**TECHNICKÉ ODSTŘELY A JEJICH ÚČINKY**

Přednáška č.7

**7. Přednáška**

**Trhací práce při destrukcích**

Demolici stavebních objektů lze provést:

1. ručně (rozebírání objektu ruční prací);
2. strojně (pomocí bouracích mechanismů);
3. 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.

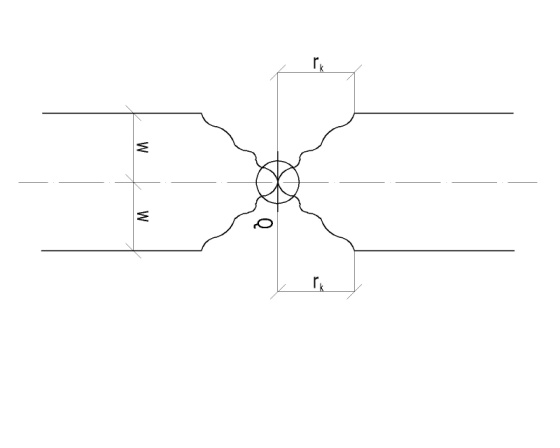
Nálože trhavin při destrukcích pracují:

* **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 (obr. 7.1).



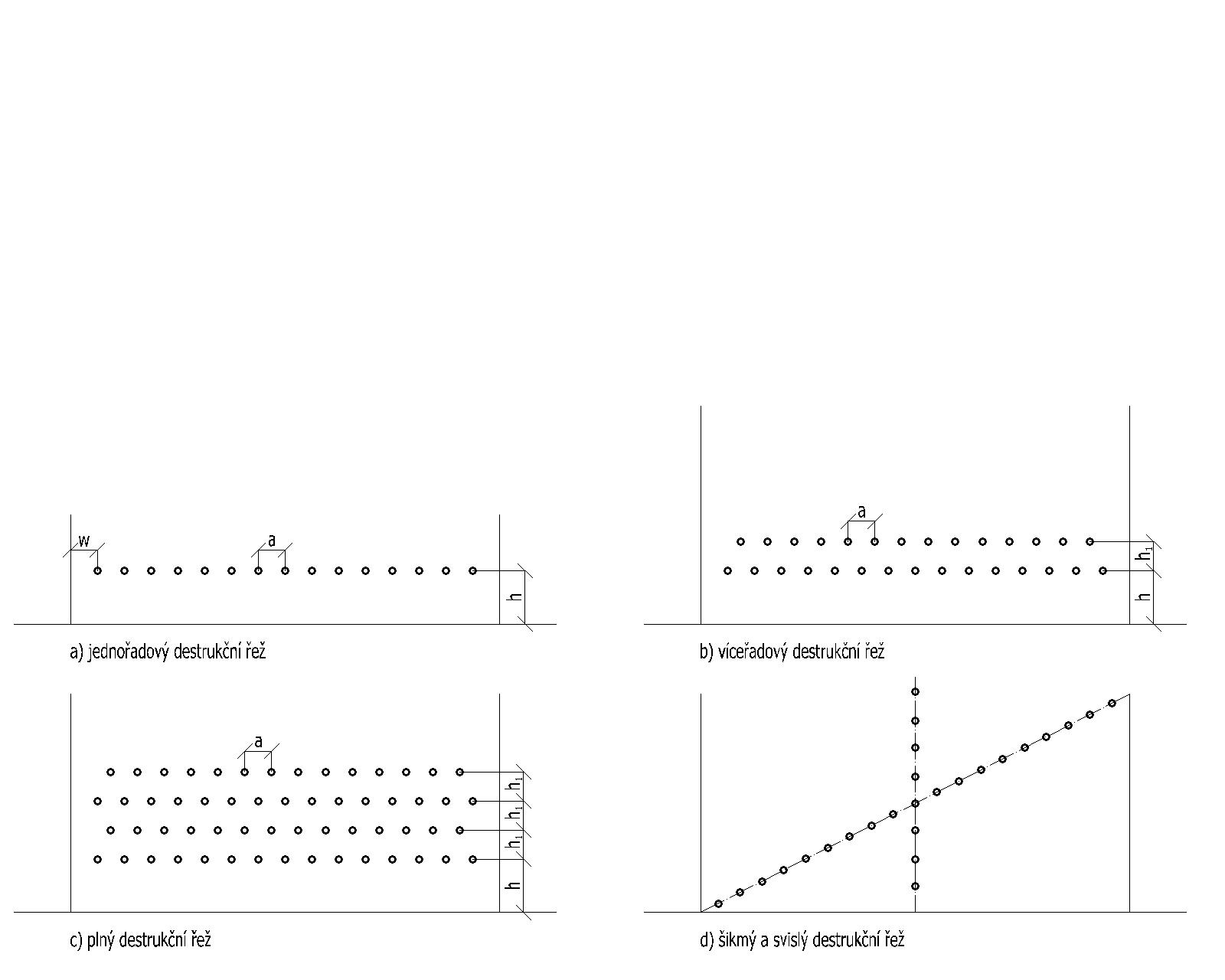
(obr. 7.1)

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

[-] (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.):

1. **jednořadový destrukční řez** – destrukce zděných objektů (cihly, tvárnice, pórobetonové, plynosilikátové);
2. **víceřadový destrukční řez** – destrukce zdí cihlových, tvárnicových i betonových vodorovně orientovaných zděných věží a komínů;
3. **plný destrukční řez** – destrukce železobetonových stěn a desek, kde se požaduje destrukce celé konstrukce.
4. **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:

1. zděné, betonové a železobetonové konstrukce

 (7.2)

Q – hmotnost nálože [kg]

w - záběr[m]

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

t – součinitel utěsnění (jílová ucpávka) [-]

1. ocelové konstrukce

 (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 umisťuje blíže ke straně ve směru pádu (obr. 7.3 b).

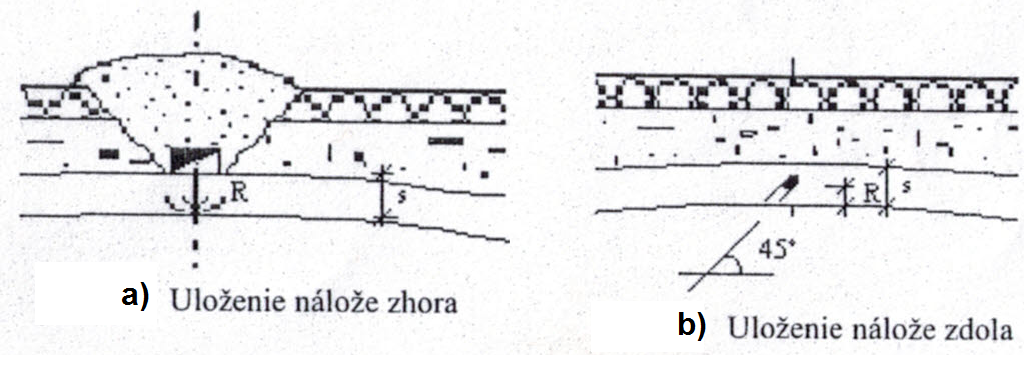
Nálož se stanoví podle vztahu (7.2), kde c = 0,4 a t = 1 (jílová ucpávka).

**7.3.2 Destrukce zděných kleneb**

Podstatným faktorem je výška klenby.

Požadavek rozpojení – vždy na odhoz.

1. 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 

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

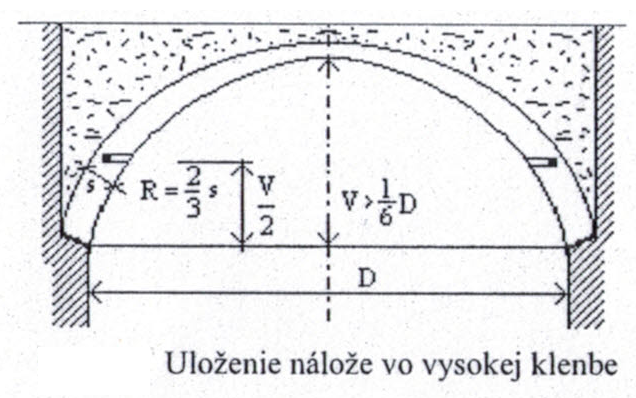
* Vývrtové nálože zdola (obr. 7.4b).

Trhavina uložená ve vrtu.

Rozteč vrtů 

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

1. 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 

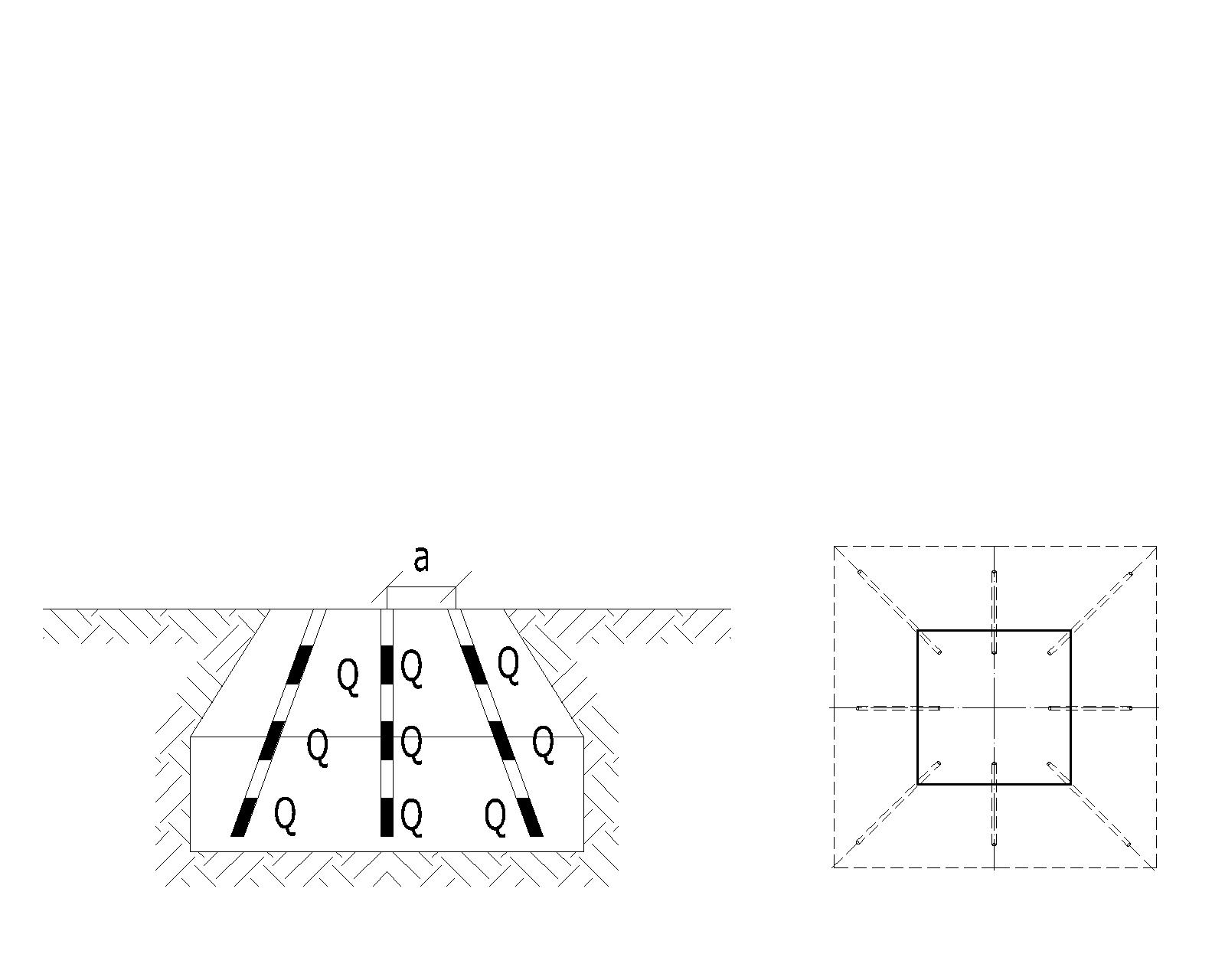
Nálož podle vztahu (7.2), c = 0,4 a t = 1.

**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

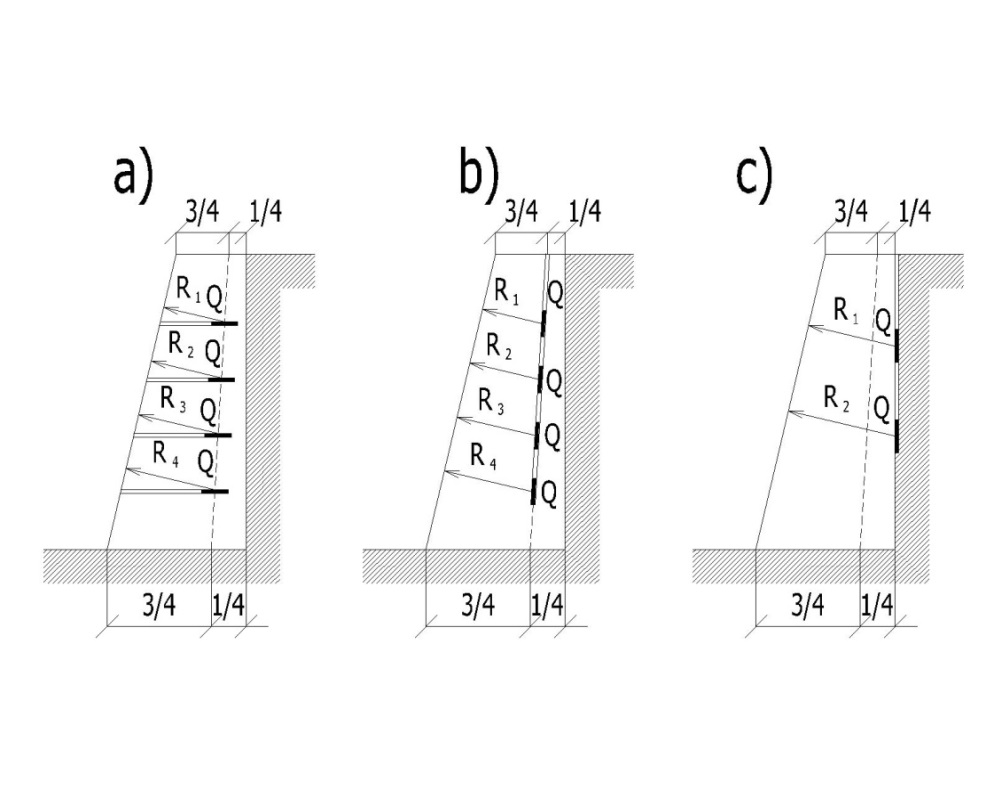
t = 5,0 až 6,0 pro nálože příložné

**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

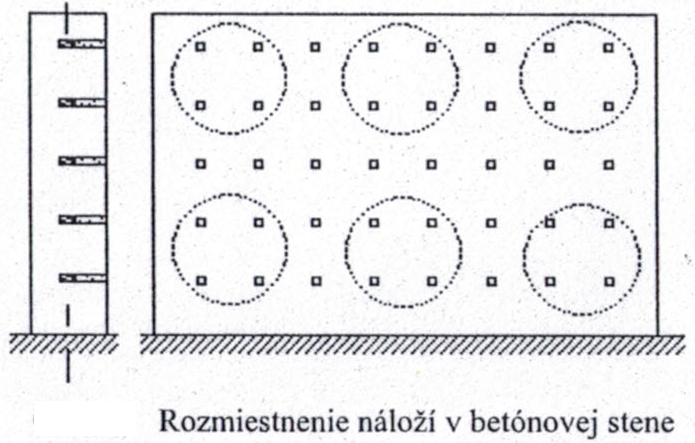
a = 1,5 w (betonové stěny);

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

**7.4.3 Stěny - volné líce z obou stran**

Dva způsoby vývrtových náloží:

1. horizontální vývrty (obr. 7.8)



(obr. 7.8)

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

Požadavek rozpojení: na odhoz

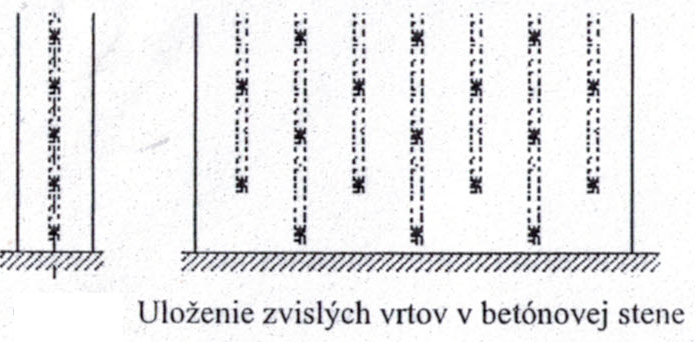
Těžiště náloží v ose stěny

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)

1. vertikální vrty (obr. 7.9)



(obr. 7.9)

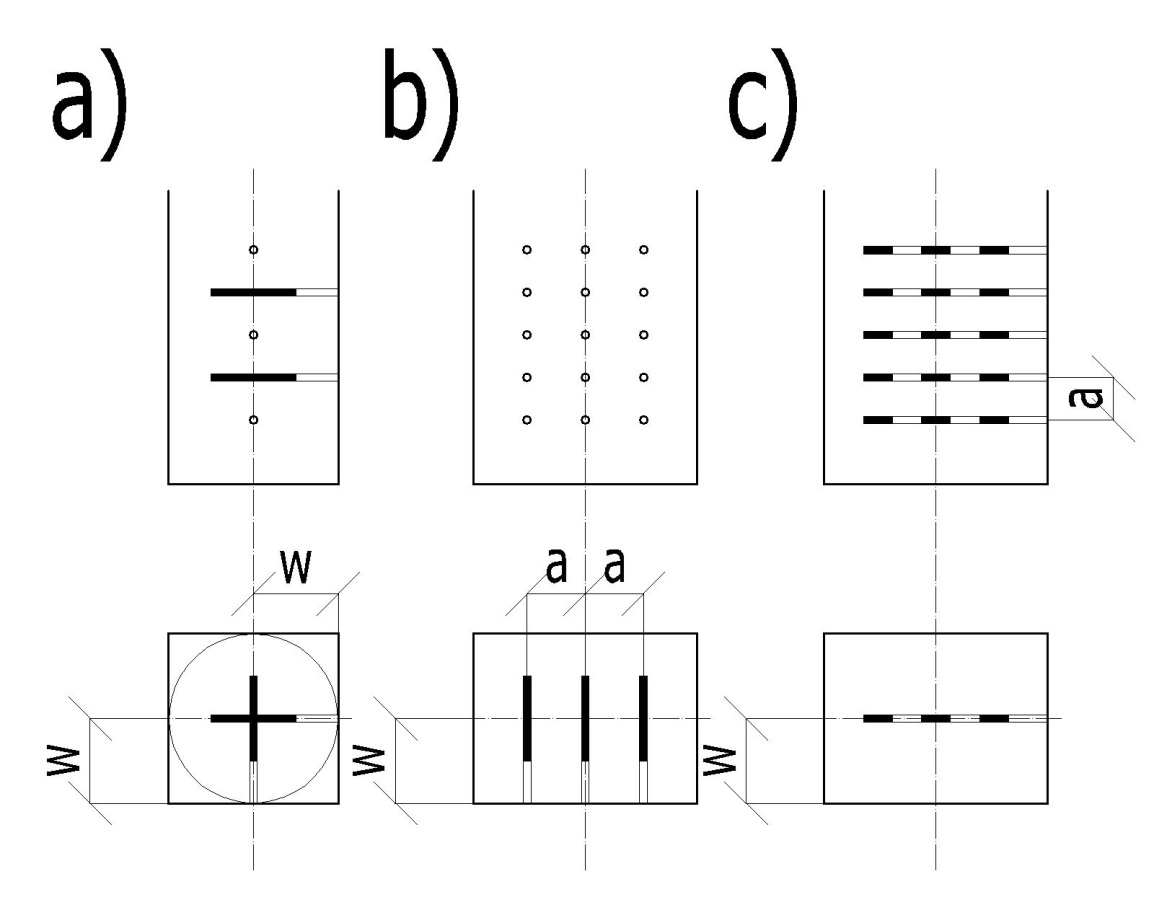
Vertikální vrty v ose stěny (nízké stěny, nebo přispůsobení vrtné technice. Nálože dělené, případně s přenosovou náložkou.

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 vývrtu 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

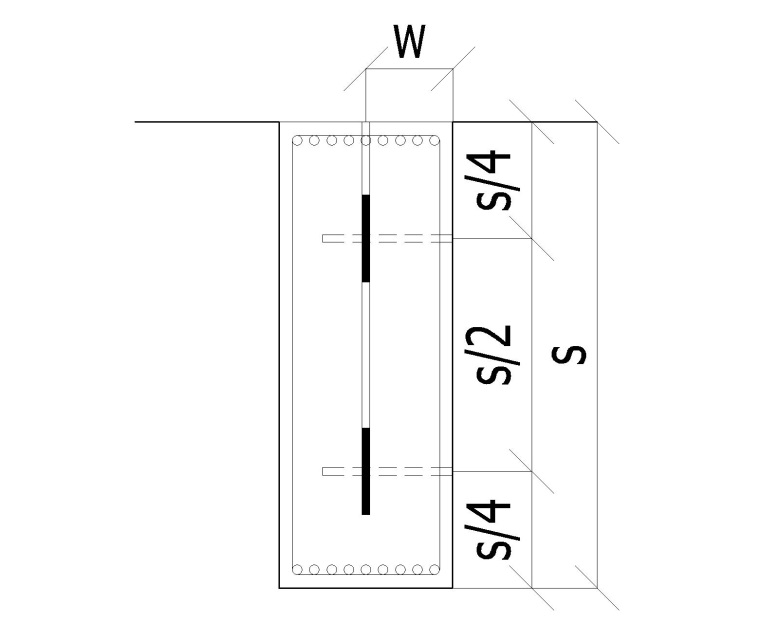
Rozteč vrtů a = 1,2 až 1,5 w

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

**7.4.5 Vodorovné stavební prvky – trámy desky**

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

1. Trámy (obr (7.11)



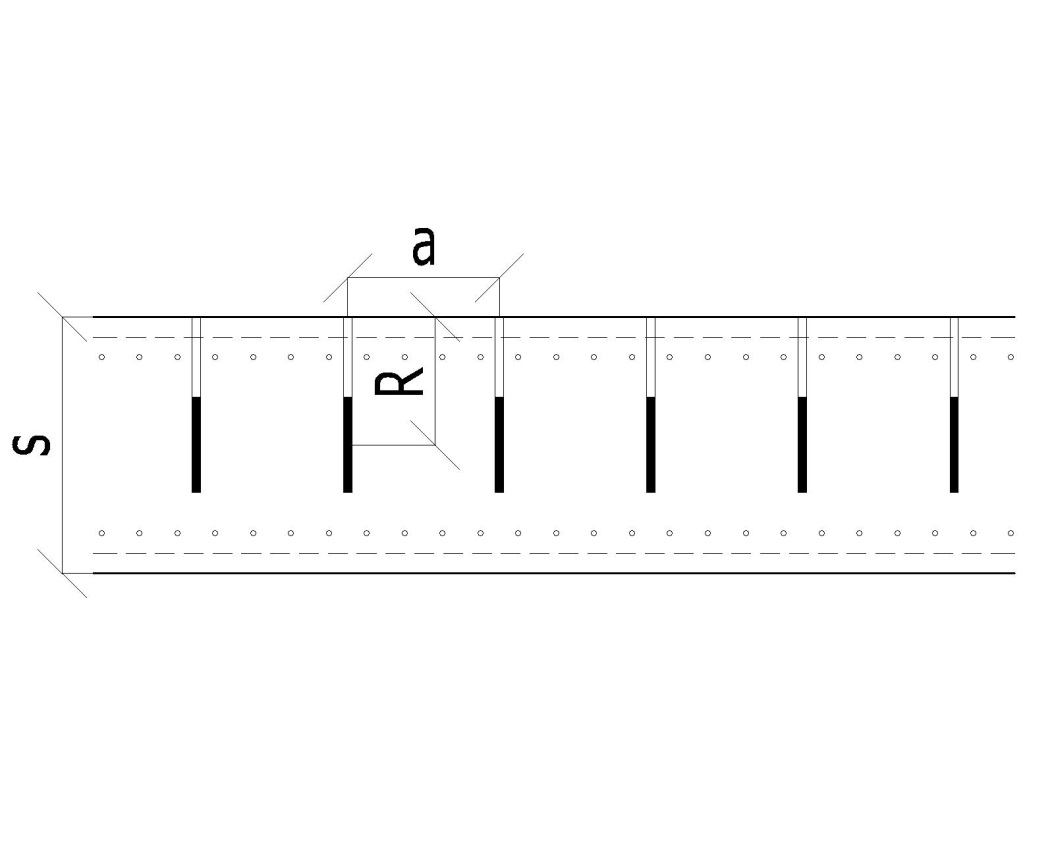
(Obr. 7.11)

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

Rozteče vývrtů a = 1,5 až 1,5 w

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

1. Desky (obr 7.12)



(Obr. 7.12)

1. pomocí vývrtových náloží ( obr 7.12)

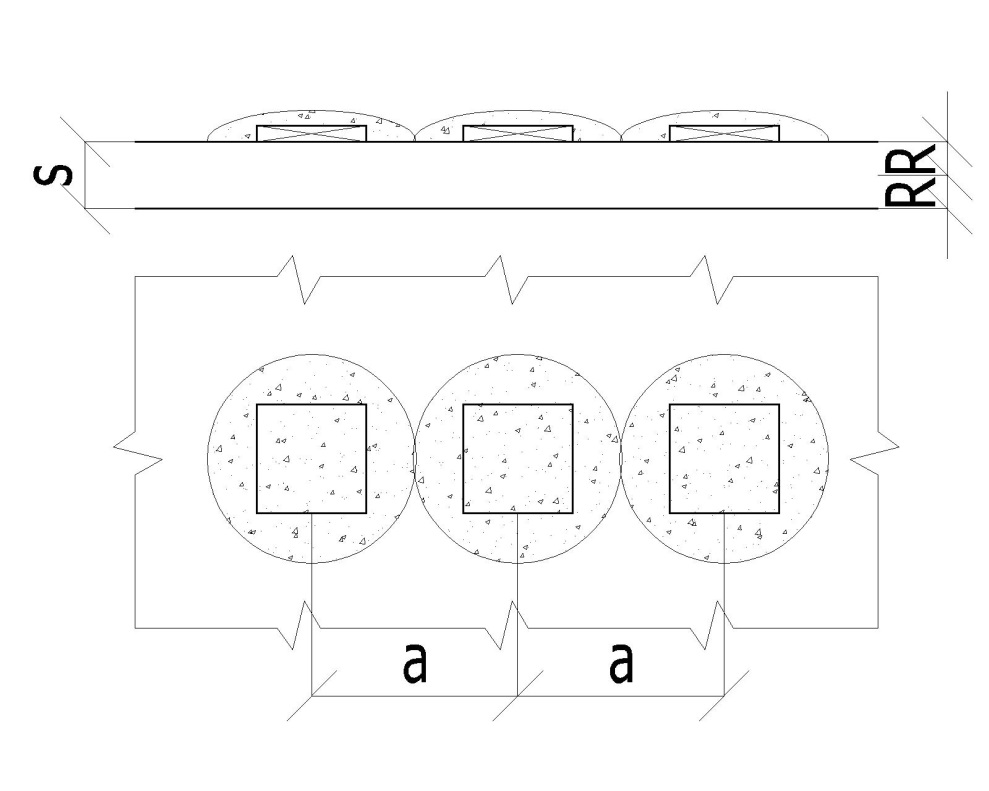
- záběr ;

- rozteč vrtů a = 1,2 až 1,5 w

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

1. 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

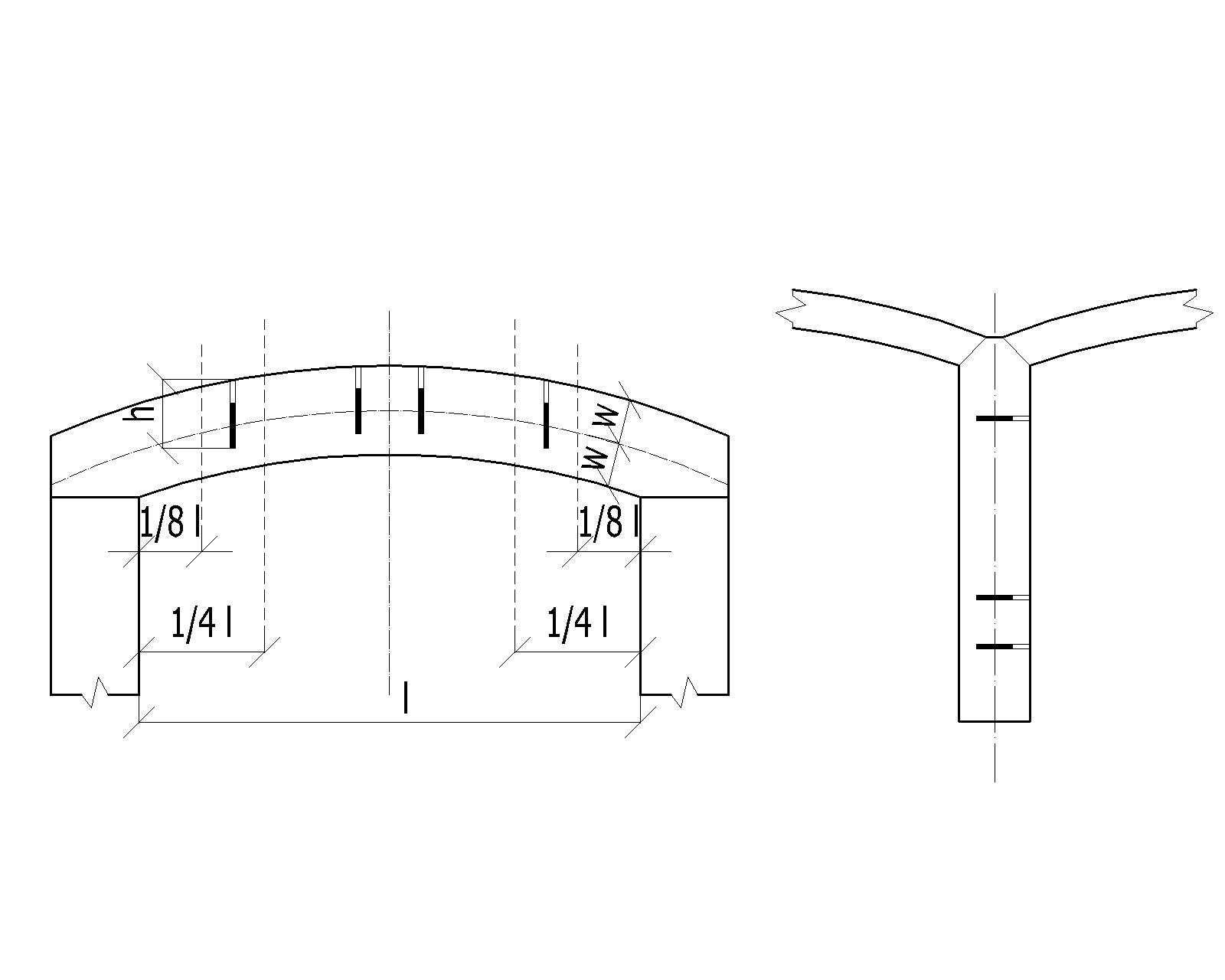
[kg] (7.4)

1. jedná-li se o trám s deskou (mostovky, monolitické stropy) je vhodné dodržet časovou posloupnost demolice:
2. rozrušit desku a uvolnit jí od trámů (i mechanicky)
3. 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

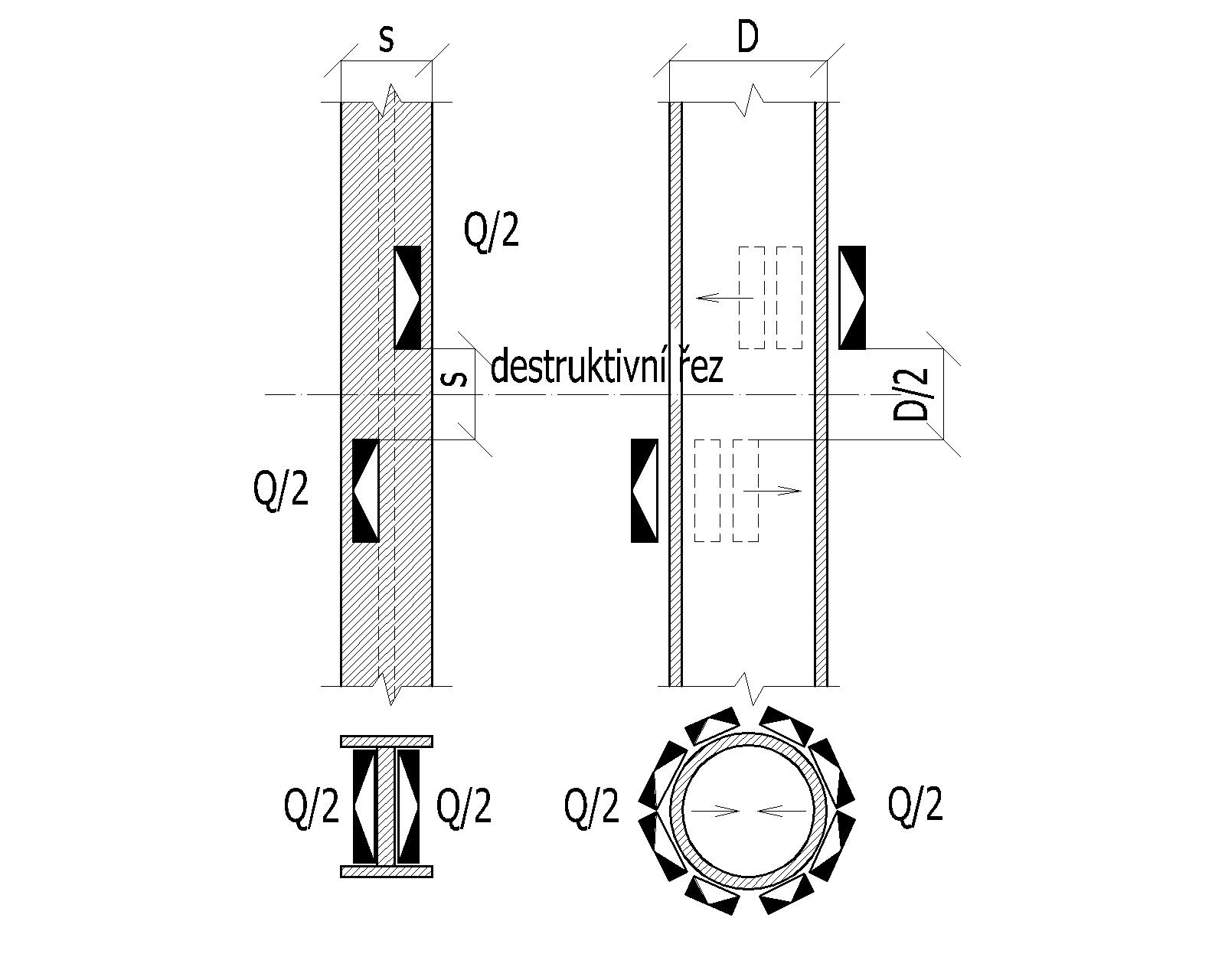
**U kleneb s více poli** nesených zdmi nebo sloupy je možno **nejprve odstřelit zdi** nebo sloupy vysokým destrukčním řezem.

**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 (Jäcklovy 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)

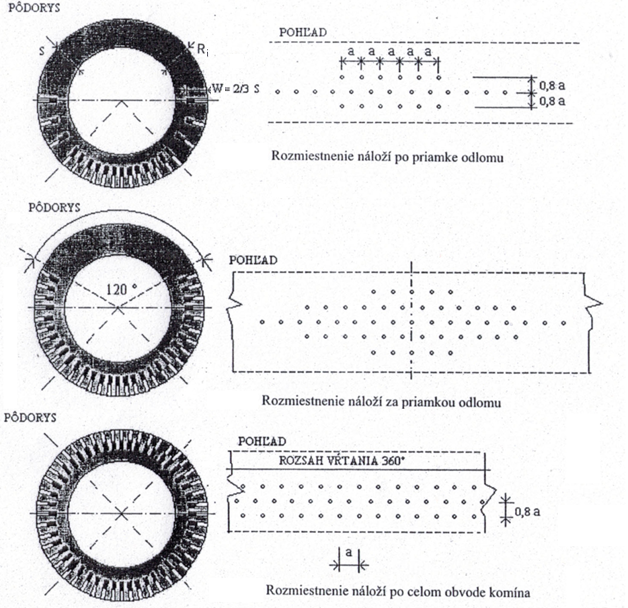
Pro volbu destrukčního řezu je rozhodující jakým způsobem se bude komín bourat. Vždy se jedná o usměrněný pád:

1. odstřel komínu **na položení** – nejběžnější způsob. Vyžaduje dostatečný prostor v místě dopadu komínu;
2. 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 nejníže – 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:

[kg] (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

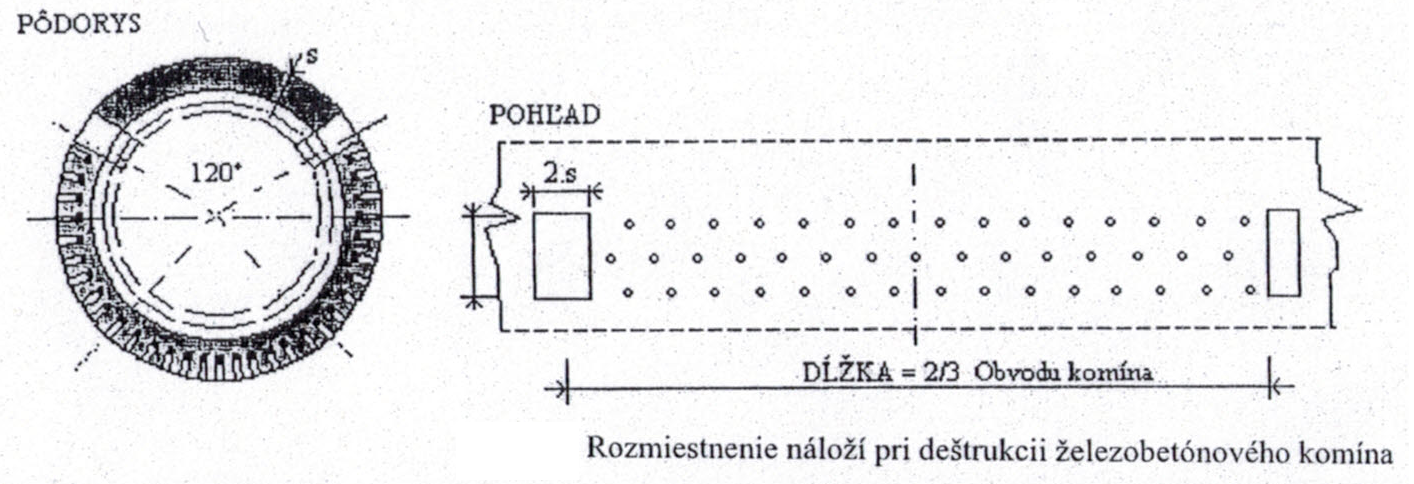
1,5 až 2,0 m p=4,5

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 vývrtů – 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 účinků patří:

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

**7.7.1 Rozlet materiálu**

Vymrštění ojedinělých drobných kusů rozpojovaného materiálu.

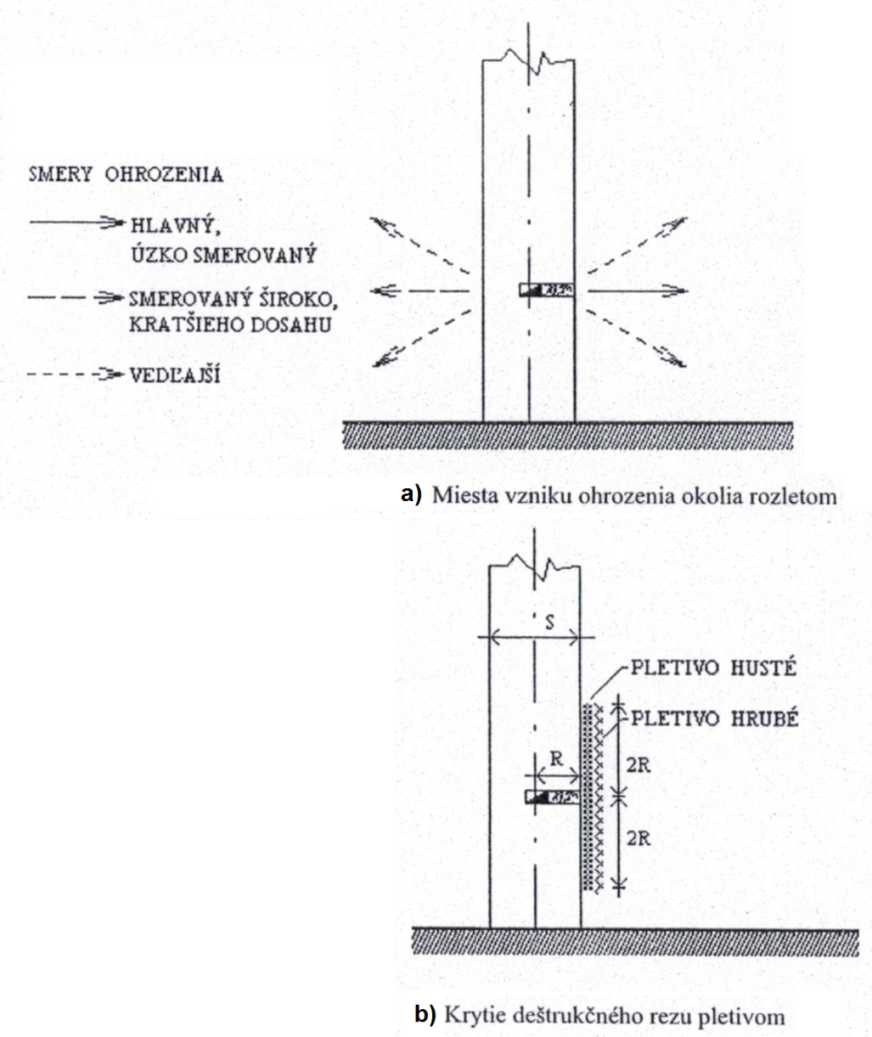
Rozlet ovlivňuje: druh a velikost náloží;

kvalita ucpávky;

přítomnost ploch nespojitosti (trhliny).

Způsoby ochrany:

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



Obr. 7.18

1. stanovením optimálních náloží – respektování výpočtových parametrů, záměru odstřelu a místní podmínky
2. zabránění rozletu materiálu – zábrany, které znemožňují rozlet a nebrání vzniku plynných 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

[m] nebo [m] (7.6)

kde rb – 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:

[m] (7.7)

kde rb –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 rámů oken a dveří, narušení lehkých příček; | 5 až 8 | 2 až 4 |
| 4. | Porušení vnitřních příček, rámů 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:

1. časováním jednotlivých skupin náloží;
2. uvolněním překážek (otevření oken, výloh apod.);
3. 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).