

TECHNICKÉ ODSŤŘELY A JEJICH ÚČINKY

Přednáška č.7

7. Přednáška

Trhací práce při destrukcích

Demolici stavebních objektů lze provést:

- a) ručně (rozebírání objektu ruční prací);
- b) strojně (pomocí bouracích mechanismů);
- c) odstřelem náloží trhavin.

Demolice odstřelem

Výhody:

- rychlost
- bezpečnost

Nevýhody:

- příliš hodně materiálu,
- prašnost
- rozlet, tlakovzdušná vlna
- seismické účinky

Podstatou je vytvoření podmínek porušujících stabilitu a někdy i tuhost stavební konstrukce. Je nezbytná a žádoucí spolupráce stavebního inženýra – statika.

Jde o rozpojení:

- umělých materiálů (cihly, tvárnice, beton, železobeton, ocel);
- přírodních materiálů (kámen, dřevo);
- kombinace.
-

Odlišnosti TP při destrukcích od jiných odstřelů:

- velké množství **malých náložek** (0,05 – 0,6 kg)
- časté používání náložek v **pásmu odhozu**
- **větší rozteče** mezi náložemi ($a > 0,8 w$)
- zpravidla používání **elektrického roznětu**,
- používání ochranných prvků k omezení rozletu rozpojeného materiálu.
-

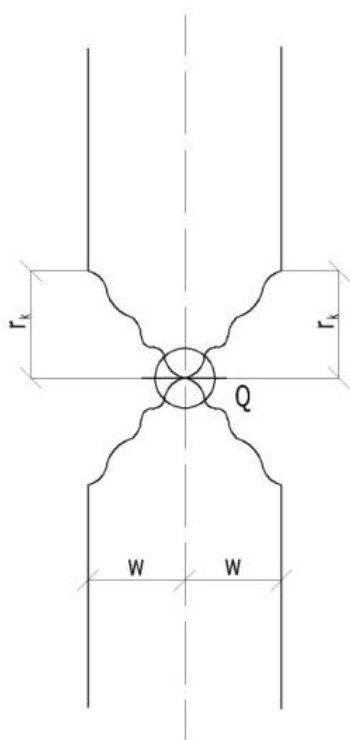
Nálože trhavin při destrukcích pracují:

- **v pásmu odhozu** – účelem je přivodit zřícení objektu zejména budovy z cihel, nebo skeletových s cihlovou výplní. Kromě rozrušení konstrukce dochází k odhození materiálu, tím se vytvoří prostor pro pád konstrukce. Po destrukcích objektu lze některé části následně rozpojit;
- **v pásmu sesuvu** – uplatňují se při rozpojování objektů, kdy se nepředpokládá následné rozpojování po zřícení. Především přízemní objekty;
- **v pásmu nakypření** – předpokládá se minimální posun materiálu. Zde patří základové konstrukce zahloubené v zemi.

V naprosté většině se pohybujeme v pásmu dimenzování nálože na odhoz.

U konstrukcí železobetonových a ocelových zpravidla nelze nebo není účelné dosáhnout úplné destrukce materiálu konstrukce. Jde o rozdělení objektu na několik částí, porušení stability a po pádu rozebrat nebo dostřelit na menší díly.

U cihelných (tvárnicových, panelových) staveb se porušení podmínek rovnováhy dosáhne tzv. destrukčním řezem (obráz. 7.1).



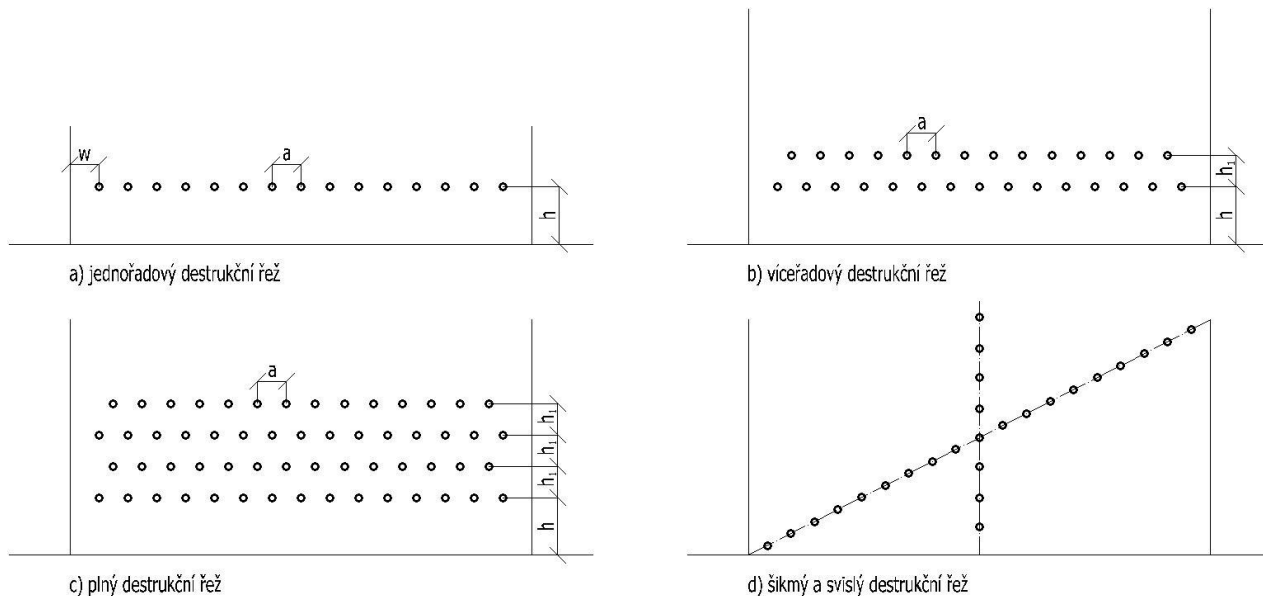
(obráz. 7.1)

Nálož Q [kg] (s těžištěm ve středu stavebního prvku) vytvoří dvojistou souosou výtrž (dvě volné plochy). V pásmu odhozu (rychlé odhození materiálu z místa řezu) musí platit:

$$n = \frac{r_k}{W} > 1 [-] \quad (7.1)$$

7.1 Destrukční řezy – typy

Je prostor, ve kterém jsou nálože uspořádány tak, aby se vytvořila souvislá výtrž a vznikl prázdný prostor (obr. 7.2).



(obr. 7.2 – a,b,c,d)

Hlavní destrukční řez je v zásadě vždy nad terénem. Výška řezu závisí na tloušťce zdiva (konstrukce), využívají se konstrukční prvky objektu (otvory pro dveře, okna, meziokenní příčky apod.):

- jednořadový destrukční řez** – destrukce zděných objektů (cihly, tvárnice, pórobetonové, plynosilikátové);
- víceřadový destrukční řez** – destrukce zdí cihlových, tvárnicových i betonových vodorovně orientovaných zděných věží a komínů;
- plný destrukční řez** – destrukce železobetonových stěn a desek, kde se požaduje destrukce celé konstrukce.
- svislé a šikmé destrukční řezy** – destrukce konstrukcí, které kopírují terén (mosty a nádrže), části objektů pod terénem, které zůstávají v zemi.

7.2 Náložové parametry destrukčních náloží

Z celé řady vztahů pro výpočet velikosti náloží se doporučuje pro:

- a) zděné, betonové a železobetonové konstrukce

$$Q = (w + w^2) \cdot c \cdot t \quad (7.2)$$

Q – hmotnost nálože [kg]

w - záběr[m]

c – součinitel charakterizující způsob odstřelu, rozpojovaný materiál a použitou trhavinu [-]

t – součinitel utěsnění (jílová ucpávka) [-]

- b) ocelové konstrukce

$$Q = F \cdot c \quad (7.3)$$

Q – hmotnost nálože [g]

F – plocha řezu prvku[cm²]

c – součinitel pevnosti materiálu[-]

- ocelové konstrukce, c = 25
- litinové konstrukce, c = 20
- ocelové lana, c = 30

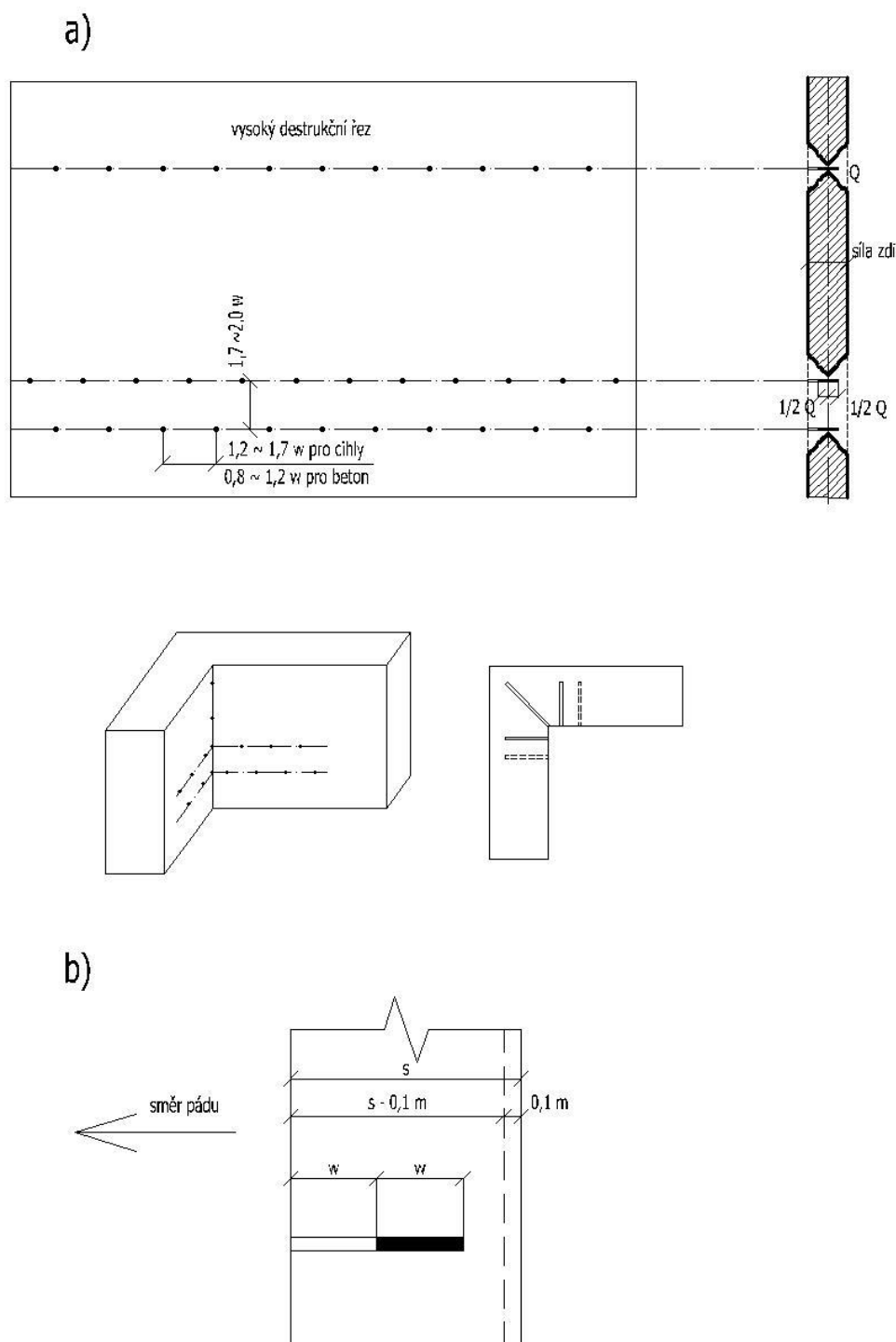
Stavební konstrukce podle materiálu:

- zděné;
- betonové;
- montované (železobetonové, ocelové, dřevěné);
- kombinované.

7.3 Zděné konstrukce

7.3.1. Destrukce nosných stěn

Konstrukce nad terén – dvě volné plochy (obr. 7.3a).



(obr. 7.3)

Požadavek rozpojení – na odhoz

Hloubka vrtu je rovna polovině síly zdi zvětšené o polovinu délky nálože.

V rozích a místech křížení stěn – 3 až 4 šikmé vrty vedené v ose úhlu styků stěn.

Usměrnění pádu samostatné stojící zdi – nálož se umísťuje blíže ke straně ve směru pádu (obr. 7.3 b).

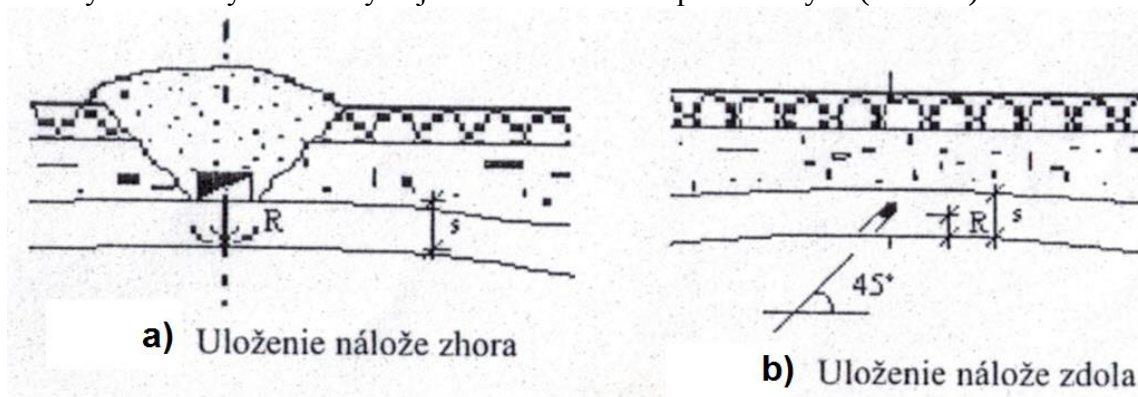
Nálož se stanoví podle vztahu (7.2), kde $c = 0,4$ a $t = 1$ (jílová ucpávka).

7.3.2 Destrukce zděných kleneb

Podstatným faktorem je výška klenby.

Požadavek rozpojení – vždy na odhoz.

- a) Klenby nízké – výška klenby V je menší než $1/6$ rozpětí klenby D (obr. 7.4)



Obr. 7.4

Destrukce je možná dvěma způsoby:

- příložné nálože shora (obr. 7.4a).
Trhavina je uložena na konstrukci klenby a zakrytá

Rozteč náloží $a = 2 \cdot S$

Nálož podle vztahu (7.2), kde $c = 0,4$ a $t = 0,5$

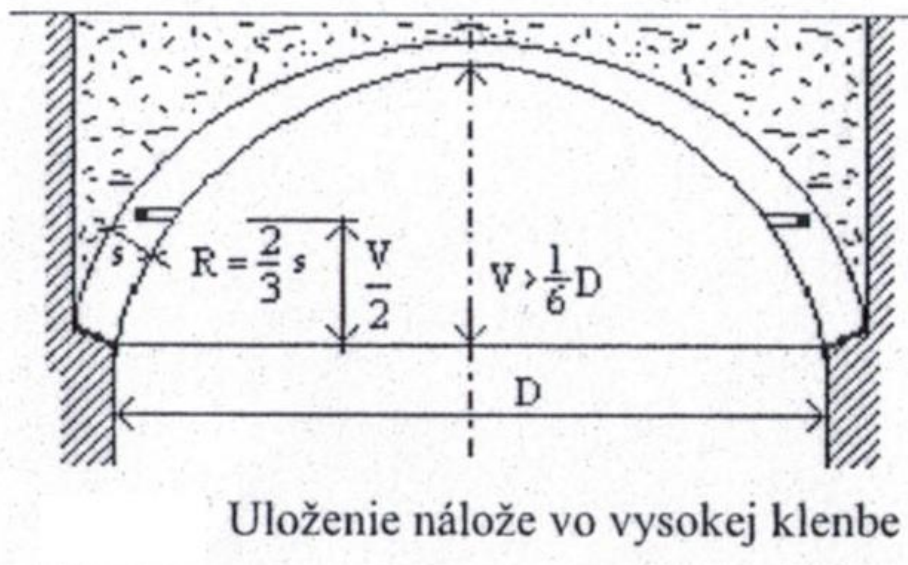
- Vývrtové nálože zdola (obr. 7.4b).

Trhavina uložena ve vrtu.

Rozteč vrtů $a = 1,5 \cdot R$

Nálož podle vztahu 7.2, kde $c = 0,4$ a $t = 1$.

b) klenby vysoké – výška klenby V je větší než $1/6$ rozpětí klenby (obr. 7.5)



Obr. 7.5

Vývrtové nálože po obou stranách v $1/2$ výšky klenby nad podpěrami.

Hloubka vrtů do $2/3$ tloušťky klenby – ověřit pokusným vrtem.

Rozteč vrtů $a = 1,5$

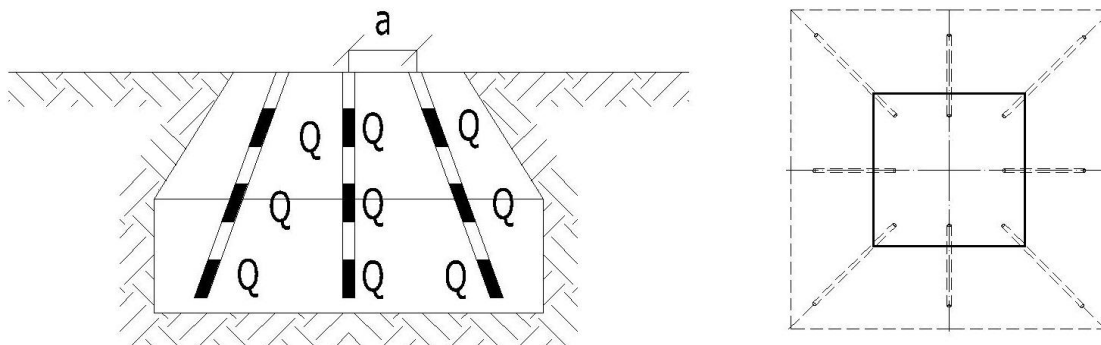
Nálož podle vztahu (7.2), $c = 0,4$ a $t = 1$.

7.4 Betonové a železobetonové konstrukce

Obtížněji rozpojitelné než zděné konstrukce. Požadavek rozpojení: obvykle se požaduje rozrušení konstrukce na větší kusy, které se zdrobní po pádu konstrukce. Obnažená ocelová výztuž u železobetonových konstrukcí se přeruší po pádu konstrukce.

7.4.1 Betonové základy

Tvar: patky (obr. 7.6), pásy, desky – pod úrovní terénu



Obr. 7.6

Hloubka svislých vrtů max. do $3/4$ výšky základu.

Rozteč vrtů:

$a = 1,2$ až $1,5$ w (prostý beton);

$a = 0,8$ až $1,2$ w (železobeton).

Nálož podle vztahu (7.2), kde:

$c = 0,4$ pro dostatečný odhoz

$c = 0,2$ pro rozrušení materiálu

$t = 1,15$ pro nálože vývrtové

$t = 5,0$ až $6,0$ pro nálože příložné

7.4.2 Konstrukce s jedním volným lícem

Opěrné stěny zatížené z jedné strany zeminou (obr. 7.7).

$c = 0,4$

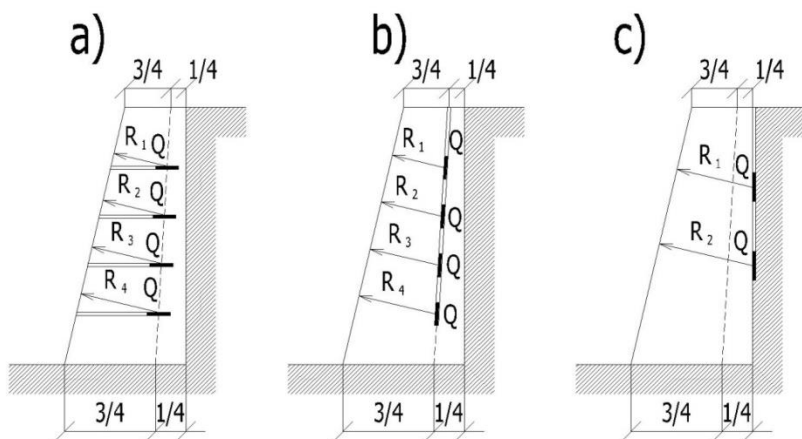
$c = 0,4$

$c = 0,4$

$t = 1,0$

$t = 1,0$

$t = 1,5$



Obr 7.7

Vývrty svislé nebo vodorovné (podle výšky stěny).

Nálože umístěny asymetricky do max. $3/4$ tloušťky stěny od volného povrchu.

Rozteč vrtů

$a = 1,5$ w (betonové stěny);

$a = 1,0$ až $1,2$ w (železobetonové stěny).

7.4.3 Stěny - volné líce z obou stran

Dva způsoby vývrtových náloží:

- a) horizontální vývrty (obr. 7.8)



(obr. 7.8)

Pravidelná čtvercová síť vývrtů pro dokonalé rozpojení, nebo podle požadavku kusovitosti.

Požadavek rozpojení: na odhoz

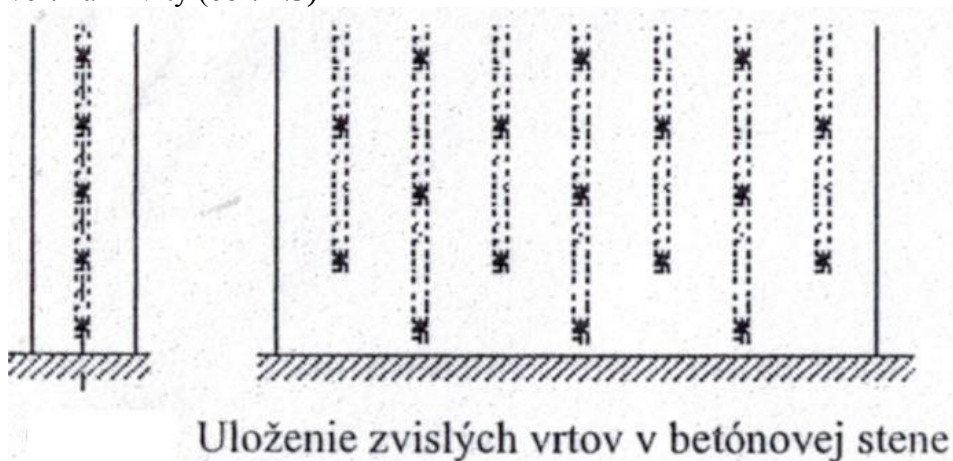
Těžiště náloží v ose stěny

Rozteč vývrtů $a = 1,0$ až $1,2 R$ pro dokonalé rozpojení

Je-li dovolená velká kusovitost, dělí se stěna na bloky – vývrty v kružnicích se nebudou vrtat.

Nálož Q podle vztahu (7.2), kde $c = 0,4$ a $t = 1,0$ (jílovitá ucpávka)

- b) vertikální vrty (obr. 7.9)



(obr. 7.9)

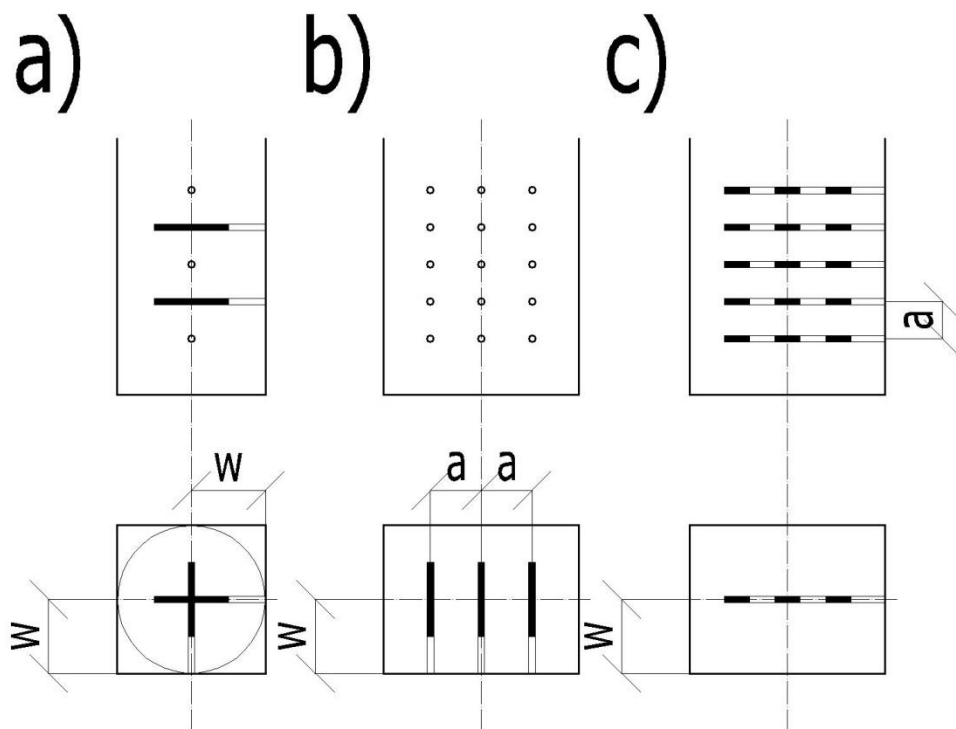
Vertikální vrty v ose stěny (nízké stěny, nebo přispůsobení vrtné technice. Nálož dělené, případně s přenosovou náložkou.

Ostatní – ad a).

7.4.4 Sloupy (obr. 7.10)

Sloupy čtvercového nebo kruhového průřezu – nálože v ose sloupu (obr 7.10a).

Sloupy obdélníkového průřezu – více náloží podél delší strany nebo dělená nálož v jednom vývrtnu na užší straně (obr 7.10 b,c)



(obr 7.10 a,b,c)

Sloupy zděné a kamenné – dvouřadový destrukční řez

Sloupy betonové a železobetonové – vysoký nebo plný destrukční řez

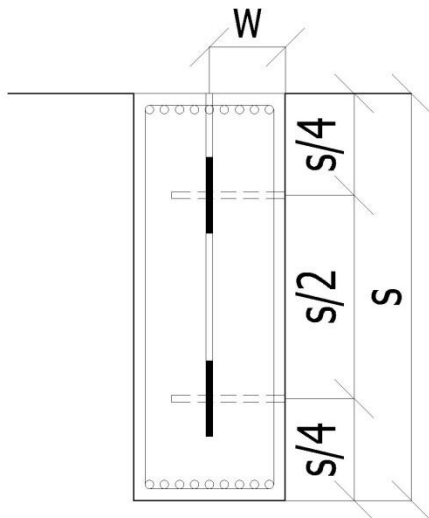
Rozteč vrtů $a = 1,2$ až $1,5 w$

Nálož Q podle vztahu (7.2), kde $c = 0,4$ a $t = 1,0$ (jílová ucpávka)

7.4.5 Vodorovné stavební prvky – trámy desky

Vesměř armované prvky. Zpravidla je požadavkem pouze rozpojení betonu, s následným tepelným nebo mechanickým rozpojením výztuže.

a) Trámy (obr (7.11))



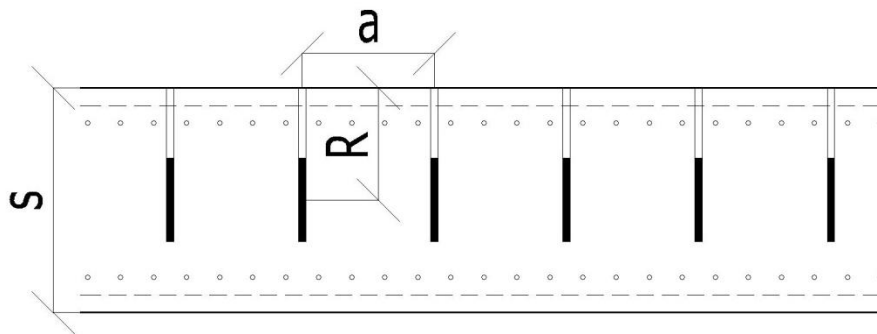
(Obr. 7.11)

Dílčí nálože ve svislých vývrtech nebo individuální nálože ve vývrtech vodorovných.

Rozteče vývrťů $a = 1,5$ až $1,5 w$

Nálož podle vztahu (7.3), kde $c = 0,4$ a $t = 1$

b) Desky (obr 7.12)



(Obr. 7.12)

a) pomocí vývrťových náloží (obr 7.12)

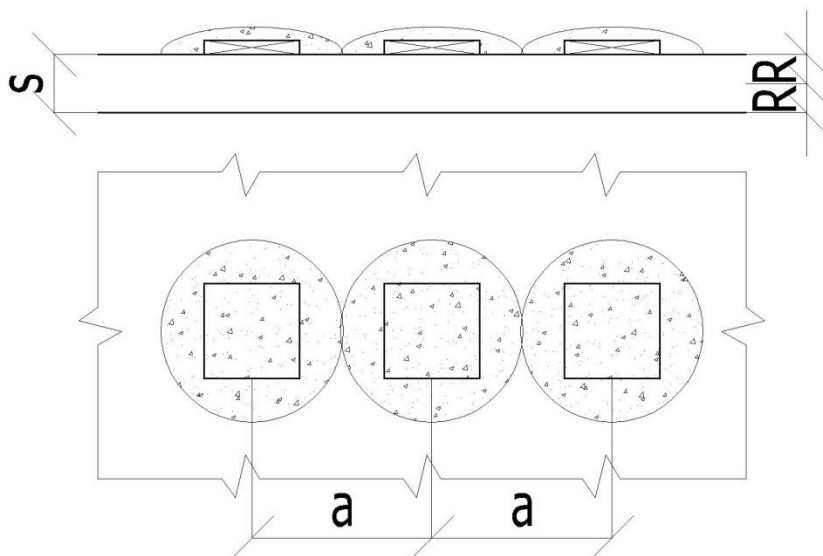
- záběr $w = \frac{2}{3} \cdot S$;

- rozteč vrtů $a = 1,2$ až $1,5 w$

- nálož podle vztahu 7.3, kde $c = 0,4$ a $t = 1,0$

b) pomocí příložných náloží (obr. 7.13)

V případě tenkých armovaných desek ($S < 15$ až 20 cm).



Obr. 7.13

Rozteč náloží $a = 4.R$, $R = S/2$

Velikost náloží podle vztahu

$$Q = 2 \cdot (w^2 + w) [\text{kg}] \quad (7.4)$$

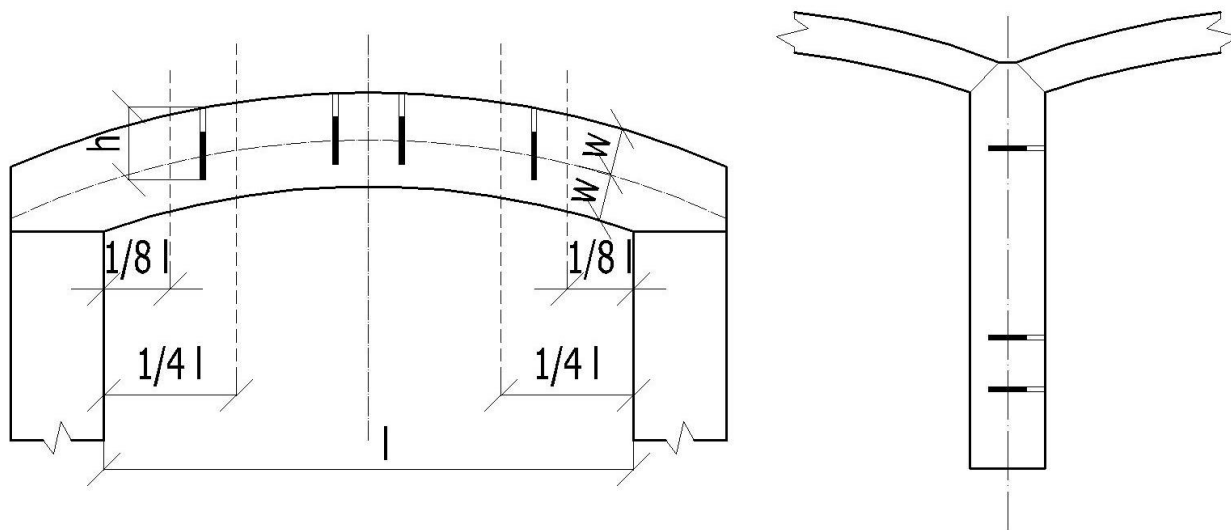
c) jedná-li se o trám s deskou (mostovky, monolitické stropy) je vhodné dodržet časovou posloupnost demolice:

1. rozrušit desku a uvolnit jí od trámů (i mechanicky)
2. navrtat a odstřelit trám

7.4.6 Klenby (obr 7.14)

U kleneb o jednom poli se musí nejdříve demolovat klenba a následně podpěry.

Destrukční řez je veden nejen vrcholem klenby, ale i rovnoběžně s osou klenby



obr 7.14

Rozteč náloží $a = 1,2$ až $1,5$ w

nálože jsou vedené shora, jejich hloubka h se zvětší o $0,1$ w k líci klenby a určí se podle vztahu 7.2, kde $c = 0,4$ a $t = 1$

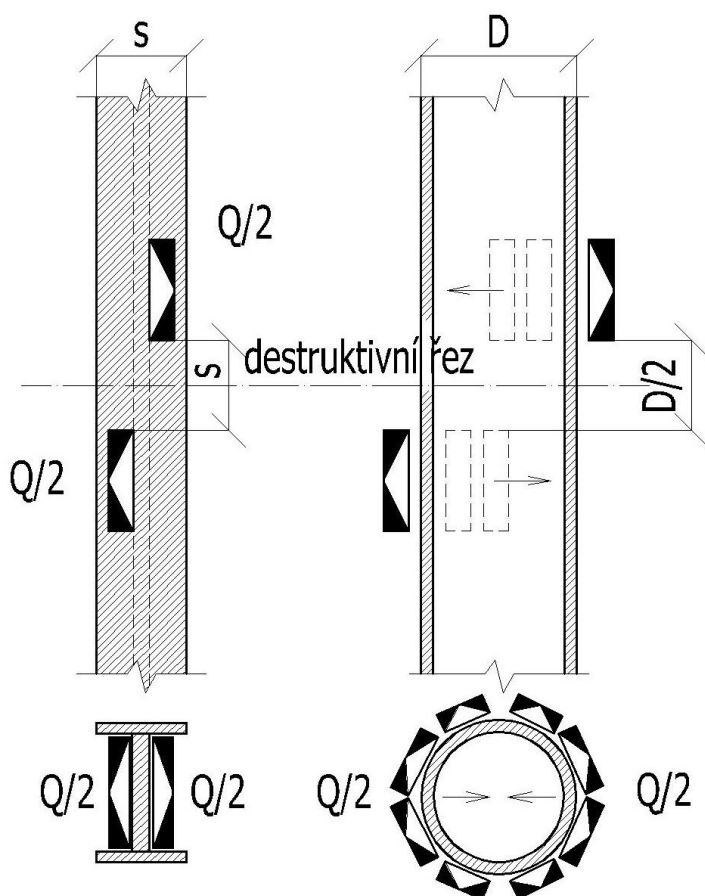
U kleneb s více poli nesených zdmi nebo sloupy je možno **nejprve odstřelit zdi** nebo sloupy vysokým destruktivním řezem.

7.5. Ocelové konstrukce

Stavební objekty, které jsou kombinované z různých stavebních materiálů (železobetonu s výplňovým zdivem, ocel-nosné sloupy, vazníky, táhla), vyžadují při likvidaci odstřelem destrukci ocelových prvků. V zásadě jde o:

- litinové sloupy;
- válcované profily (I, L, T, U)
- uzavřené profily (Jäcklové profily, ocelové roury)

Používají se trhaviny ve formě příložných náloží (i s kumulativním účinkem) podle schémat na obr. 7.15



Obr 7.15

Při výpočtu nálože se vychází z plochy příčného řezu ocelového prvky v místě střihu podle vztahu 7.3

Nevýhody: silná tlaková vlna na okolí
velký rozlet roztřelovaného materiálu

7.6 Destrukce komínů

Charakteristický znak:

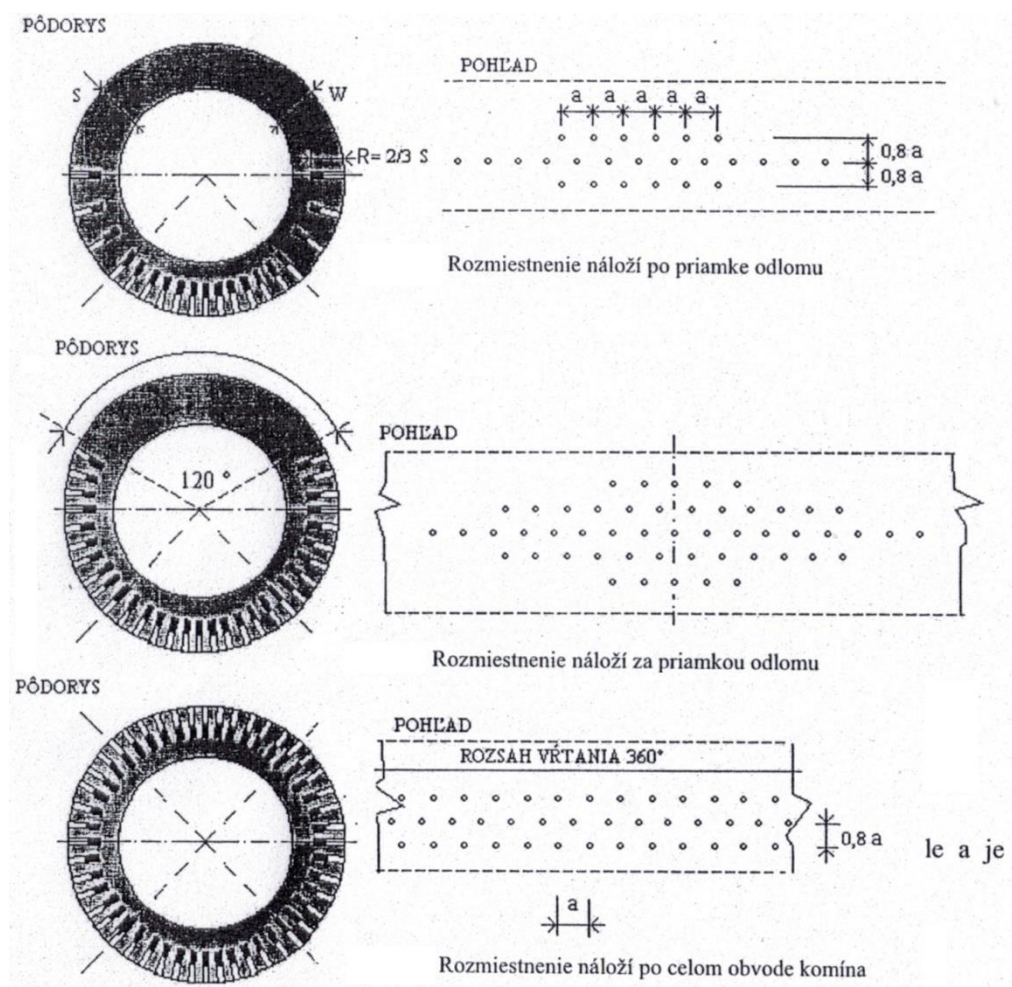
Výška objektu >> půdorys (kruhový, čtvercový, obdélníkový, osmistěnný)

Pro volbu destrukčního řezu je rozhodující jakým způsobem se bude komín bourat. Vždy se jedná o usměrněný pád:

- a) odstřel komínu **na položení** – nejběžnější způsob. Vyžaduje dostatečný prostor v místě dopadu komínu;
 - b) odstřel komínu **do sebe** – aplikace stejného způsobu, jakým je odstřel zděných budov
- Pro výpočet náloží jsou potřebné podrobné výkresy konstrukce komínu (výzdívka, vnitřní plášť) a znalost fyzického stavu komínu.

7.6.1 Destrukce zděného komínu

Vývrtovými náložemi v soklovém (základovém) zdivu tak, aby byl pád komínu usměrněný (na položení) nebo destruovaný do sebe (obr. 7.16)



Obr. 7.16

Nálože v soklové části – umístěny co nejnižší – zpravidla 1,0 a 1,5 m nad terénem.

Požadavek na rozpojení: na odhoz

Výška destrukčního řezu: min. dvojnásobek tloušťky stěny komína

Rozteč vrtu $a = 1,0$ až $1,2 w$

Výpočet náloží Q podle vztahu:

$$Q = w^3 \cdot p \cdot t \text{ [kg]} \quad (7.5)$$

kde w – záběr nálože

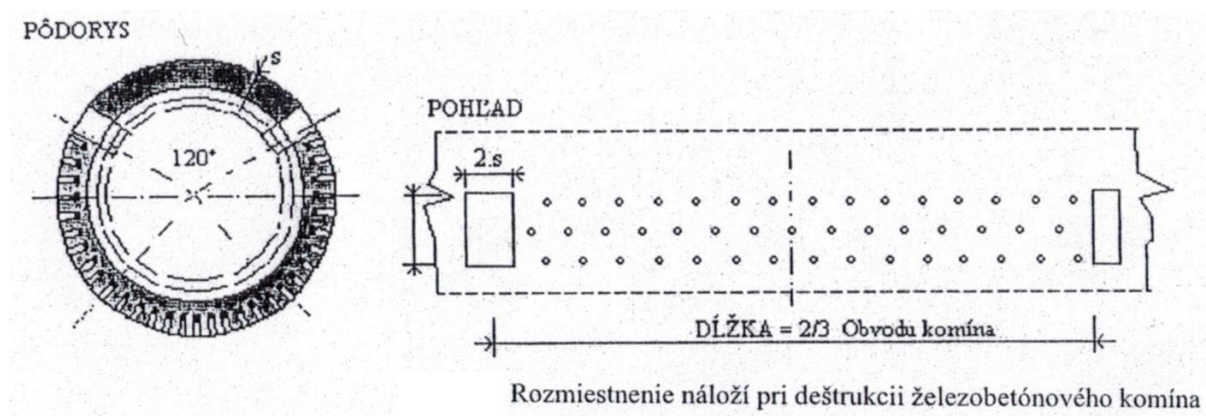
p – součinitel pevnosti při poloměru r

poloměr r	do 1,0 m	$p=6,5$
	1,0 až 1,5 m	$p=5,2$
	1,5 až 2,0 m	$p=4,5$
	nad 2,0 m	$p=3,9$

t – součinitel těsnění náloží ($t = 1$, jílová ucpávka)

7.6.2 Destrukce železobetonového komínu

Železobetonové komíny se obvykle podstřelí a usměrněným pádem položí na terén. Není vyloučeno sekundární rozpojování (Obr. 7.17)



Obr. 7.17

Na koncích $2/3$ obvodu komínu se mechanicky vybourají otvory šířky dvojnásobku tloušťky stěny komínu. Mezi otvory se po $2/3$ obvodu rozmístí vývrty 3 až 4 řadového destrukčního řezu.

Požadavek rozpojení: na odhoz

Hloubka vývrťů – min. $2/3$ tloušťky stěny komínu

Rozteč vrtů $a = 1,0$ až $1,2 w$

Výpočet náloží Q podle vztahu (7.5). Vypočtená nálož se zvýší o 10 až 20 % (železobeton).

7.7 Nežádoucí účinky destrukčních prací

K nepříznivým a nežádoucím účinkům patří:

- rozlet materiálu;
- pád konstrukce;
- vzdušná tlaková vlna;
- seismické účinky.

7.7.1 Rozlet materiálu

Vymrštění ojedinělých drobných kusů rozpojovaného materiálu.

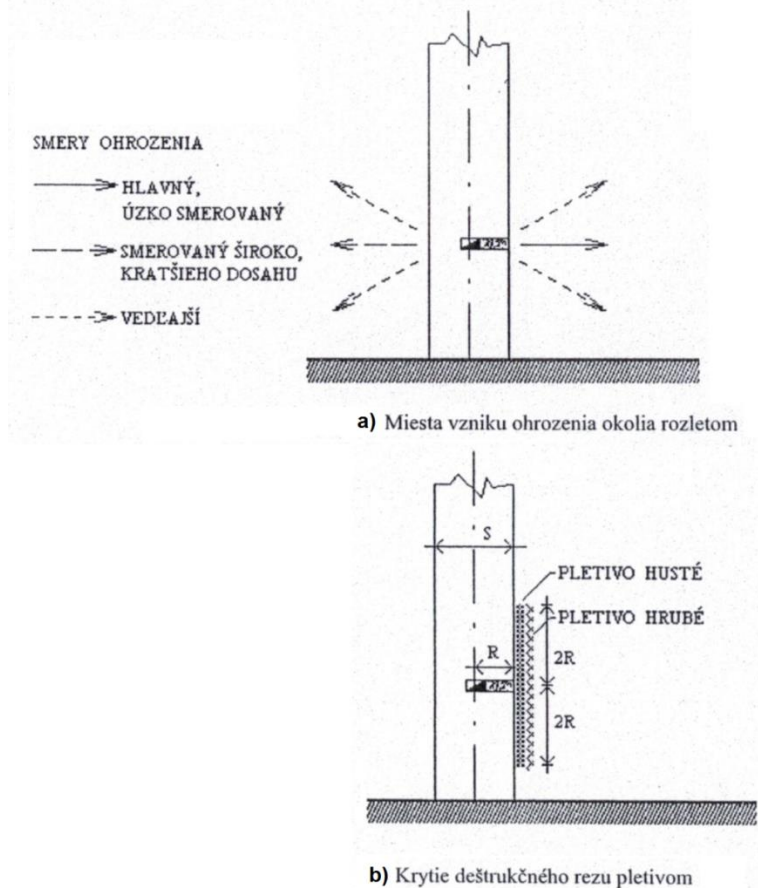
Rozlet ovlivňuje: druh a velikost náloží;

 kvalita ucpávky;

 přítomnost ploch nespojitosti (trhliny).

Způsoby ochrany:

- a) vhodným umístěním vývrtů – ze strany nejmenšího odhození (obr. 7.18a)



Obr. 7.18

- b) stanovením optimálních náloží – respektování výpočtových parametrů, záměru odstřelu a místní podmínky
- c) zabránění rozletu materiálu – zábrany, které znemožňují rozlet a nebrání vzniku plyných povýbuchových zplodin (drátěná pletiva ve dvou vrstvách, PVC nebo gumové folie a jejich kombinace – obr. 7.18b)

Velikost rozletu je úměrná velikosti záběru w a ukazateli účinků výbuch a orientačně se určí podle

$$r_b = 20 \cdot n^2 \cdot w \text{ [m]} \quad \text{nebo} \quad r_b = \frac{2}{3} \cdot w \cdot (1 + n^2)^4 \text{ [m]} \quad (7.6)$$

kde r_b – bezpečná vzdálenost (poloměr rozletu) [m];

n – ukazatel účinku výbuchu ($n = 0,75$ až $2,5$);

w – velikost záběru [m].

7.7.2 Pád konstrukce

Pád konstrukce ohrožuje sousední objekty v těsné blízkosti. Ochranu řeší technický projekt odstřelu.

koncepce odstřelu je určena tak, aby definovala:

- hlavní směr pádu konstrukce směřuje od ohroženého objektu;
- správně zvolit polohu a počet destruktivních řezů;
- chráněný objekt v předstihu stabilizovat (podepření, ukotvení, převázání lany, uvolnění dilatačních spár apod.)

ochrana pozemních komunikací (silnice, železnice) a plytké podzemní stavby (kolektory, kanalizace) lze chránit:

- kyprým násypem;
- betonovými panely;
- dřevěnými podvaly.

7.7.3 Vzdušná tlaková vlna

Rázová vzdušná vlna, která přechází ve vlnu akustickou je intenzivnější:

- při použití příložných náloží;
- u vývrtových náloží pracujících v pásmu odhozu. U dobře utěsněných náloží v pásmu sesuvu prakticky nevznikne.

Šíří se v kruhu a velikost poloměru dosahu lze stanovit podle:

$$r_b = K \cdot \sqrt{N} \text{ [m]} \quad (7.7)$$

kde r_b – poloměr bezpečného okruhu[m];

K – koeficient přípustného stupně působení rázové vlny (Tab. 7.1);

N – hmotnost současně odpalované nálože[kg].

Tab. 7.1

Stupeň bezpečnosti	Přípustné rozrušení	Hodnota koeficientu K	
		Umístění nálože	
		příložná nálož	vývrtová nálož
1.	Bez jakýchkoliv účinků;	50 až 150	10 až 40
2.	Případné porušení zasklených ploch;	10 až 30	5 až 9
3.	Úplné porušení zasklených ploch, částečné porušení rámců oken a dveří, narušení lehkých příček;	5 až 8	2 až 4
4.	Porušení vnitřních příček, rámců oken a dveří;	2 až 4	1,1 až 1,9
5.	Porušení ne velmi pevných zděných a dřevěných budov, částečné porušení železničních kolejí;	1,5 až 2	0,5 až 1
6.	Porušení příčných zdí, úplné rozrušení budov, destrukce železničních mostů a železničního tělesa.	1,4	0,5 až 1

Snížení účinků tlakové vzdušné vlny:

- a) časováním jednotlivých skupin náloží;
- b) uvolněním překážek (otevření oken, výloh apod.);
- c) při určení velikosti koeficientu K uvážit působení všech činitelů v konkrétních podmínkách:
 - pro osídlené obce uvažovat bezpečnost podle stupně 3;
 - pro samoty a druhořadé objekty uvažovat stupeň 4;
 - překážky pro vzdušnou vlnu (les, terénní vlny) je poloměr dosahu vlny menší (až 2 krát);
 - při trhacích prací v úzkých koridorech, kotlinách je poloměr dosahu vlny větší (až 2 krát).