalézt v technických podmínkách a dalších předpisech MD ČR, zejména v TP 114 a TP 104, které uvádějí pokyny pro protihlukové stěny (dále PHS).

Tato metodika je výsledkem řešení projektu aplikovaného výzkumu TA02030150 *Využití spolehlivostních metod při výzkumu a ověřování inovativních silničních svodidel*, který byl podporován prostředky Technologické agentura ČR, programem Alfa. Navazuje tak a doplňuje metodiku pro navrhování silničních svodidel na základě simulací nárazů. Zásady simulačních technik a pravděpodobnostních metod se proto již v této metodice již neuvádějí.

## 1.3 Srovnání „novosti postupů“

Metodika navrhování svodidel s integrovanou protihlukovou stěnou vychází ze souboru evropských norem EN 1317, které uvádějí požadavky na vlastnosti svodidel a jejich zkoušení. Pokyny pro svodidla s integrovanými protihlukovými stěnami zde však chybí.

Proto se tato metodika zabývá záchytným systémem, ve kterém se integruje svodidlo s protihlukovou stěnou. Pro tento konstrukční systém platí zásady Eurokódů a EN 1317, které však bylo potřebné doplnit o některé operativní pokyny. Předkládaný integrovaný záchytný systém je potřeba analyzovat a ověřit na trvalou i mimořádnou návrhovou situaci na základě vhodného výpočetního programu a s použitím simulací nárazů modelů vozidel a aplikací metody konečných prvků (MKP).

Nárazová zkouška se musí provádět na integrované konstrukci svodidlo s PHS. Nestačí tedy ověřit spolehlivost pouze vlastního svodidla na základě nárazové zkoušky a provést modifikaci. Prvky protihlukové stěny musí být konstrukčně upevněny tak, aby nedošlo ke zřícení nepřiměřeně rozsáhlých konstrukčních částí nebo prvků z mostu, k jejich pádu na vozovku, na projíždějící vozidlo nebo neohrozily účastníky silničního provozu.

Předkládaná metodika navazuje a doplňuje metodiku „Ověřování silničních svodidel“, která již byla zpracována v rámci řešení tohoto projektu, o zásady potřebné pro návrh integrované protihlukové stěny. Postupy modelování svodidel a nárazových sil se proto již v této metodice neuvádějí, protože se jimi podrobně zabývá metodika pro ověřování silničních svodidel.

## 1.4 Popis uplatnění metodiky

Na základě výstupů projektu TA02030150, provedené rozsáhlé řady testů, simulací a analýz byla vypracována tato metodika, která poskytuje konstruktérovi / projektantovi nebo dalšímu uživateli ucelený pohled na problematiku vývoje nových typů silničních záchytných systémů s kombinovanou funkcí integrované protihlukové stěny.

Metodika se uplatní při vývoji a návrhu nových typů záchytných systémů nebo úpravě stávajících konstrukcí svodidel, do kterého se doplní protihluková stěna.

## 1.5 Ekonomické aspekty metodiky navrhování svodidla s integrovanou PHS

Ekonomické aspekty metodiky svodidla s integrovanou PHS lze posuzovat z několika hledisek. Nejvýznamějším přínosem je snížení nákladů na vývoj v oblasti inovativních silničních zádržných systémů s kombinovanou funkcí. To může vést k podpoře:

- rozšíření nabídky na daném trhu o další typy a konstrukce svodidel včetně speciálních funkcí,
- optimalizace stávajících konstrukcí,
- popř. kombinace výše uvedeného.

Z celospolečenského pohledu může metodika přispět k novosti postupů, a tím k udržení konkurenceschopnosti ČR v oblasti dopravních staveb.

## 1.6 Související předpisy

Pro svodidla platí pouze předpisy, na které je v textu odkazováno. U datovaných odkazů platí pouze citované vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání dokumentu včetně případných změn. Aktuální verze technických předpisů MD ČR jsou uvedeny na [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz).

## 1.7 Související a citované normy a předpisy

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992 (soubor) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 (soubor) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1994 (soubor) Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí

ČSN EN 1995 (soubor) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 1997 (soubor) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 1998 (soubor) Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

ČSN EN 1999 (soubor) Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení

ČSN ISO 13823 Obecné zásady navrhování konstrukcí s ohledem na trvanlivost

ČSN 73 0043 Navrhování konstrukcí s ohledem na trvanlivost – Doplnující pokyny pro ověřování konstrukcí

ČSN 73 6100 - 1 Názvosloví pozemních komunikací - Část 1: Základní názvosloví

ČSN 73 6100 - 3 Názvosloví pozemních komunikací - Část 3: Vybavení pozemních komunikací

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic

ČSN 73 6109 Projektování polních cest

ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN EN 1317-1 (73 7001) Silniční záchytné systémy - Část 1: Terminologie a obecná kritéria pro zkušební metody

ČSN EN 1317-2 (73 7001) Silniční záchytné systémy - Část 2: Svodidla - Funkční třídy, kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody

ČSN EN 1317-3 (73 7001) Silniční záchytné systémy - Část 3: Tlumiče nárazu - Funkční třídy, kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody

ČSN P ENV 1317-4 (73 7001) Silniční záchytné systémy - Část 4: Koncové a přechodové části svodidel - Kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody P1

ČSN EN 1317-5+A2 (73 7001) Silniční záchytné systémy - Část 5: Požadavky na výrobky a posuzování shody záchytných systémů pro vozidla (konsolidované znění)

TNI CEN/TR 1317-6 Silniční záchytné systémy - Záchytné systémy pro chodce - Část 6: Mostní zábradlí

prEN 1317-7 Silniční záchytné systémy - Část 7: Koncové části svodidel - Kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody

ENV CEN/TS 1317-8 Silniční záchytné systémy - Část 8: Silniční záchytné systémy pro motocyklisty, které snižují prudkost nárazu motocyklisty při střetu se svodidly

ČSN EN 1794-1 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti – Část 1: Mechanické vlastnosti a požadavky na stabilitu

ČSN EN 1794-2 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti – Část 2: Obecné požadavky na bezpečnost a životní prostředí

TP 58 Směrové sloupky a odrazky

TP 66 Zásady pro označování pracovních míst na PK

TP 104 Protihlukové clony PK

TP 114 Svodidla na pozemních komunikacích, 2010

TP 124 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací

TP 139 Betonové svodidlo

TP 156 Mobilní plastové vodící stěny a ukazatele směru

TP 158 Tlumiče nárazu

TP 159 Vodící stěny

TP 203 Ocelová svodidla (svodnicového typu)

TNI CEN/TR 16303-1 (73 7002) Silniční záchytné systémy - Návod na provádění simulačních výpočtů nárazových zkoušek pro záchytné systémy pro vozidla - Část 1: Obecné informace

TNI CEN/TR 16303-2 (73 7002) Silniční záchytné systémy - Návod na provádění simulačních výpočtů nárazových zkoušek pro záchytné systémy pro vozidla - Část 2: Modelování a ověřování vozidel

TNI CEN/TR 16303-3 (73 7002) Silniční záchytné systémy - Návod na provádění simulačních výpočtů nárazových zkoušek pro záchytné systémy pro vozidla - Část 3: Modelování a ověřování nárazových zkoušek

TNI CEN/TR 16303-4 (73 7002) Silniční záchytné systémy - Návod na provádění simulačních výpočtů nárazových zkoušek pro záchytné systémy pro vozidla - Část 4: Hodnotící (ověřovací) postupy

Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Kapitola 11 Svodidla, zábradlí a tlumiče nárazů

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů ve znění zákona č. 71/2000 Sb., zákona č. 205/2002 Sb. a zákona č. 100/2013 Sb.

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění Nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS

Vzorové listy staveb PK - VL4 Mosty

Metodický pokyn Systém jakosti v oboru PK (SJ-PK), úplné znění, [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz)

## 2. OBECNÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ

### 2.1 Návrhové parametry svodidel

Při návrhu specifických silničních zachytných systémů (dále jen silničních svodidel) je vždy nutné vycházet z požadavků, které platí pro klasická silniční svodidla. Obecně lze požadavky na nová svodidla uváděná na trh rozdělit do těchto oblastí:

- Požadavky na zkoušení: ČSN EN 1317 (2011) - Silniční zachytné systémy,
- Požadavky na navrhování a ověřování konstrukcí: Eurokódy ČSN EN 1990 až 1999,
- Technické podmínky (TP) Ministerstva dopravy a ŘSD,
- Požadavky na výrobce a zhotovitele,
- Ostatní požadavky.

### 2.2 Požadavky na zkoušení silničních svodidel

Přesný postup provádění a vyhodnocení nárazových zkoušek je podrobně popsán v ČSN EN 1317-1 a ČSN EN 1317-2. Normy shrnují základní požadavky na výpočet následujících kritérií týkajících se nebezpečnosti nárazu při fyzické zkoušce (zkoušky osobním vozem):

- Index prudkosti nárazu ASI,
- Nárazová rychlost teoretické hlavy THIV,
- Index deformace kabiny vozidla VCDI.

Základním parametrem pro navržení zádržného systému pro vozidla je úroveň zadržení podle ČSN EN 1317-2. Na základě výsledků nárazových zkoušek se stanovují další návrhové parametry svodidla. Výrobce stanoví úroveň zadržení pro dané svodidlo (na mostě min. H2). Norma stanoví na základě úrovně zadržení požadované fyzické zkoušky (pro úroveň H2 to jsou zkoušky TB51 a TB11).

Stanoví se hodnota úrovně prudkosti nárazu (A nebo B) podle hodnot kritérií ASI, THIV a PHD definovaných v ČSN EN 1317-1.

Vyhodnotí se chování svodidla a vlastního vozidla při zatěžovací zkoušce:

- Požadavky normy ČSN EN 1317-2 – Část 2 na chování svodidel při zkoušce:
  - Svodidlo musí zadržet a přesměrovat vozidlo, aniž by došlo k úplnému zničení jakýchkoliv základních podélných prvků svodidla,
  - Žádná část by se neměla zcela oddělit. Každá zcela oddělená část svodidla o hmotnosti vyšší než 2 kg musí být identifikována, lokalizována a zaznamenána v protokolu.
  - Žádná část nesmí proniknout do vozidla.
  - Deformace nebo proniknutí do kabiny cestujícího ve vozidle, které by mohly způsobit vážné zranění, nejsou přípustné.
  - Základy, kotvení do země a upevnění se musí chovat v souladu s návrhem svodidla.
- Požadavky normy ČSN EN 1317-2 – Část 2 na chování vozidel při zkoušce:
  - V průběhu nárazu a po nárazu se nesmí více než jedno kolo vozidla dostat za svodidlo (vrchem nebo spodem).
  - V průběhu nárazu a po nárazu se vozidlo nesmí převrátit na žádnou jeho stranu.
  - Při zkouškách těžkými vozidly a autobusy se nesmí více jak 5% hmotnosti nákladu oddělit nebo rozlít v průběhu zkoušky, do doby než kola opustí výjezdový prostor.
  - Vozidlo musí po nárazu definovaně opustit svodidlo.

Výše uvedená kritéria jsou zásadní pro vyhodnocení zkoušky.

## 2.3 Požadavky na svodidla

Konstrukce svodidel musí být navrženy tak, aby splňovaly požadavky, které jsou na ně kladeny z hlediska mezních stavů únosnosti a použitelnosti. Konstrukce svodidel a jejich dílčí části a spoje musí být tedy navrženy tak, aby měly dostatečnou kapacitu tlumit náraz a zadržet vozidlo. Musí splňovat požadavky na mezní deformovatelnost a také na životnost (trvanlivost).

Pro navrhování různých typů konstrukcí včetně konstrukcí záchytných systémů v současnosti v ČR platí Eurokódy, které představují komplexní systém evropských norem pro navrhování konstrukcí. Zavedly se u nás v roce 2010 a nahradily původní ČSN pro navrhování konstrukcí. Specifické požadavky na silniční záchytné systémy představuje soubor evropských norem ČSN EN 1317.

ČSN EN 1990 pro zásady navrhování uvádí různé postupy navrhování a ověřování konstrukcí. Základní metodou je podle Eurokódů metoda dílčích součinitelů, alternativně lze také použít pravděpodobnostní metody. V ČSN EN 1990 jsou pokyny pro uplatnění lineárních nebo nelineárních metod, pro použití dynamických analýz i metod hodnocení rizik.

Mezinárodní norma ISO 2394 z ledna 2015 doporučuje založit navrhování konstrukcí na jejich užitných vlastnostech (tzv. „performance based design“), kde se vychází z metod rizikového inženýrství.

Zásady hodnocení rizik a návrh konstrukcí na mimořádná zatížení jsou součástí ČSN EN 1991-1-7. Uvádí se zde hodnoty nárazových sil od silničních vozidel na mostní podpěry (tzv. tvrdý náraz) a další konstrukce včetně svodidel (tzv. měkký náraz) podél pozemních komunikací. ČSN EN 1991-1-7 poskytuje informace, které umožňují stanovit nárazové síly na základě pravděpodobnostních metod. Jsou zde popsány zásady provádění dynamických analýz.

Svodidla jakožto stavební konstrukce musí splňovat Nařízení vlády č.190, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE.

## 2.4 Technické podmínky MD ČR

Technické podmínky MD ČR jsou určeny projektantům, investorům a správcům pozemních komunikací, výrobcům/dovozcům svodidel a zhotovitelům pozemních komunikací, přicházejících do styku s problematikou pozemních komunikací a dělí se na:

- Technické podmínky – TP
- Technické kvalitativní podmínky – TKP

Předpisy týkající se svodidel a protihlukových stěn zahrnují:

- TP 63 – Ocelová svodidla na pozemních komunikacích
- TP 104 – Protihlukové clony pozemních komunikací
- TP 114 – Svodidla na pozemních komunikacích
- TKP 11 – Svodidla, zábradlí a tlumiče nárazů

Technické podmínky MD ČR zároveň slouží jako podklad pro posuzování shody svodidel ve smyslu Zákona č. 22/1997 Sb. a Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. jako návod pro stanovení deklarace použití výrobku ve stavbě. Pro „jiná“ svodidla slouží TP jako podklad pro vypracování STO Autorizovanou osobou.

### Způsobilost zhotovitele

Způsobilost zhotovitele k zajištění kvality při provádění silničních a stavebních prací na pozemních komunikacích se řídí podle metodického pokynu „Systém jakosti v oboru pozemních komunikací (SJ-PK) - Část II/4: Provádění silničních a stavebních prací“. Uchazeč o zakázku musí prokázat způsobilost k zajištění kvality silničních a stavebních prací (viz [www.pjpk.cz/MP4-provpraci101.htm](http://www.pjpk.cz/MP4-provpraci101.htm)).

### Ostatní požadavky na silniční svodidla

Další požadavky, které jsou potřebná při navrhování silničních svodidel respektovat, jsou:

- Geometrický tvar a rozměry (ČSN EN 1317-5 odst. 6.2.1.3., ČSN ISO 2768-1, ČSN 730212-5, TP 104)
- Materiál spojovacích prvků (ČSN EN 10204, 10205)
- Odolnost proti korozi spojovacích prvků (ČSN EN ISO 1461)
- Mrazuvzdornost a odolnost proti rozmrazovacím prostředkům (ČSN EN 206-1, ČSN 73 1326 Z1)
- Kvalita povrchu funkčních ploch (ČSN EN 13670)
- Požadavky na instalaci a popis půdních podmínek nebo základových konstrukcí (ČSN EN 1317-5 odst. 6.2.1.3, ČSN EN 1991-2)

Jednotlivé státy si mohou definovat dodatečné požadavky, a je tedy pouze otázkou výrobce, zda je ochoten je plnit, a tedy prodávat i na zahraničním trhu. Napříč EU se jedná o různé typy požadavků jako např.:

- Otřepy na okrajích svodidel a ostré hrany,
- Výška obrubníku při zkoušce atd.

### Svodidla na PK- Projektování silnic a dálnic

Při projektování silničních záchytných systémů určených na pozemní komunikace je třeba zohlednit požadavky uvedené v normě ČSN 73 6101 – Projektování silnic a dálnic. Požadavky ČSN 73 6101, čl. 13.1.2 lze shrnout takto

- Lze používat pouze schválené konstrukce,
- Do prostoru předpokládané deformace svodidla se nesmějí ani dodatečně umísťovat žádné překážky,
- Svodidlo nesmí zasahovat do volné šířky komunikace a snižovat délku rozhledu pro zastavení,
- Pro případ neobrubníkového svodidla lícuje svodnice s obrubou,
- Výška horní hrany svodnice je 0,75 m. Na mostních objektech je výška dána ČSN 73 6201.

### Svodidla na mostech

Při navrhování záchytných systémů na mostech a na mostních objektech a podjezdech je potřeba uvážit požadavky ČSN Eurokódů, ČSN 73 6101, ČSN 73 6102, ČSN 73 6110, ČSN 73 6201, TP 114.

### Průjezdny a průchozí prostor

V případě instalace svodidla s integrovanou PHS na mostním objektu je nutné ověřit, aby konstrukce svodidla nebo protihlukové konstrukce nezasáhla do průjezdného profilu mostu podle ČSN 73 6201. Podle čl. 13.1.2.2.7. této normy nesmí svodidlo nebo s ním spojená integrovaná PHS žádnou částí zasahovat do volné šířky silniční komunikace.

### Umístění PHS na mostech

Při návrhu PHS a jejich umístění se vychází z hlukové studie a příslušných norem, zejména ČSN EN 14388 a TP 104.



## 2.5 Nárazová zkouška podle EN 1317-2 do svodidla s integrovanou PHS

V případě nárazové zkoušky těžkým vozidlem (autobusem, nákladním vozidlem) lze předpokládat, že v průběhu nárazu dojde ke kontaktu vozidla (kabiny, skeletu) s vlastní protihlukovou stěnou. Tento kontakt však může představovat vážné nebezpečí pro posádku vozidla. Proto je důležité při návrhu svodidla zajistit, aby případný kontakt s PHS byl co nejvíce hladký a nedošlo tak k nadměrnému ohrožení posádky vozidla např. odtržením části jeho konstrukce, jak je uvedeno na obr. 2.

Konstrukce protihlukové stěny musí být navržena tak, aby nedošlo při případném kontaktu během nárazu k odtržení nebo pádu větší části z PHS.

## 2.6 Specifika vyhodnocování svodidel s integrovanou PHS podle EN 1317-2

V případě vyhodnocení svodidel, která v sobě kombinují více funkcí, je potřeba říci, že z pohledu vyhodnocení nárazové zkoušky se jedná o jeden systém, jehož jednotlivé funkce nelze od sebe oddělit.

Jedná se zejména o vyhodnocení dynamického průhybu a pracovní šířky svodidla, a dále o vyhodnocení deformace těžkého vozidla po nárazu. V případě vyhodnocení pracovní šířky  $w$  se výsledná hodnota určuje z deformace celé konstrukce včetně PHS nebo jiných integrovaných systémů, jak je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1 – Vyhodnocení pracovní šířky  $w$  u svodidel s integrovanou PHS

Z pohledu vyhodnocení podle EN 1317 se deformace těžkých vozidel po nárazu pouze zdokumentují, avšak dále nevyhodnocují.



Obr. 2 – Nepřípustná deformace a roztržení skeletu autobusu po nárazu

## 2.7 Návrh protihlukových stěn

### 2.7.1 Zásady navrhování

Protihlukové stěny, které jsou integrované se svodidlem, se navrhují na zatížení vlastní tíhou, zatížení stálá a zatížení větrem podle ČSN Eurokódů. V případě potřeby se uváží působení odklízení sněhu ze silnice v zimním období, teplotní změny, popřípadě zatížení námrazou. V případě, že protihlukové stěny nejsou součástí svodidel, musí se navrhnout jejich základy.

Protihlukové stěny se navrhují na mezní stavy a příslušné návrhové situace v souladu s Eurokódy. Ověřují se na mezní stav použitelnosti z hlediska přípustných deformací. Obecně se nepožaduje, aby protihluková zařízení odolala nárazu vozidel, viz ČSN EN 1794-1.

Pro ověřování mezních stavů únosnosti v trvalé a dočasné návrhové situaci je podle národní přílohy ČSN EN 1990 doporučena dvojice výrazů (1a,b), přičemž se použije rozhodující z nich

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1b)$$

případně lze také použít jediný výraz, který je však považován za méně ekonomický

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1)$$

- kde  $Q_{k,1}$  charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení,  
 $Q_{k,i}$  charakteristická hodnota vedlejšího  $i$ -tého proměnného zatížení,  
 $G_{k,j}$  charakteristická hodnota  $j$ -tého stálého zatížení,  
 $\gamma_{G,j}$  dílčí součinitel  $j$ -tého stálého zatížení,  
 $\gamma_Q$  dílčí součinitel proměnného zatížení, v němž jsou uváženy modelové nejistoty a proměnnost rozměrů,  
 $\xi$  redukční součinitel,  
 $\psi_0$  součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení.

Kombinace pro mimořádnou návrhovou situaci je dána vztahem

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } A_d \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (2)$$

- kde  $\psi_1$  je součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení,  
 $\psi_2$  součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení,  
 $A_d$  návrhová hodnota mimořádného zatížení nárazem vozidla.

Integrované svodidlo se ověřuje s ohledem na mimořádnou návrhovou situaci a analyzuje se přenos účinků nárazu do protihlukové stěny. Sleduje se, aby části konstrukcí protihlukových stěn nebo protihlukových zařízení neohrozila bezpečnost silničního provozu nebo dalších osob, viz ČSN EN 1794-1.

Ověřování mezních stavů použitelnosti vychází v běžných případech (např. při posouzení velikosti deformace) z nerovnosti

$$C_d \geq E_d \quad (3)$$

- kde  $C_d$  je návrhová hodnota příslušného ukazatele (kritéria) použitelnosti, např. přípustná deformace nebo přípustná šířka trhlin.

### 2.7.2 Zatížení vlastní tíhou a zatížení stálá

Kromě zatížení konstrukce vlastní tíhou je potřebné brát v úvahu zatížení stálá od nenosných částí, například od protihlukových zařízení instalovaných nebo namontovaných na nosnou konstrukci. Je

potřebné uvážit, že v důsledku nárazu může dojít k jejich poškození, které však nesmí vést ke vzniku nebezpečí pro uživatele PK nebo jiných osob.

Pokud mohou akustické prvky PHS absorbovat vodu, je tento stav potřebný uvážit pro návrh nosných prvků těchto akustických zařízení. Požadavky a omezující kritéria jsou uvedena v ČSN EN 1794-1.

Požadavky na upevnění nosných a akustických prvků, na jejich chování při nárazu a postupy zkoušení uvádí ČSN EN 1794-2.

### 2.7.3 Zatížení větrem

#### Obecně

Při stanovení zatížení a účinků zatížení větrem na konstrukce svodidla včetně PHS se postupuje podle ČSN EN 1991-1-4. Doplnující pokyny jsou uvedeny v ČSN EN 1794-1, jsou zde však potřebné revize vzhledem k zavedení Eurokódů do soustavy ČSN.

#### Rychlost větru

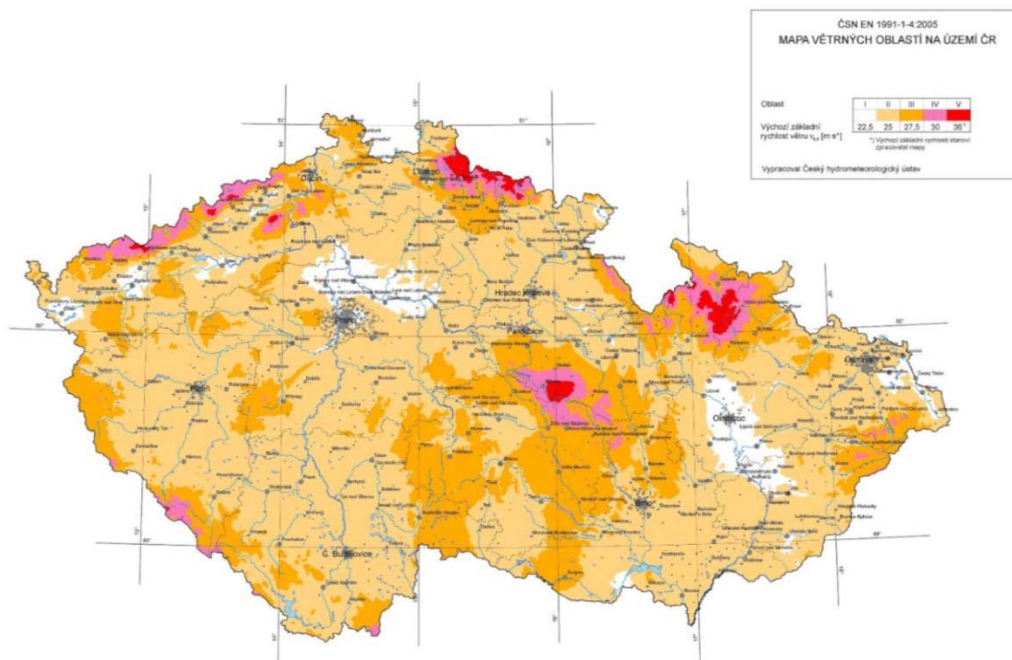
Důležitou veličinou pro určení zatížení konstrukce větrem je maximální dynamický tlak  $q_p$ , který závisí na střední rychlosti větru a krátkodobé turbulenční složce větru. Maximální tlak je ovlivněn povětrnostními podmínkami příslušné oblasti, místními vlivy a výškou nad terénem.

#### Povětrnostní podmínky

Povětrnostní podmínky oblasti jsou vyjádřeny základní rychlostí větru  $v_b$ , která je dána vztahem

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} \tag{4}$$

kde  $v_{b,0}$  je výchozí základní rychlost větru definovaná jako charakteristická desetiminutová střední rychlost větru ve výšce 10 m nad zemí v terénu s nízkou vegetací (terén kategorie II),  $c_{dir}$  je součinitel směru větru a  $c_{season}$  součinitel ročního období, které jsou v národní příloze ČR rovny jedné. Mapa větrných oblastí s výchozími základními rychlostmi  $v_{b,0}$  je pro území ČR znázorněna na obr. 2.



Obr. 2 Mapa větrných oblastí na území ČR

### Místní vlivy

Střední rychlost větru  $v_m(z)$  ve výšce  $z$  nad terémem je ovlivněna místními vlivy vyjádřenými součinitelem drsnosti terénu  $c_r(z)$  a součinitelem orografie  $c_o(z)$ . Vypočítá se ze vztahu

$$v_m(z) = c_r(z) c_o(z) v_b \quad (5)$$

kde součinitel drsnosti  $c_r(z)$  lze zapsat jako

$$c_r(z) = k_r \ln(z / z_0) \quad \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (6)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{pro } z \leq z_{\min} \quad (7)$$

kde  $z_0$  je parametr drsnosti terénu,  $z_{\min}$  je minimální výška (viz tabulka 1) a maximální výška  $z_{\max} = 200$  m. Součinitel terénu  $k_r$  závisí na parametru  $z_0$  podle vztahu

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} \quad (8)$$

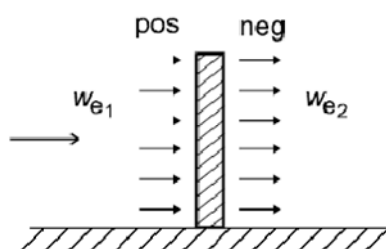
kde  $z_{0,II} = 0,05$  m (kategorie terénu II). Terén se podle místa stavby zařadí do některé z kategorií terénu podrobně popsaných v ČSN EN 1991-1-4, příloha A.1. Součinitel orografie  $c_o(z)$  vyjadřuje vliv horopisu (osamělých kopců, hřebenů, útesů) na střední rychlost větru, obvykle je roven jedné.

Pokud orografie zvyšuje rychlosti větru přes 5 %, postupuje se podle přílohy A.3 ČSN EN 1991-1-4.

Výsledný tlak větru na stěnu, střechu nebo nosný prvek je rozdíl mezi tlaky na opačných površích, uvažovaný s ohledem na jejich znaménka, viz obr. 3. Tlak působící směrem k povrchu se bere jako kladný a sání působící směrem od povrchu jako záporné.

Tabulka 1 – Kategorie terénu a jejich parametry.

Kategorie terénu	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I jezera nebo plochá krajina se zanedbatelnou vegetací bez překážek	0,01	1
II oblasti s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážky	0,05	2
III oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, budovami nebo překážkami (vesnice, lesy), jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážky	0,3	5
IV oblasti s alespoň 15 % povrchu pokrytými budovami o průměrné výšce přes 15 m	1	10



Obr. 3 – Tlaky větru na povrchy.

### Maximální dynamický tlak

Maximální dynamický tlak větru  $q_p(z)$  ve výšce  $z$ , který zahrnuje střední a krátkodobé fluktuační rychlosti větru, se stanoví ze vztahu

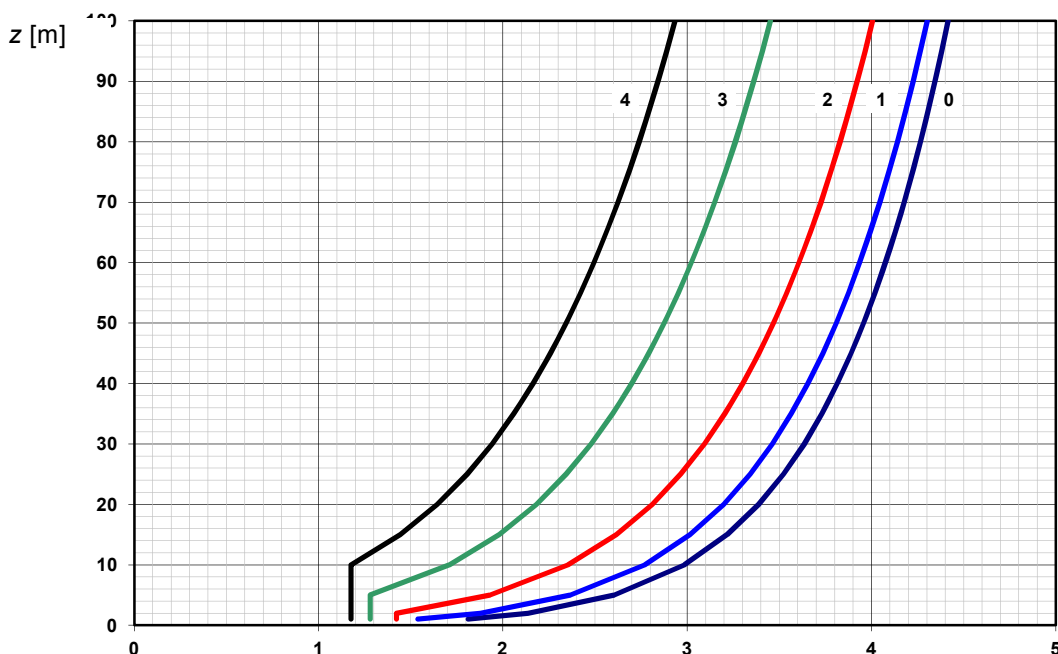
$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] 0,5\rho v_m^2(z) = c_e(z) q_b \quad (8)$$

kde  $c_e(z)$  je součinitel expozice,  $q_b = 0,5\rho v_b^2$  je základní dynamický tlak větru a  $\rho$  měrná hmotnost vzduchu, obvykle  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>. Součinitel expozice  $c_e(z)$  zohledňuje vliv turbulencí větru, kterými se zvyšuje základní tlak větru,  $c_e(z) = q_p(z)/q_b$ .

Intenzita turbulence  $I_v(z)$  ve výšce  $z$  se určí ze vztahu

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \ln(z/z_0)} \quad \text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}, \quad I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{pro } z < z_{\min} \quad (9)$$

kde  $k_1$  je součinitel turbulence (roven jedné) a  $c_0(z)$  součinitel orografie. Součinitel expozice  $c_e(z)$  je znázorněn v závislosti na výšce  $z$  nad terénem a pro kategorii terénu na obr. 4 (pro  $c_0(z) = 1,0$  a  $k_1 = 1,0$ ).



Obr. 4 – Součinitel expozice  $c_e(z)$  pro  $c_0(z) = 1,0$  a  $k_1 = 1,0$ .  $c_e(z)$

### Stanovení zatížení pro ekvivalentní odezvu konstrukce

Pokud je u konstrukce rezonanční účinek větru je podružný, nemusí se ověřovat dynamická nebo aeroelastická odezva konstrukce na zatížení větrem. Postup určení zatížení větrem se sestává ze tří hlavních kroků, kterými jsou:

- výpočet maximálního charakteristického tlaku,
- určení součinitelů tlaků a sil,
- výpočet tlaku nebo síly od větru.

### Tlak větru na povrchy a síly větru

Tlak větru  $w_e$  působící na vnější povrchy konstrukce se vypočte jako součin maximálního dynamického tlaku  $q_p(z_e)$  a součinitele vnějšího tlaku  $c_{pe}$  ze vztahu

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe} \quad (10)$$

kde  $z_e$  je referenční výška pro vnější tlak.

Síly od větru se vypočítají pro celou konstrukci nebo pro nosné prvky. Zatížení konstrukce větrem silou  $F_w$  se určí podle vztahu

$$F_w = c_s c_d c_f q_p(z_e) A_{ref} \quad (11)$$

kde  $c_s c_d$  je součinitel konstrukce vyjadřující vliv velikosti a dynamických vlastností,  $c_f$  je součinitel síly pro konstrukci nebo nosný prvek,  $q_p(z_e)$  je maximální dynamický tlak větru v referenční výšce  $z_e$  a  $A_{ref}$  referenční plocha konstrukce nebo nosného prvku. Referenční výška  $z_e$  závisí na poměru výšky a

šířky (kolmé na směr větru) celé konstrukce. Tlak větru je uvažován v každém vodorovném pruhu jako konstantní.

Síly od větru působící na konstrukce a nosné prvky se stanoví z vektorového součtu sil působících na vnější povrchy  $F_{w,e}$ , na vnitřní povrchy  $F_{w,i}$  a z třecích sil  $F_{fr}$ :

$$- \text{vnější síly: } F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{povrchy}} w_e \cdot A_{ref} \quad (12)$$

$$- \text{vnitřní síly: } F_{w,i} = \sum_{\text{povrchy}} w_i \cdot A_{ref} \quad (13)$$

$$- \text{třecí síly: } F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr} \quad (14)$$

kde  $c_{fr}$  je součinitel tření a  $A_{fr}$  plocha vnějšího povrchu rovnoběžná s větrem.

Třecí síly  $F_{fr}$  působí ve směru složek větru rovnoběžných s vnějšími povrchy. Účinky tření větru na povrchu lze zanedbat, jestliže celková plocha všech povrchů rovnoběžných se směrem větru (nebo nepříliš odkloněných) je rovna nanejvýš čtyřnásobku plochy všech vnějších povrchů kolmých k větru (návětrných a závětrných).

Součinitel konstrukce  $c_s c_d$  vyjadřuje vliv velikosti a dynamických vlastností konstrukce (v národní příloze ČR se nerozděluje na součinitel velikosti  $c_s$  a dynamický součinitel  $c_d$ ). V ČSN EN 1991-1-4, kapitola 6, je uveden postup výpočtu součinitele konstrukce, v příloze D jsou pak doporučeny hodnoty součinitele konstrukce pro jednotlivé typy staveb. Pro konstrukce s dominantní kvazistatickou odezvou je součinitel obvykle v rozmezí  $1 > c_s c_d \geq 0,85$  (hodnota  $c_s c_d = 1$  se pokládá za bezpečnou).

### Volně stojící stěny

U volně stojících stěn, kam lze zařadit protihlukovou stěnu, se stanoví součinitele výsledného tlaku  $c_{p,net}$  pro oblasti A, B, C a D podle obrázku 5.

Hodnoty výsledných součinitelů tlaku  $c_{p,net}$  pro volně stojící stěny jsou uvedeny v tabulce 2 pro dvě různé hodnoty součinitele plnosti. Tyto doporučené hodnoty odpovídají směru šikmého větru v případě stěny bez vedlejšího průčelí a dvěma opačným směrům naznačeným na obr. 5 v případě stěny s vedlejším průčelím. Referenční plocha je v obou případech celková plocha. Pro součinitele plnosti mezi 0,8 a 1 lze použít lineární interpolaci. Pro volně stojící stěny je referenční výška obvykle  $z_e = h$ .

Tabulka 2 – Doporučené hodnoty součinitelů tlaku  $c_{p,net}$  pro volně stojící stěny

Součinitel plnosti	Oblast		A	B	C	D
$\varphi = 1$	Bez vedlejšího průčelí	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	S vedlejšími průčelími s délkou $\geq h^*)$	2,1	1,8	1,4	1,2	
$\varphi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2

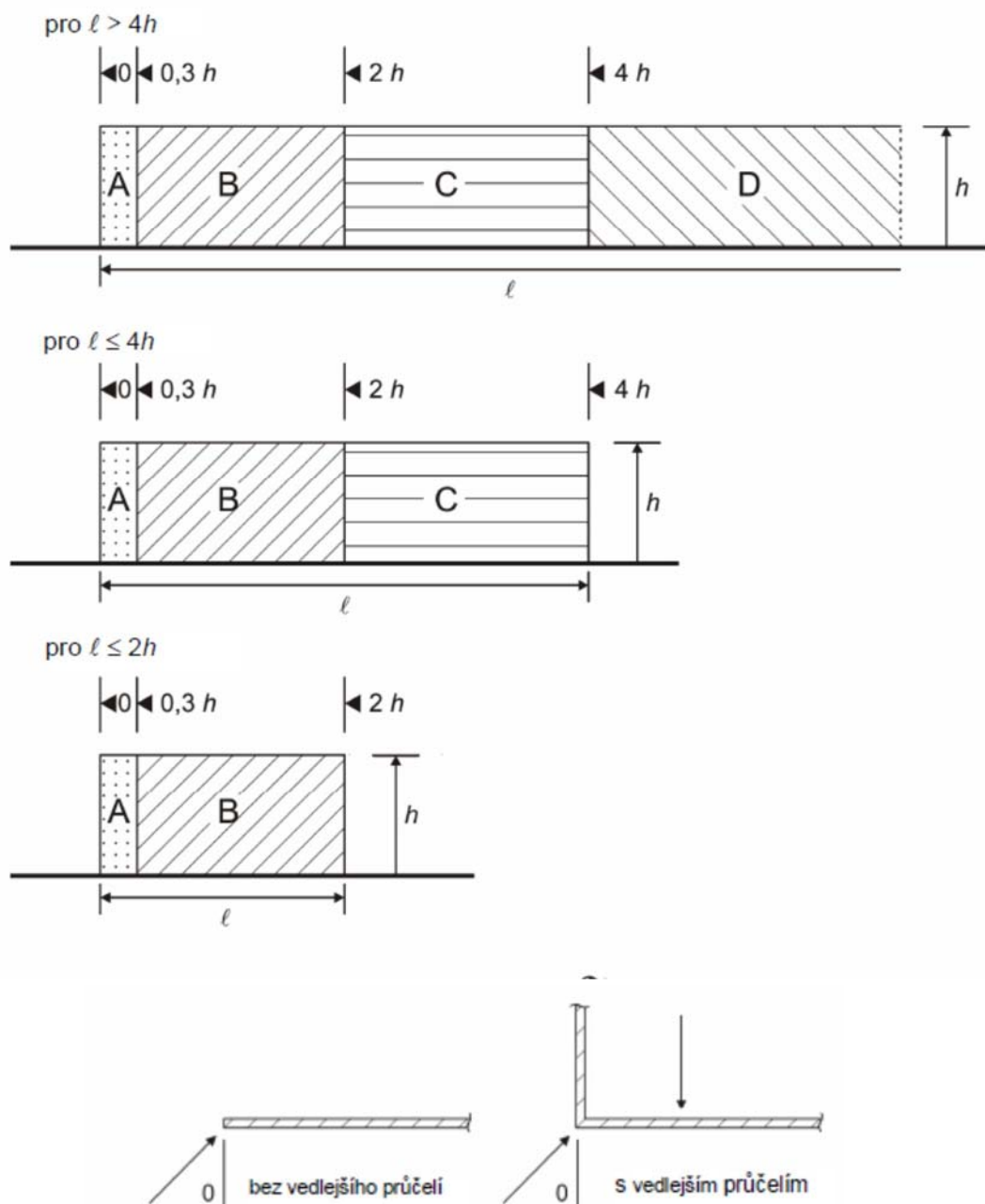
\*) Pro vedlejší průčelí s délkami mezi 0 a  $h$  lze použít lineární interpolaci.

### Součinitele vnějších tlaků, součinitele síly a tření

ČSN EN 1991-1-4 uvádí hodnoty součinitelů vnějších tlaků na části konstrukcí o různých tvarech. U součinitelů tření se rozlišuje hrubost povrchu konstrukce, součinitele síly pak umožňují stanovení zatížení větrem globálně na celou konstrukci.

### Stanovení zatížení větrem na protihlukovou stěnu

Protože protihluková stěna může být umístěna v různých větrovních oblastech ČR a vystavena různým účinkům větru, může být při návrhu stěny ekonomicky výhodné odlišit výchozí základní rychlosti větru a typ terénu. Pak se pro konkrétní místo staveniště použije daná kategorie protihlukové stěny. Tím bude zajištěna její spolehlivost.



Obr. 5 – Schéma členění volně stojící stěny na jednotlivé plochy

#### 2.7.4 Další typy zatížení

Na protihlukovou stěnu působí další zatížení, mezi která patří zatížení teplotou, kde pokyny jsou uvedeny v ČSN EN 1991-1-5, zatížení námrazou v ČSN ISO 12494 a zatížení nepříznivými vlivy prostředí v ČSN ISO 13823 a ČSN 73 0043. Pro návrh základových konstrukcí platí ČSN EN 1997.

Požadavky pro odolnost protihlukových zařízení proti případným nárazům vlivem odražených kamenů jsou uvedeny v ČSN EN 1794-1.

Mezi ostatní zatížení je možné počítat také přenos účinků nárazu ze svodidla na protihlukovou stěnu, pokud jsou společně integrovány, a také tlak větru od projíždějících vozidel, viz ČSN EN 1991-2.

Požaduje se také odolnost integrovaného svodidla proti nepříznivým vlivům prostředí, zejména s ohledem na působení rozmrazovacích solí, UV záření, biologickým a živočišným škůdcům.

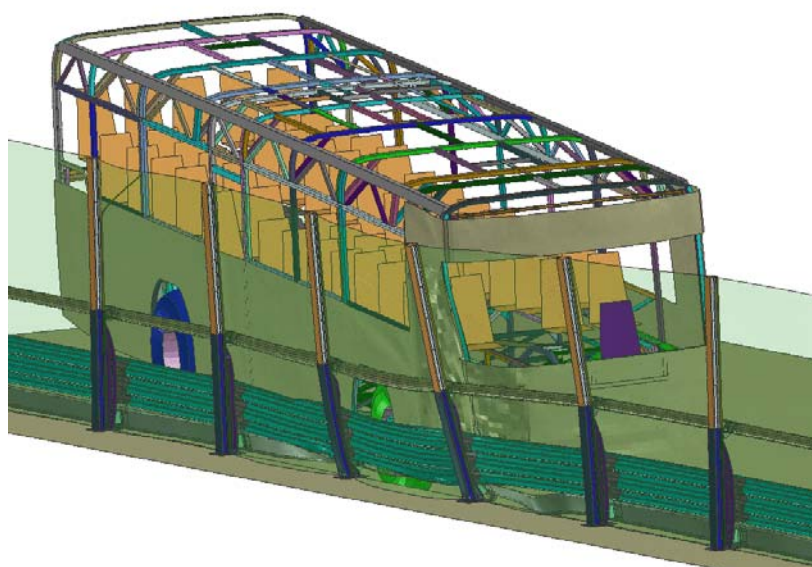
Uvážit se musí zatížení vznikající při zimní údržbě. Způsob stanovení zatížení při odklizení sněhu pro určitý rozsah rychlostí a vzdálenosti od protihlukového zařízení je uveden v ČSN EN 1794-1.

### 2.7.5 Konstrukční opatření pro omezení porušení protihlukové stěny

Pro konkrétní integrované svodidlo se musí navrhnout konstrukční opatření pro omezení porušení PHS.

V ČSN EN 1794-1 se jako vhodné opatření k omezení porušení nebo kolapsu protihlukové stěny doporučuje osadit na sloupky protihlukové stěny několik podélných madel dostatečné dimenze (doporučuje se nejméně 2 ocelová madla  $\varnothing 102/4$  mm). Jedno madlo má být ve výšce 0,1 – 0,2 m pod horní úroveň svodidla a další cca 0,5 m od horního okraje stěny vyšší než 2 m v místech, kde by mohl hrozit náraz korbou nákladního vozidla.

Případný náraz vozidla nebo jeho části do protihlukové stěny lze predikovat pomocí počítačových simulací využívajících metody konečných prvků (MKP) – blíže viz Metodika pro ověřování spolehlivosti silničních svodidel, MDČR



Obr.č. 6- MKP simulace s predikcí kontaktu vozidla s PHS

### 2.7.6 Bezpečnost proti světelným odrazům

Protihluková stěna musí splňovat požadavky na bezpečnost z hlediska světelných odrazů. Jsou proto nepřijatelné skleněné, kovové nebo nátěrové materiály, které by mohly odrazem světla oslnit účastníky provozu na PK, viz TP 104.

### 2.7.7 Tříštivost

Stěnové výplně ze skel, organokřemičitých skel, akrylátu, polykarbonátů atd. musí splňovat požadavky na tříštivost podle ČSN EN 12150-1 a ČSN EN 1794-2.

### 2.7.8 Zabezpečení proti pádu

Protihluková zařízení mají být v nechráněných místech protihlukových stěn zpevněna vnitřními nebo vnějšími spojovacími prostředky, aby se neuvolnila a nespadla dolů. U protihlukových stěn, které nejsou připevněny odpovídajícími prostředky, musí být přijata vhodná opatření k zachycení padajících dílců nebo jejich částí. U mostních svodidel je bezpodmínečně nutné vhodnou konstrukční úpravou zamezit oddělení dílců PHS z konstrukce a tím jejich pádu z mostu.



### 2.7.9 Úroveň zadržení svodidla a souvislost s PHS

Při návrhu integrované protihlukové stěny se musí uvažovat požadavek na úroveň zadržení svodidla. Nosné prvky svodidla a spoje s protihlukovou stěnou se musí navrhnout tak, aby nedošlo k vypadnutí nebo odlomení velkých kusů těchto stěn směrem na vozovku, kde by ohrožovaly bezpečnost silničního provozu, ani nenastal jejich pád pod most, kde by opět mohlo dojít k ohrožení bezpečnosti lidí nebo majetku.

### 2.7.10 Způsob používání integrovaného svodidla

Integrované svodidlo se musí používat v souladu s nárazovými zkouškami. Změna integrovaného svodidla (např. úprava výplně PHS, jiný druh kotvení u mostních svodidel) lze provést za předpokladu, že výrobce požádá AO o příslušnou modifikaci.

U PHS, které je součástí svodidla, může být použita pouze taková výplň, která byla osazena při nárazových zkouškách, nebo která prošla procesem modifikace dle ČSN EN 1317-5+A2 a byla schválena AO.

## 2.8 Ověření PHS pohlcovat hluk

Při specifikaci materiálových a geometrických vlastností protihlukové stěny je potřebné ověřit schopnost protihlukové stěny pohlcovat hluk. Důležitými veličinami jsou šířka pozemní komunikace, její konfigurace, konfigurace okolního terénu, třída komunikace, intenzita a rychlost provozu.

## 3. Svodidla s integrovanou PHS na mostech

### 3.1 Všeobecně

Minimální délka svodidla se v souladu s TP 114 pro mostní svodidla nestanovuje, pokud u svodidla nedochází k vytržení kotvení sloupků při nárazové zkoušce. V takovém případě celý systém funguje jako záchytná síť a je nutné stanovení minimální délky. Podrobněji viz TP 114.

Podle ČSN 73 6101 čl. 13.1.2.2.9 v případě návržení nadobrubníkového ocelového svodidla lícuje svodnice s podstupnicí obruby chodníku nebo odrazného proužku. V případě tzv. přejezdného obrubníku (o výšce maximálně 0,070 m) může být svodnice odsazena až o 0,50 m.

Podle ČSN 73 6101 čl. 13.1.2.2.10 je výška horní hrany svodnice ocelových svodidel nad přilehlým zpevněným povrchem silniční komunikace 0,75 m. Polohu horní hrany svodnice na mostních objektech stanovuje ČSN 73 6201.

### 3.2 Kotvení sloupků

Výrobce definuje pro dané svodidlo způsob kotvení. V praxi se využívá dvou základních, principiálně odlišných systémů kotvení pomocí:

- 1/ rozpěrných kotev,
- 2/ chemických kotev.

Pro případ chemických kotev je nutné uvést přesný název, typ, velikost a materiál kotev a lepidla spolu s hloubkou kotvení, technologií kotvení a technologií vrtání děr. Výrobce musí uvést, s jakým systémem kotvení bylo svodidlo odzkoušeno, popř. jaké další způsoby kotvení doporučuje.

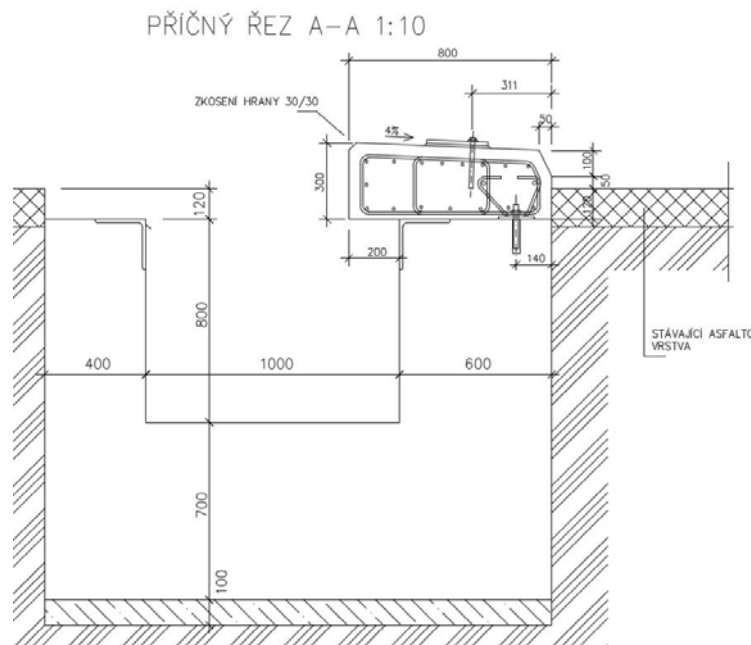
V případě svodidel s integrovanou protihlukovou stěnou je nutné při návrhu kotvení uvážit i další hlediska:

- zatížení větrem působí z obou stran protihlukové stěny,
- přenos zatížení větrem do mostovky.

V tomto případě je nutné zohlednit zatížení v trvalé i mimořádné návrhové situaci, tedy nejen přenos zatížení do mostovky nárazem vozidla. Pokud se jedná o PHS s větší plochou, může být výsledné zatížení vnášené do mostovky i srovnatelné se zatížením od nárazu vozidla.

Při návrhu kotvení je nutné zohlednit výztuž mostní římsy. Postup návrhu mostní římsy na mimořádné síly jsou uvedeny v ČSN EN 1991-2.

Na obr.č. 7 je ilustrován standardní profil mostní římsy vč. výztuže, používaný pro nárazové zkoušky v ČR.



Obr.č. 7- Profil mostní římsy pro nárazové zkoušky

### 3.3 Dilatace

Musí být vhodným způsobem zajištěna dilatace všech podélných prvků mostního integrovaného svodidla (svodnice, pomocné svodnice, madla, výplně atp.). Není dovoleno pouhé přerušení podélného prvku. Zároveň je nutné zajistit dostatečnou elektrickou izolaci podélných prvků svodidla proti bludným proudům. Postupuje se podle platných technických podmínek TP 203.

### 3.4 Pokračování svodidla

#### 3.4.1 Svodidlo nepokračuje mimo most

Pokud integrované svodidlo nepokračuje mimo most, provede se jeho vhodné ukončení s ohledem na zabezpečení před bočním nárazem. Minimální délka výběhu je 12 m v plné výšce svodidla, bez započtení případných naběhů.

#### 3.4.2 Svodidlo pokračuje mimo most

Pokračuje-li integrované svodidlo mimo most, provede se přechod z mostního typu na některý typ silničního svodidla. Pokud je za svodidlem nouzový chodník, svodidlo se před mostem ani za ním nepřerušuje.

Pokud je za svodidlem veřejný chodník, svodidlo se přeruší v souladu s obr.12, viz TP 203.

#### 3.4.3 Přejít na jiné svodidlo

Pokud se objeví požadavek na přechod na ocelové svodidlo jiného výrobce, předpokládá se pouze vzájemné propojení svodnic obou systémů. Zároveň se předpokládá ukončení ostatních podélných prvků svodidla.

Přímé napojení svodnic je možné realizovat pouze u svodidel se stejnou výškou horní hrany svodnice. Rozdíl v úrovni zadržetí může být maximálně o jednu třídu. S přechodovým dílem musí souhlasit oba výrobci. Postupuje se podle platných technických podmínek TP 203 a TP 114.

### **3.5 Upevňování doplňkových konstrukcí na svodidlo**

Postupuje se podle platných technických podmínek TP 203 a TP114.

Běžně je dovoleno na svodidla osazovat odrazky a v odůvodněných případech dopravní značky (např. kilometrovníky nebo nástavce pro směrové sloupky). Způsob osazení má být takový, aby tyto předměty netvořily nebezpečí pro vozidla. Doporučuje se, aby tyto předměty nepřesahovaly svislou lícni plochu svodidla o více než 50 mm a aby jejich spodní hrana byla nad přilehlým povrchem alespoň 0,5 m. Clony proti oslnění je dovoleno na svodidla osazovat pouze v případě, že půjde o samostatné svislé komponenty z umělohmotného materiálu, které nebudou podélně vzájemně spojované.

Protihlukové stěny se nedovoluje na svodidla osazovat, pokud nebyly se svodidlem zkoušeny dle ČSN EN 1317-2.

### **3.6 Projektování, osazování a údržba**

Postupuje se podle platných technických podmínek TP 203, TP 114 a TP 139. Mimoto je nutné zohlednit požadavky norem ČSN 73 6101 a ČSN 73 6201.

## 4. Bibliografie

### Publikace k metodice

- [Babitsky 1998] Babitsky V.I., Theory of vibro-impact systems and applications, Springer verlag Berlin, 1998
- [Bayer 2006] Bayer V., Roos D., Non-parametric Structural Reliability Analysis using Random Fields and Robustness Evaluation, 2006
- [CIB 1992] CIB Report 167, Actions on Structures. Impact, Publication 167, 1992
- [Haldar 2000] Haldar, A., and Mahadevan, S., Reliability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis, John Wiley & Sons, New York, NY, May, 2000
- [Hart 1999] Hart G.C., Wong K., Structural dynamics for structural engineers, John Wiley & Sons, 1999
- [JCSS 2001] JCSS Probabilistic Model Code (Pravděpodobnostní modelová příručka), 2010, <http://www.jcss.ethz.ch>
- [Melchers 1999] Melchers R.E., Structural Reliability. Analysis and Prediction. John Wiley & Sons, New York, 1999
- [Piarc 2003] Road safety manual, Piarc technical committee on road safety, 2003
- [Podklady 1998] Podkladové materiály CEN/TC250/SC1 k ENV 1991-2-7 (dokumenty N153.1, N167.1, N183.2, N183.3, N221, rok 1995 až 1998).
- [Španiel 2011] Španiel, M., Úvod do metody konečných prvků, České vysoké učení technické v Praze, Praha, 2011
- [VPS Manual 2013] Virtual Performance Solution 2013, Solver Reference Manual, ESI Group, 2013
- [Bayer 2006] Bayer V., Roos D., Non-parametric Structural Reliability Analysis using Random Fields and Robustness Evaluation, 2006

## 5. Seznam publikací předcházející metodice

- [Holický 2005] Holický M., Marková J., Základy teorie spolehlivosti a hodnocení rizik, ČVUT v Praze, 2005
- [Holický 2007] Holický M., Marková J., Zásady navrhování stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1990
- [Holický 2009] Holický M., Marková J., Sýkora M., Zatížení staveních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991
- [Holický 2012] Holický M., Stanovení směrných úrovní spolehlivosti pro stavební konstrukce; In: Stavební obzor 2/2012, ročník 21, ISSN 1210-4027, str. 36-39
- [Jung 2013] Jung K., Markova J., Assessment of retaining levels of safety barriers, In: Safe, 2013
- [Jung 2014] Jung K., Markova J., Analysis of reliability level of safety barriers, Safety and reliability methodology and applications, pp. 2261-2267, Esrel 2014
- [Šotola 2012] Šotola, M., Kalinský M., ZM-A/22.01 - Metodika získávání materiálových dat pro numerické simulace v SW PAM-CRASH, TUV SÚD Czech s.r.o., 2012
- [Marková 2006] Markova J., Calibration of Safety Elements in Accidental Design Situation, ESREL 2006, pp. 1515-1518, Estoril, 2006
- [Markova 2013] Markova J., Kalinsky M., Marek P., Alternative procedures for the assessment of road safety barriers, Esrel, 2013
- [Markova 2014] Markova J., Kalinsky M., Marek P., Janda O., Reliability analysis of road safety barriers, In: Susi 2014, přednáška, 06/2014, UK

[Markova 2014] Markova J., Jung K., Optimalizace úrovní zadrženi silničních svodidel, Silniční obzor, 12/2014

[Markova 2015] Markova J., Kalinsky M., Marek P., Janda O., Reliability analysis of road safety barriers, In: Safety and security engineering IV, 2015, 06/2015, pp. 365-376, Opatia, Croatia

[Trubač 2013] Trubač J., Analýza komplexnosti modelu na vyhodnocení pevnosti konstrukce autobusů, Diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2013

[Janda 2015] Janda O., Kalinsky M., Markova J., Metodika pro ověřování spolehlivosti silničních svodidel, certifikovaná metodika, 03/2015, MD ČR