

II kategorijas patvertņu projektēšanas paņēmieni un principi

Patvertņu projektēšana aizsardzībai no sprādziena triecienviļņa un šķembām. Obligātās prasības un normatīvais regulējums jaunbūvējamām ēkām: Vadlīnijas projektēšanai

Kristaps Šterns, SIA “Būves un būvsistēmas”
Ilmārs Leikums, Latvijas Būvinženieru savienība
Danīls Ņikiforovs, SIA “Citrus Solutions”

15.10.2026

01

levads

Faktiskā situācija

- Normatīvajos aktos nav dota metodika patvertņu projektēšanai.
- Sabiedrībā pastāv dažādi viedokļi.
- Eirokodesā nepastāv aprēķina metodika.
- Publiskajos iepirkumos par projektēšanu dažkārt uzvar pretendenti ar ļoti zemu cenu.
- Zemo cenu pakalpojumu sniedzējiem trūkst resurss izpētīt un definēt samērīgu aprēķinu metodiku.
- Kopumā patvertņu projektēšanai nevar izmantot zināšanas no “ierastās prakses”.
- Rezultātā var tikt saprojektētas patvertnes, kas būs nedrošas vai nepamatoti sadārdzinātas.
- Tādējādi finanšu resursi tiktu izlietoti neefektīvi.
- Vadlīnijas iespējo projektēt pēc vienotas metodikas, kura ir zināma visiem būvniecības procesa dalībniekiem jeb iespēja izvērtēt riskus.
- Vadlīnijas iespējo izmantot daudzveidību – telpām augstāka pievienotā vērtība, materiāliem mazinās monopols un lobijs konkrētiem, mazinās risks uz materiālu iztrūkumu tirgū.

Sadarbības partneri ~60

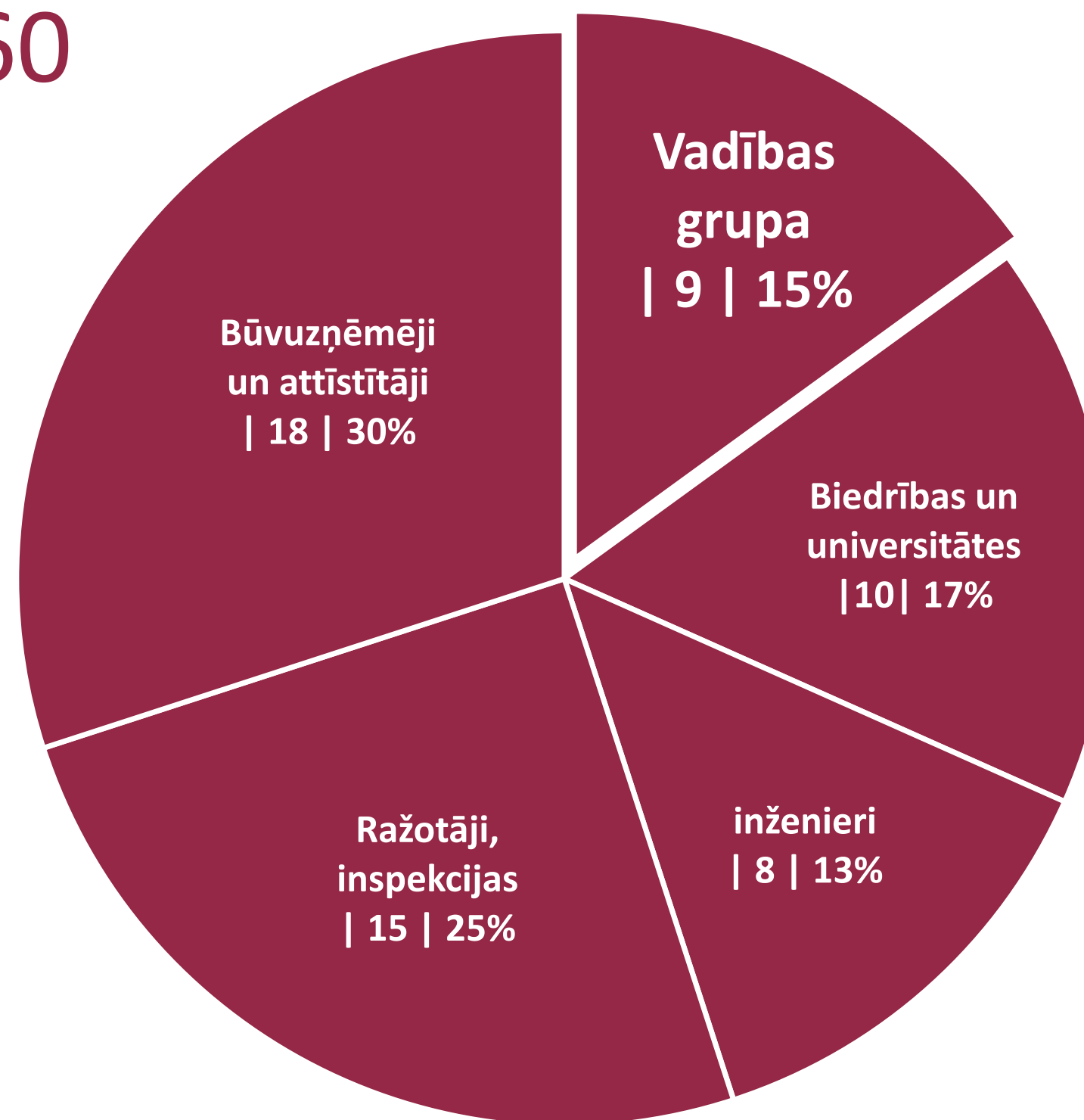
Iniciatīva patvertņu projektēšanas vadlīniju izstrādei 2025. gada rudens.

Mērķis

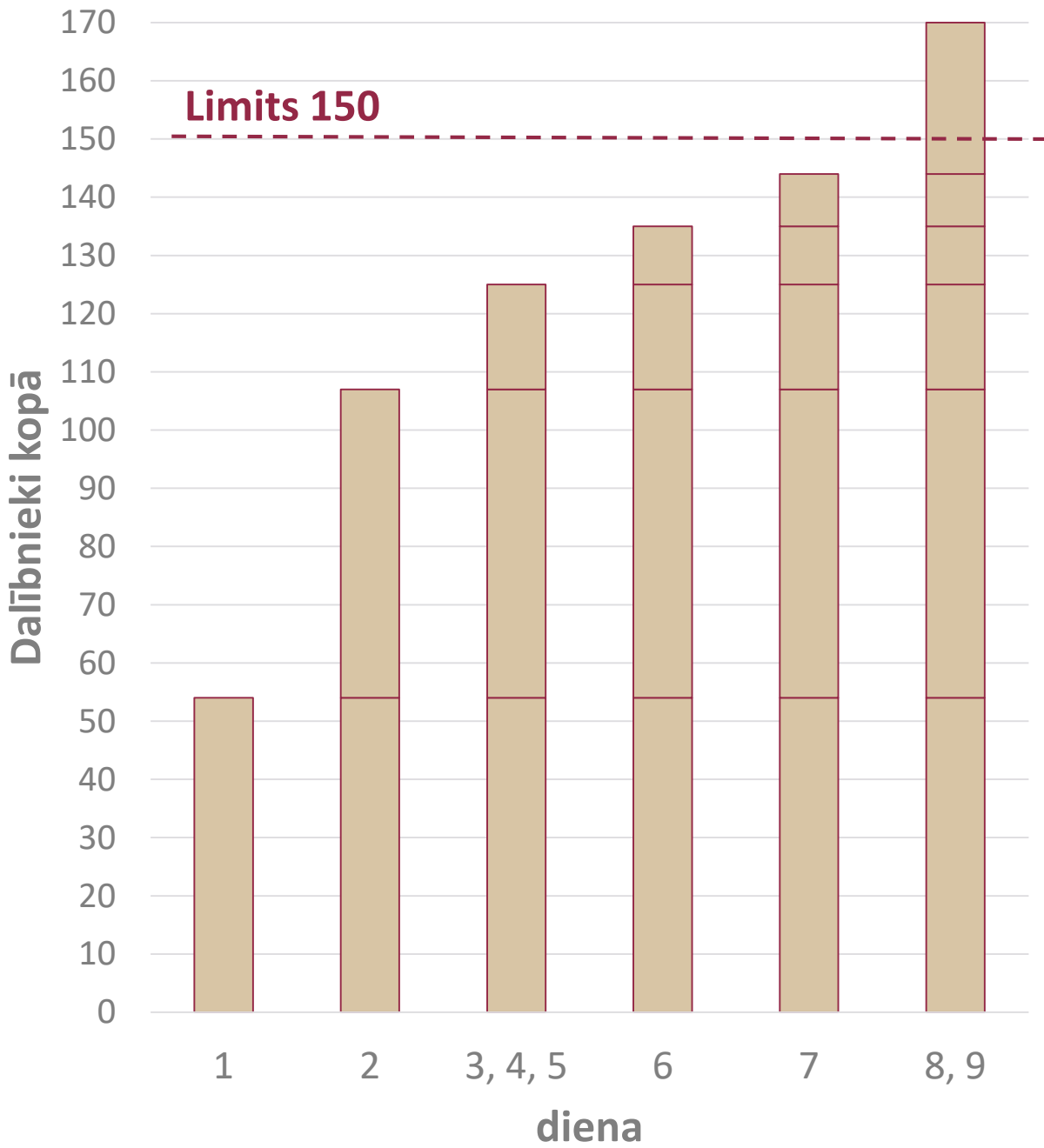
Vienotas metodikas definēšana.
Būvizmaksu sadārdzinājuma noteikšana.

Galvenie uzdevumi

Dažādu metodiku izpēte.
Izmaksu analīze.
Metodikas precizēšana.



Semināra dalībnieki



inspektori,
uzraugi,
inženieri
| 11 | 7%

attīstītāji,
uzņēmēji
| 8 | 5%

konstruktori
| 140 | 88%

| 13 |
papildus
vietas

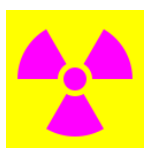
Patvertņu kategorijas Latvijā

Kategorijas:

I – A (valsts) un B (reģiona) kategorijas kritiskās infrastruktūras objektiem.

II – jauna būvniecība. Dzīvokļi ar >5 virszemes stāviem. Slimnīcas, mācību iestādes, publiskas ēkas ar platību $\geq 2500 \text{ m}^2$.

III – pielāgotas, ekspluatācijā esošas

	I	II	III*
 Sprādzienvilnis	✓	✓	✓
 Šķembas	✓	✓	✓
 Ķīmiskās vielas	✓	✗	✗
 Jonizējošais starojums	✓	✗	✗
 Radioaktīvie putekļi	✓	✗	✗

* - mazina ietekmi.

LBN 210-25, Eirokodeksā un likumā praktiski nav norādes kā jāveic būvkonstrukciju projektēšana.

ATRUNA

Šajā prezentācijā atspoguļotajai informācijai ir **tikai indikatīva un ilustratīva nozīme prezentācijas viegluma un uztveramības nodrošināšanai**. Tā kā vadlīniju galīgā redakcija vēl nav apstiprināta, prezentācijas saturs neuzliek nekādas saistības un **nevar tikt izmantots kā garantija** darbu plānošanai vai izpildei. Gala versijā dati un tehniskās nianšes var precizēties un mainīties.

Trešās puses, kas izmanto šos datus, to dara uz savu risku un ir **pilnībā atbildīgas par sekām**. Pirms jebkādu darbību veikšanas ir obligāti jāiepazīstas ar tehnisko literatūru.

Oficiālo versiju vadlīnijām plānots izdot 2027.gada sākumā.

Saturs

01	Ievads	10	Atsietena slodze
02	Citu valstu pieeja	11	Gruvešu iedarbe
03	Aizsardzības jēgpilnums	12	Aprēķina kombinācijas
04	Durvis, lūkas, vārti	13	Slodzes dinamiskā palielinājuma koeficienti, DLF
05	Hidroizolācija	14	Materiāla stiprības palielinājuma koeficienti, SIF
06	Triecienviļņa raksturs	15	Materiāla dinamiskā palielinājuma koeficienti, DIF
07	Impulsa raksturs	16	Lietojamības robežstāvoklis, SLS
08	Atstarotais spiediens, RLF	17	Inženiersistēmas
09	Šoka iedarbe	18	Izmaksu analīze un dialogs, €

02

Citu valstu pieeja

Patvertņu kategorijas un funkcionalitāte

Kategorijas pēc aizsardzības | 8 valstis**

Aizsargā no	LV	LT	EE	FI	PL	CH	UA	PSRS
A. Pilna aizsardzība triecienvilnis + radiācija + ĶBR, hermētiska, filtrācija	I	Slēptuvē KAS I	V1 V2	S1, S2 Kalliosuoja	S-1 S-2 S-3	Schutzraum Schutzanlage	Сховища А-I...А-IV	Убежища А-I...А-V
B. Triecienvilnis un šķembas nehermētiska	II	Priedanga	—	—	U-3 (+ radiācija)	—	ПРУ П-1...П-6 (+ radiācija)	ПРУ (+ radiācija)
C. Šķembas un radiācija bez triecienviļņa prasības	—	—	—	—	U-2	—	—	—
D. Šķembas, gruveši bez triecienviļņa prasības	III	KAS II*	Varjumis- koht	—	MDS U-1	—	Найпростіше укриття	—

*LT KAS III aizsargā tikai no dabas katastrofām. ĶBR – ķīmiskie, bioloģiskie, radioloģiskie draudi. ** PSRS SNIП un GOST tika piemēroti 15 valstīs
 buvinzenierusavieniba.lv
<https://bbs.lv>

Triecienviļņa iedarbe | divas pieejas

Kategorijas		Iedarbe, kPa	Kā definēta
LV	I / II	100 / 100	Ekvivalentā statiskā slodze
LT	Slēptuvē, KAS I / Priedanga	200 / 35	
EE	V1 / V2	100 / 200	
FI	S1 / S2 / K	100 / 200 / 300	
PL	U-3 / S-1 / S-2 / S-3	60 / 100 / 200 / 300	Triecienviļņa frontes pārspiediens
CH	Visas aizsargbūves	100 / 300	
UA	A-I / A-II / A-III / A-IV ПРУ П-1...П-6	500 / 300 / 200 / 100 100	
PSRS	Убежища А-I...А-V ПРУ	500 / 300 / 200 / 100 / 50 n/a	

Gatavība un ventilācija

Sagatavošana		Lietošanas ilgums	Ventilācija
LV	-	I, II: 12 h III: -	I: filtrēta $\geq 9,7 \text{ m}^3/\text{h}$ uz m^2 , filtrējot $\geq 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$ uz m^2 ; $\geq 50 \text{ Pa}$ II: $\text{CO}_2 \leq 2000 \text{ ppm}$ 12 h laikā III: dabiskā vai mehāniskā
LT	Slēptuvē: 3 h KAS, priedanga: 12 h	-	Slēptuvē, KAS I: $\text{CO}_2 \leq 10\,000\text{--}20\,000 \text{ ppm}$; pārspiediens 50 Pa KAS II, III: $\text{CO}_2 \leq 10\,000 \text{ ppm}$ Priedanga: pēc pasūtītāja izvēles
EE	Visām: 72 h	V1, V2: 72 h Varjumiskoht: $\leq 12 \text{ h}$	V1, V2: filtrēta; $\geq 50 \text{ Pa}$; darbojas 72 h bez ārējā tīkla Varjumiskoht: pietiekama gaisa apmaiņa
FI	Visām: 72 h	Visām: 72 h	S1: IVL-1 uz katriem 45 m^2 , darbināma arī ar roku; pārspiediena vārsti
PL	-	Visām: pēc projekta S: filtroventilācija $\geq 48 \text{ h}$	S-1...S-3: $20 / 3 \text{ m}^3/\text{h}$ uz pers. (tīrā / filtrācija); $\geq 50 \text{ Pa}$ U-1...U-3: dabiskā vai mehāniskā; $\text{CO}_2 \leq 2 \%$
CH	Visām: 120 h	Visām: Pēc apstākļiem	Visām: ABC filtrs; darbināma elektriski vai ar roku
UA	Visām: 12 h *	Visām: $\leq 48 \text{ h}$	Сховища: režīmi I tīrā / II filtrācija (50 Pa) / III reģenerācija (20 Pa) ПРУ: mehāniskā, putekļu filtri
PSRS	-	-	Убежища: I 8–13 / II $2 \text{ m}^3/\text{h}$ uz pers.; 50 Pa; III reģenerācija ПРУ: dabiskā vai mehāniskā

Elektroapgāde un sakari

Elektroapgāde		Sakari
LV	I, II: tīkls + ģenerators vai akumulatori; I kat. ventilācija – no tiem	I, II: pieslēgums publiskajiem sakaru tīkliem
LT	Slēptuvē: iebūvēts ģenerators + ārējā ģenerators pieslēgums KAS, priedanga: rezerves avots, ārējā ģenerators pieslēgums	Slēptuvē: fiksētais telefons, radio KAS, priedanga: nav noteikts
EE	V1: rezerves barošanas pieslēgums V2: atsevišķs rezerves avots uz 72 h	V1, V2: FM radio ar antenu; datu un telefona sakaru gatavība
FI	S1: tīkls; ventilāciju var darbināt ar roku	VisāmL Radio uztveršana
PL	S, U: ventilatoriem rezerves barošana vai rokas piedziņa S > 300 pers.: ģeneratori	Visām: UKW radio ar bateriju, ārējās antenas pieslēgums
CH	Visām: tīkls + ventilācija ar rokas kloķi	Visām: UKW radio uztveršana
UA	Сховища: dīzeļģenerators; ≤ 50 pers. var bez tā (akumulatori, rokas ventilatori)	Visām: Interneta pieslēgums, radio
PSRS	Убежища: tīkls; ДЭС, ja > 600 pers. vai reģenerācija ПРУ: tikai ārējais tīkls	Убежища: telefons, radiotranslācijas skaļruņi ПРУ: skaļruņi

Ūdens, ievadi, hidroizolācija

	Ūdens krājums	Inženiertīklu ievadi	Hidroizolācija / gruntsūdens
LV	I, II: ≥ 5 l uz pers.	I, II: aizliegti maģistrālie ūdensvadi, siltumtīkli, TP	Nav noteikts
LT	Slēptuvē: 25 l/dn uz pers. (ar tīklu); notekūdeņu tvertne 2 l/dn	Slēptuvē: atsevišķs atzars ar noslēgarmatūru	Slēptuvē: jāizvērtē hidroloģiskie riski
EE	V1, V2: 12 l uz m ²	V1, V2: tikai patvertnes sistēmas; kanalizācijai noslēgvārsts	V1, V2: novērst applūšanu un mitrumu; pret sala aizsardzība
FI	S1: 40 l uz m ² (ar ūdensvadu 15 l)	S1: visi ievadi blīvēti, tipa apstiprināti	Visām: virs vidējā GŪL; ne dziļāk par 1 m zem tā; atsūkņēšana
PL	S, U (> 48 h): 3 l/dn uz pers.	S: aizsardzība pret nogriešanu S, U: caur pārsegumu tikai ar risinājumu	S, U: pamatne $\geq 0,75$ m virs GŪL vai hidroizolācija, kas iztur plaisas līdz 1 mm
CH	Schutzraum: ūdens tvertnes	–	Visām: plātnēm gruntsūdenī slodze +10 / 30 %
UA	Visām (> 20 pers.): 3 l/dn uz pers.	Сховища: kompensācijas ierīces (nosēdums 150 mm); iebetonēti	Сховища: pret GŪ un applūšanu; grīdas slīpums 1–2 % uz bedri
PSRS	Убежища: 3 l/dn uz pers. ПРУ: 2 l/dn uz pers.	Убежища: tranzīta tīkli aizliegti; kompensācijas ierīces (nosēdums 150 mm)	Убежища: padziļinātajai daļai obligāta ПРУ: grīda $\geq 0,2$ m virs GŪL

Ieejas un izejas

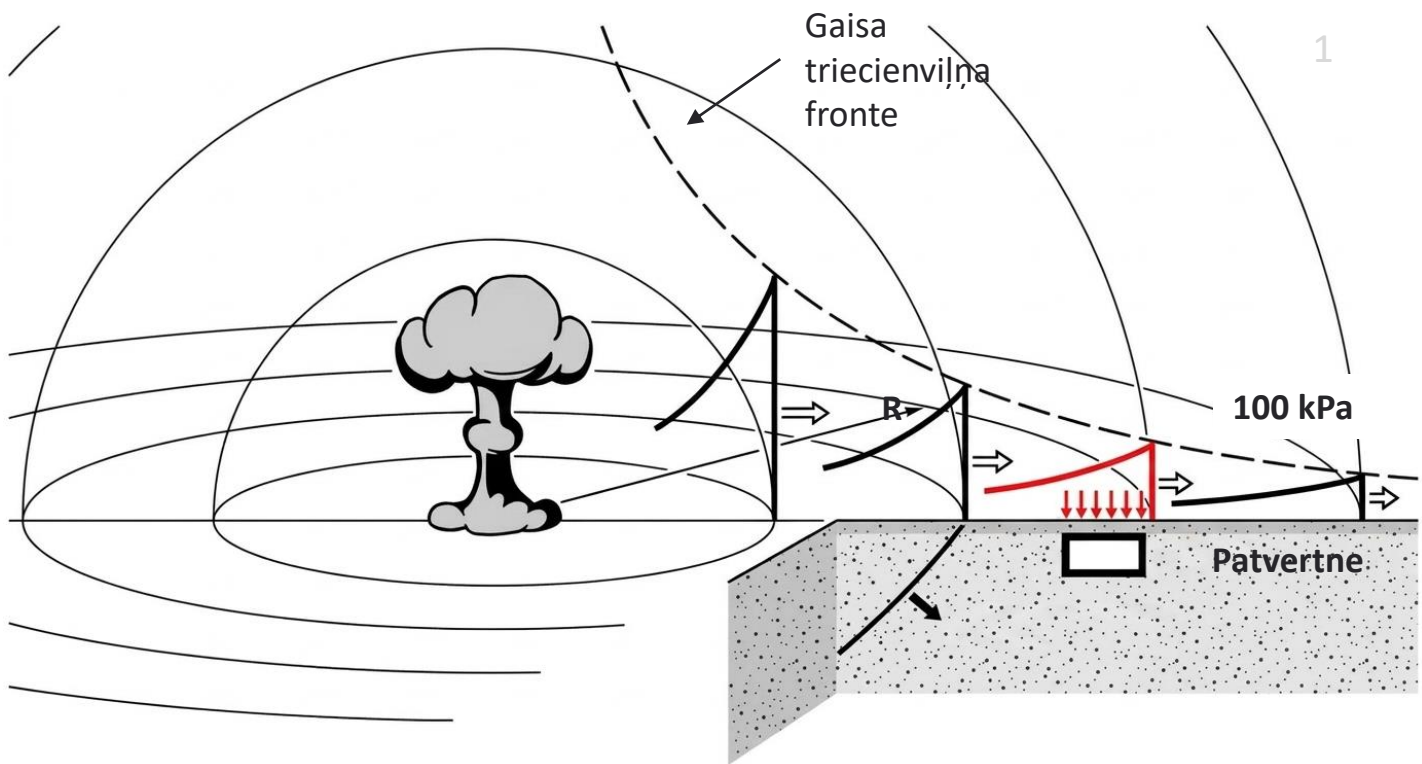
	Platība uz cilvēku	Ieejas	Avārijas izeja
LV	I, II, III: 0,75 m ² min. 20 m ²	I, II: durvis 900 / 1200 mm I: slūžu telpa ≥ 4 m ²	I, II: ≥ 1; III: 2 izejas, ja > 250 m ²
LT	Slēptuvē: 2,0; KAS I: 0,75 m ² KAS II, III: 3,5; priedanga: 1,5	Slēptuvē: eja ≥ 1,6 m, durvis ≥ 0,9 m Priedanga: durvis ≥ 0,8 m	Slēptuvē: ≥ 1, ≥ 10 m no ieejas Priedanga: ≥ 1, ja iespējams
EE	Visām: 0,75 m ²	V1, V2: eja ≥ 1,2 m, durvis ≥ 0,9 m V1: slūžu telpa ≥ 2,5 m ² ; V2: ≥ 4 m ²	V1: 800×1200 mm V2: 900×2000 mm
FI	Visām: 0,75 m ²	S1: slūžu telpa ≥ 2,5 m ²	S1: 800×1200 mm, ārpus gruvešu zonas
PL	S, U: ≥ 1,0 m ² MDS: 1,5 m ²	S, U: ejas ≥ 1,2 m (≤ 50 pers. 0,9 m) S: slūžu telpa	S, U: > 50 pers. – 2, viena ārpus gruvešu zonas
CH	Schutzraum: 1,0 m ² + 2,5 m ³	Schutzraum: slūžu telpa no 51 vietas	Schutzraum: ārpus gruvešu zonas
UA	Visām: 0,5–0,6 m ²	Сховища: slūžu telpa ПРУ: aizsargdurvis	Visām: virs gruntsūdens līmeņa
PSRS	Visām: 0,5 m ² (0,4–0,6) ≥ 1,5 m ³	Убежища: ≥ 2; slūžu telpa no 300 pers. ПРУ: ≥ 2, platums 0,8 m	Убежища: ≥ 600 pers. tunelis 1,2×2 m < 600 pers. šahta 0,9×1,3 m

03

Aizsardzības jēgpilnums

Patvertnes būs efektīvas tikai tad, ja mēs tās varēsim atļauties.

Aizsardzības jēgpilnums | Holistiska pieeja



**100 kPa nominālais spiediens
triecienviļņa fronteī**

Pie attāluma, kur no atomieročiem spiediens virs 100 kPa, tiek sasniegta nāvejoša starojuma deva (>1000 rem).

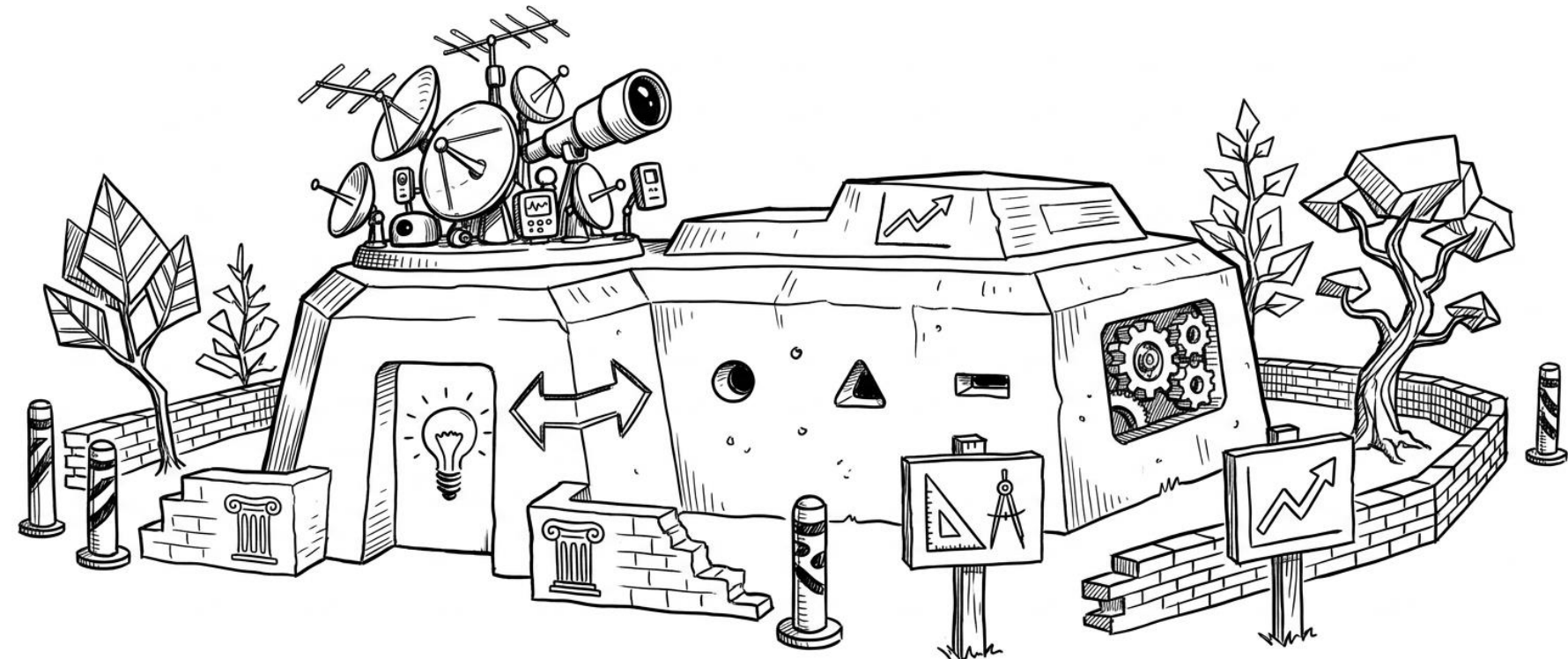
Aviācijas bumbām 100 kPa parasti 15..60 m attālumā. Parasti iedarbe ilgst 10-100 milisekundes.

Kodolieroča kalibrs	Spiediena fronte	Attālums	Starojuma deva
1 kt	100 kPa	0.3 km	~ 7000 rem
12 kt (Hirošima)	100 kPa	0.8 km	~ 6500 rem
100 kt (zemu)	100 kPa	1.4 km	~ 1200 rem
1 Mt (zemu)	100 kPa	3.0 km	~ 60 rem
Salīdzinājumam			
1 kt neitronu bumba (300 m augstumā)	~ 30 kPa	~ 0,7 km	~ 6000 rem

Mērķis: BŪVĒT EFEKTĪVI NEVIS EFEKTĪGI



EFEKTĪVI



EFEKTĪGI

BL: 2.pants. Likuma mērķis

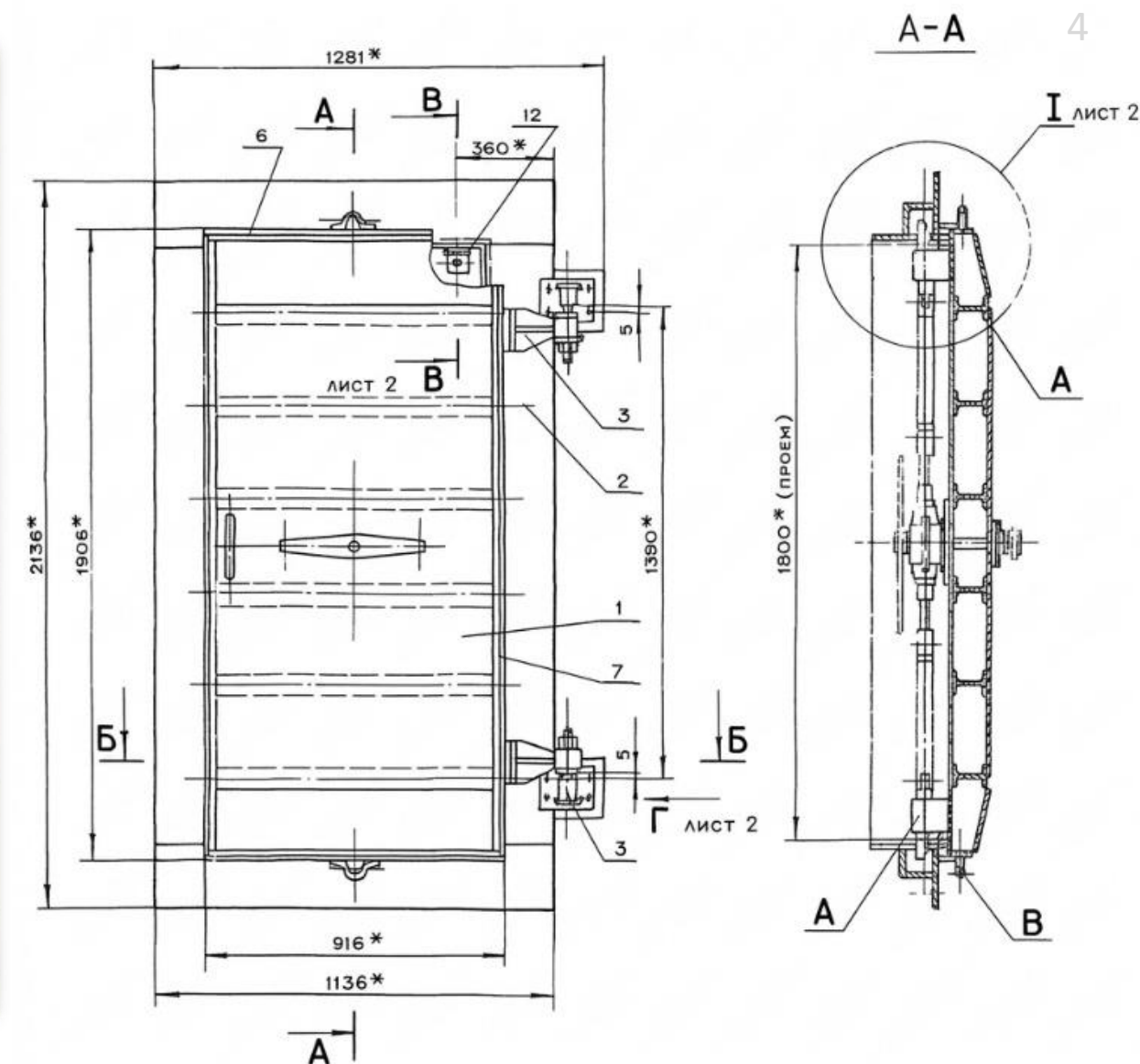
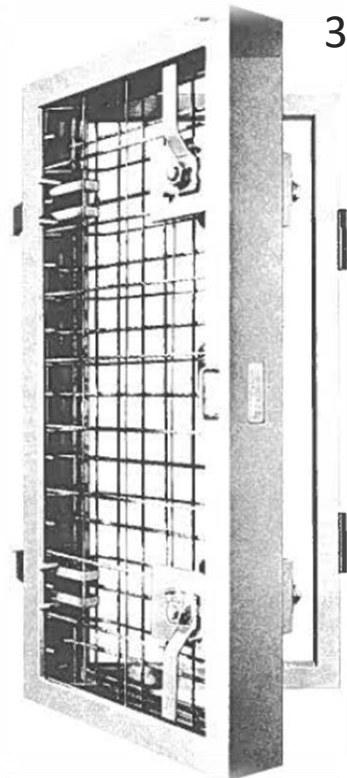
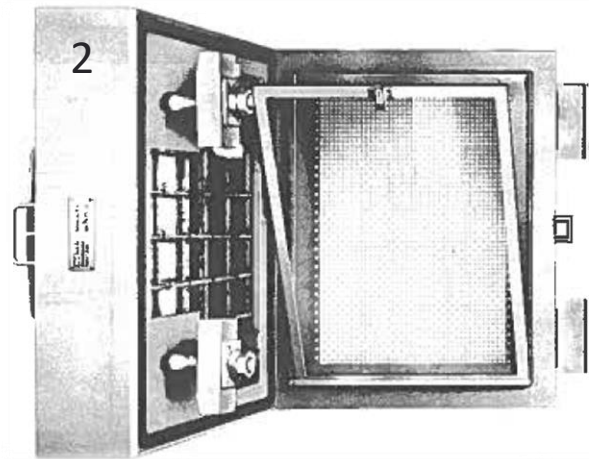
Likuma mērķis ir kvalitatīvas dzīves vides radīšana, nosakot **efektīvu** būvniecības procesa **regulējumu**, lai nodrošinātu ilgtspējīgu valsts ekonomisko un sociālo attīstību, kultūrvēsturisko un vides vērtību saglabāšanu, kā arī energoresursu racionālu izmantošanu.

04

Durvis, lūkas, vārti

Funkcionalitāte, hermētiskums, dizains

Durvis un lūkas | funkcionalitāte vai dizains



Arī no stikla!

buvinzenierusavieniba.lv
<https://bbs.lv>

2: TWP 1984. Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraubau

3: TWP 1984. Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraubau

4: Типовые конструкции изделия и узлы зданий и сооружений. Серия 01.036-1. Защитно-герметические и герметические двери и ставни для убежищ. Выпуск 3. Дверь защитно-герметическая ДУ-I-7

Rekomendējam iepazīties ar LVS seminārs: Patvertņu projektēšana, būvniecība un ekspluatācija. <https://www.lvs.lv/news/423>

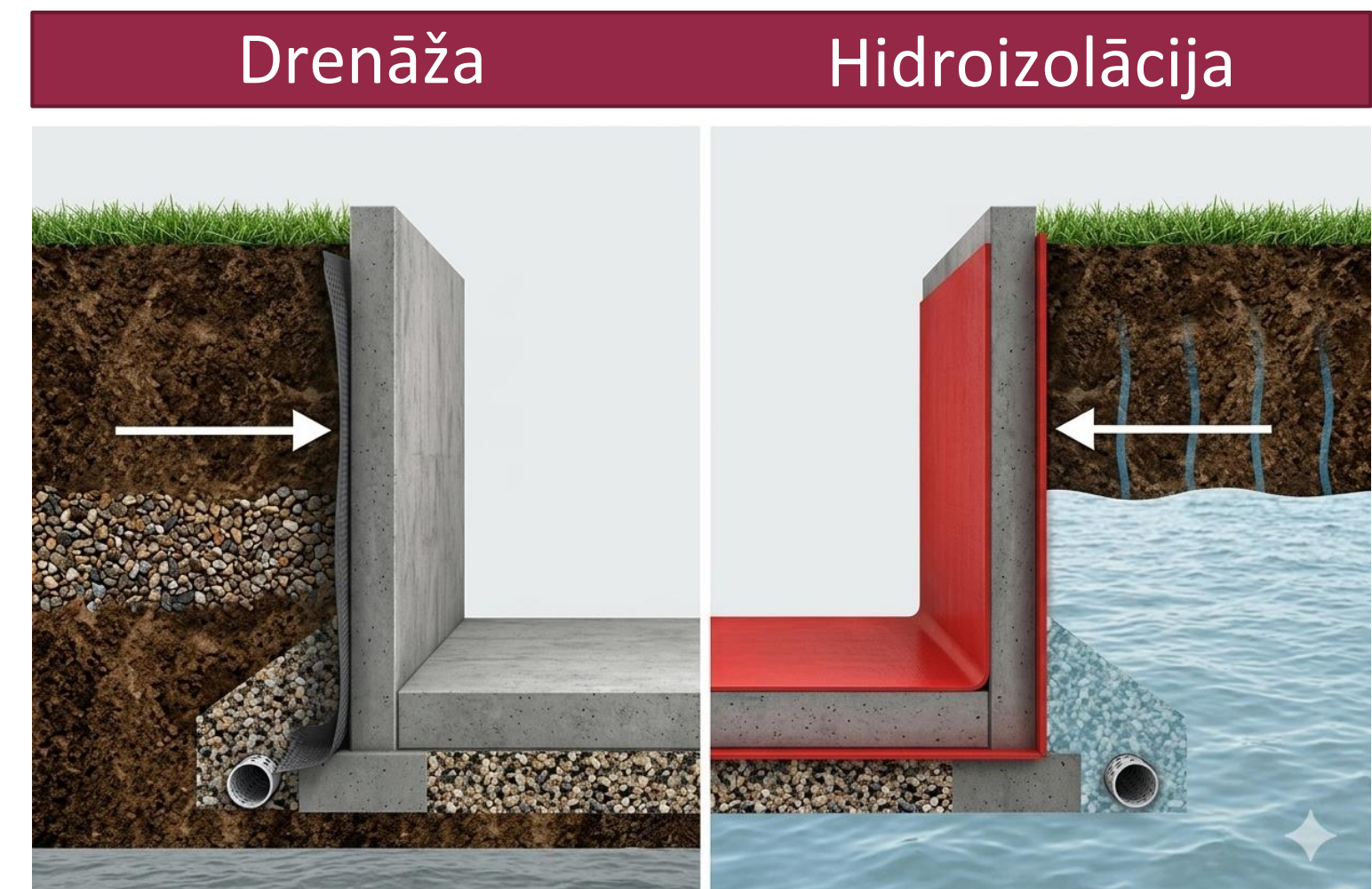
05

Hidroizolācija

Cilvēku drošība

Hidroizolācija | tieši vai netieši saistīts ar BK

- Gruntsūdens līmeņa ietekme.
- Virsūdens applūšanas riski.
- Applūšanas riski pēc triecienviļņa iedarbes.
- Caurspiešana ap pamatiem un hidroizolācija.
- Aprēķina shēmas maiņa.
- Izcelšanas no gruntsūdens.
- Inženiertīklu drošie attālumi.
- Hidroizolācijas veids un padevīgums.
- Drošības koeficienti patvertnei, ja zem gruntsūdens līmeņa.



Būtiski atcerēties



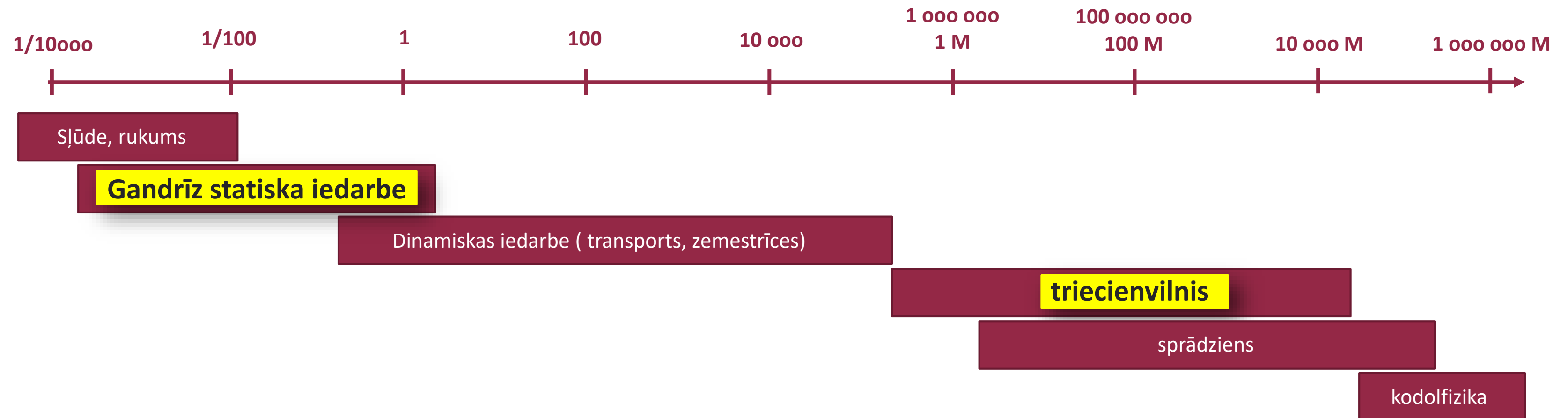
Hidroizolācijas risinājumus projektē konstruktors.
Inženiertīklu šķērsojumus projektē BP daļas inženieris.

06

Triecienviļņa raksturs

Vienkāršojumi civilajām patvertnēm

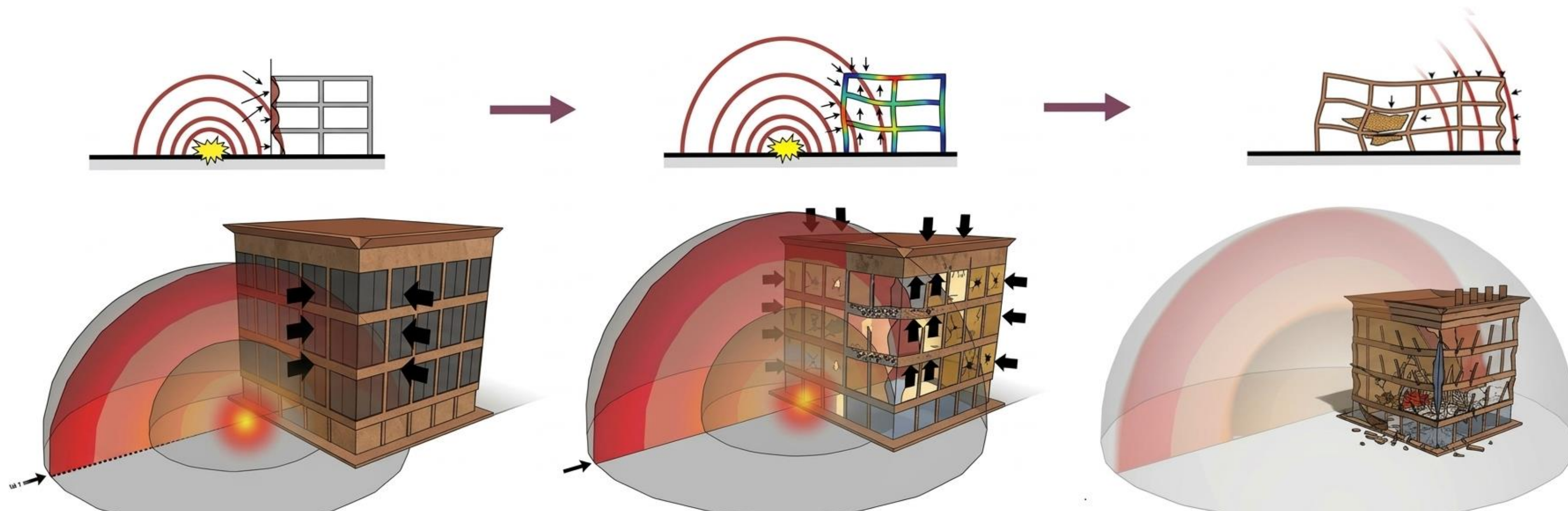
Slodzes pielikšanas ātrums | impulsa ātrums



Triecienviļņa iedarbe nav statiska slodze

Triecienviļņa iedarbes ātrums ir **~100 miljonus reizes** ātrāks par statiskās slodzes iedarbes ātrumu.

Triecienviļņa iedarbe | punktveida epicentrs

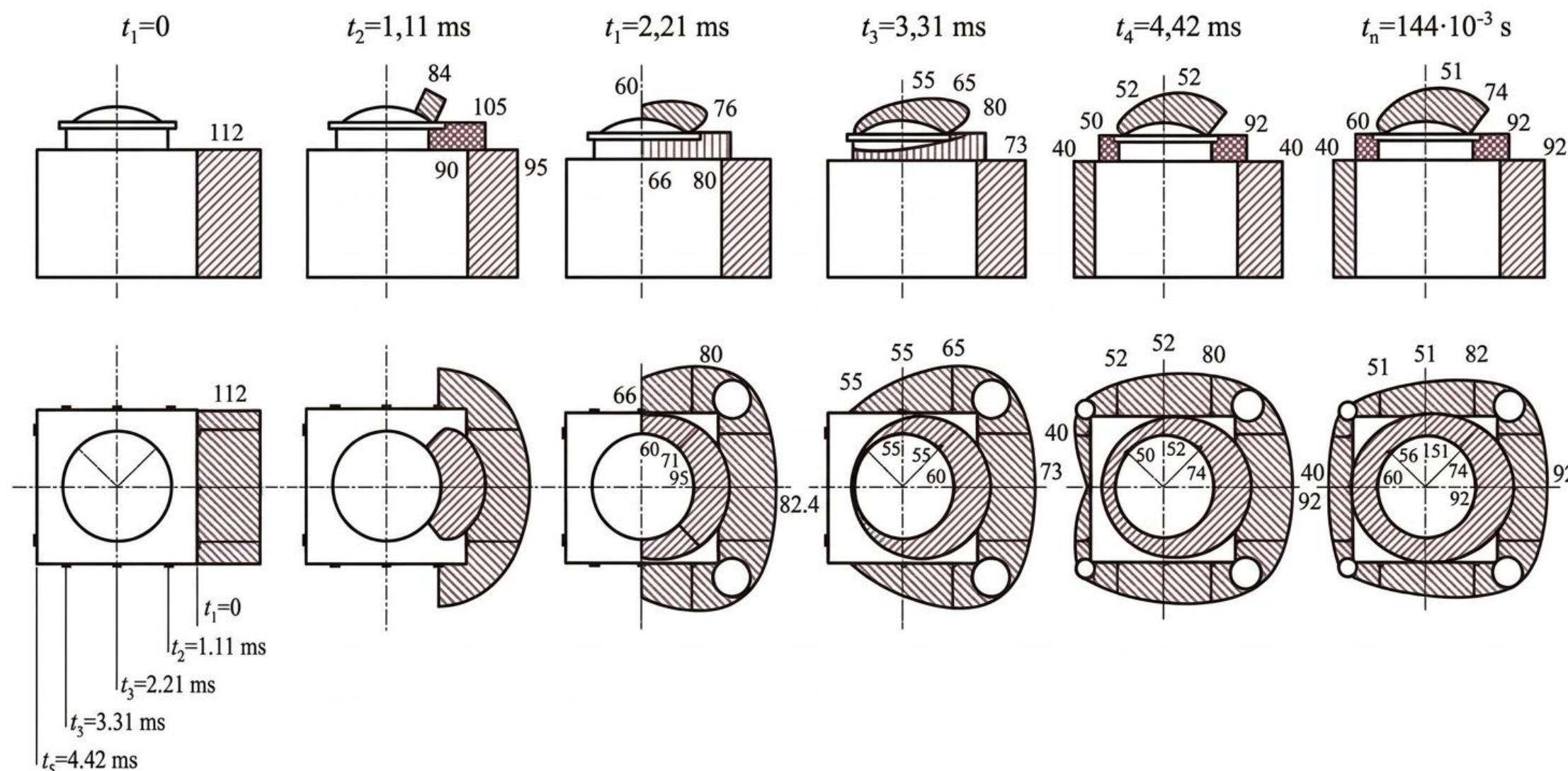


Punktveida sprādziena fronteī ir sfēriska virsma

Triecienvilnis uz ēkas fasādi un pamatiem visos punktos **nepienāk vienlaicīgi.**

Sfēriska triecienviļņa fronte patvertnēm netiek izskatīta.

Triecienviļņa testi un simulācija | AES

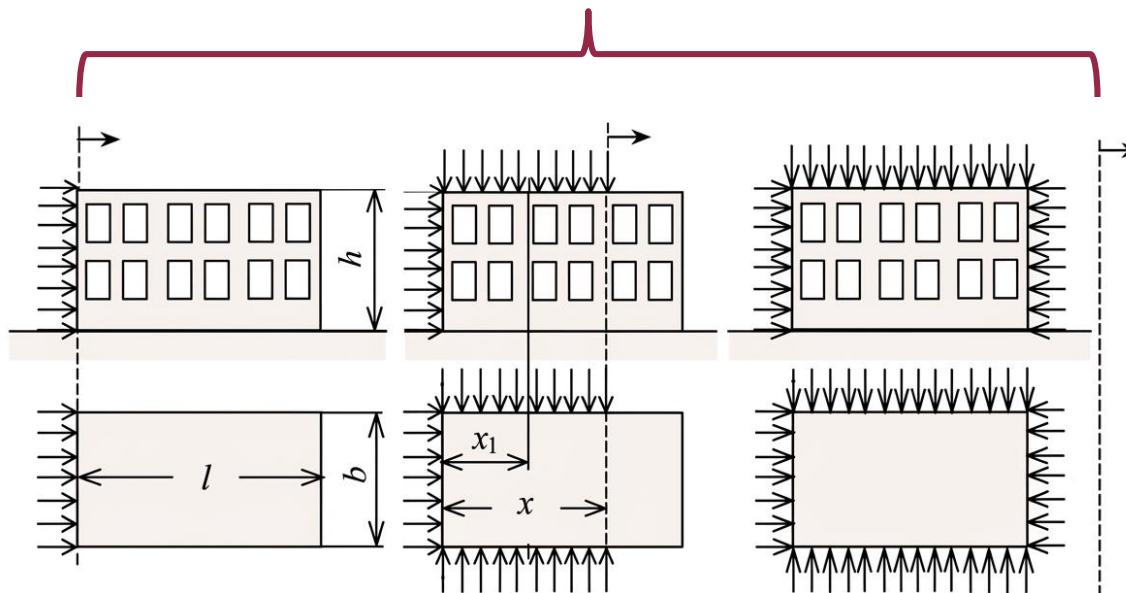
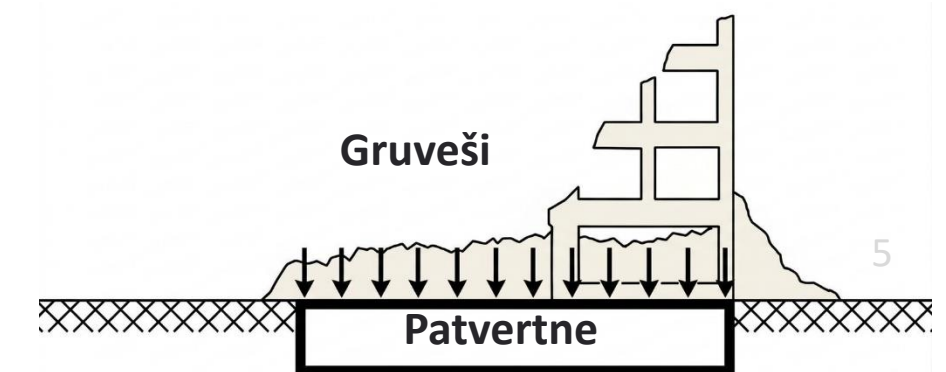
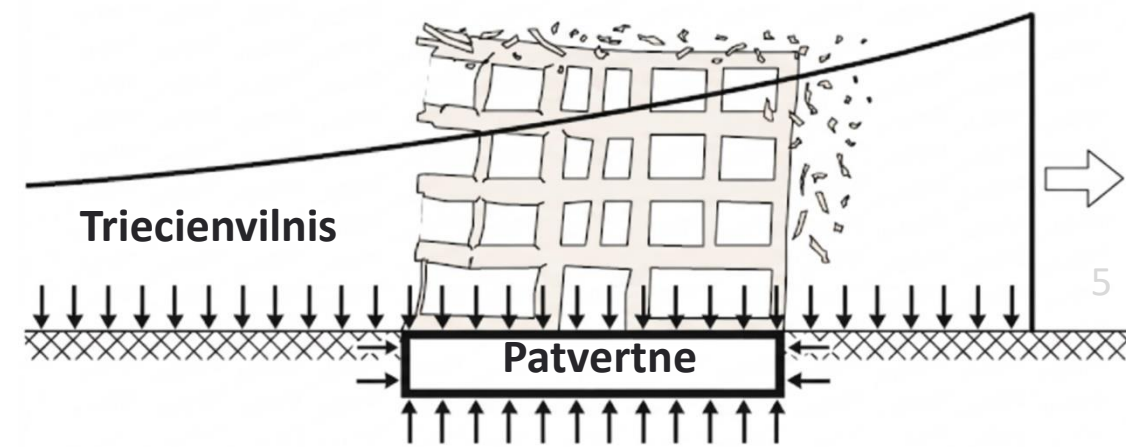
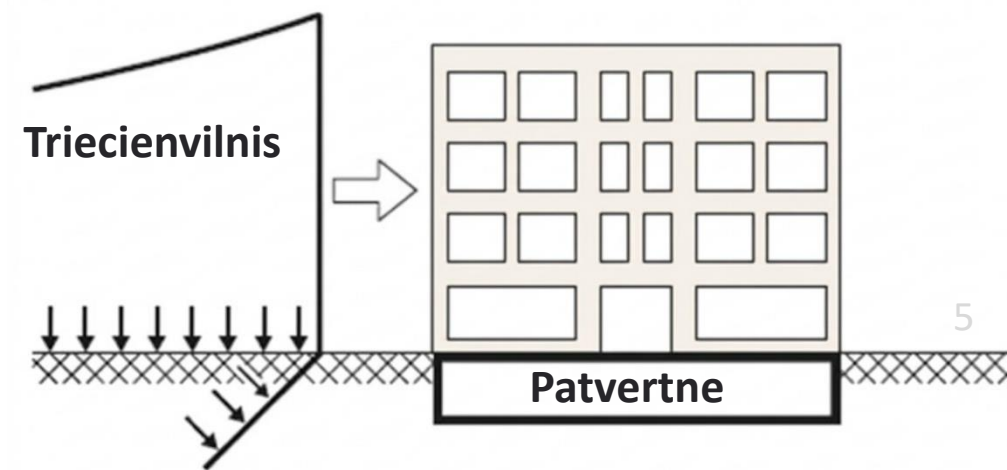


Triecienviļņa plūsmas un spiediena simulācija

Redzams, ka jāapskata ir vairākas slodžu/iedarbju kombinācijas.



Triecienviļņa iedarbe | vienkāršojums patvertnēm



*Būves daļām, kas nesagrūst.

Patvertņu projektēšanā izmanto horizontāla plaknes triecienviļņa fronti

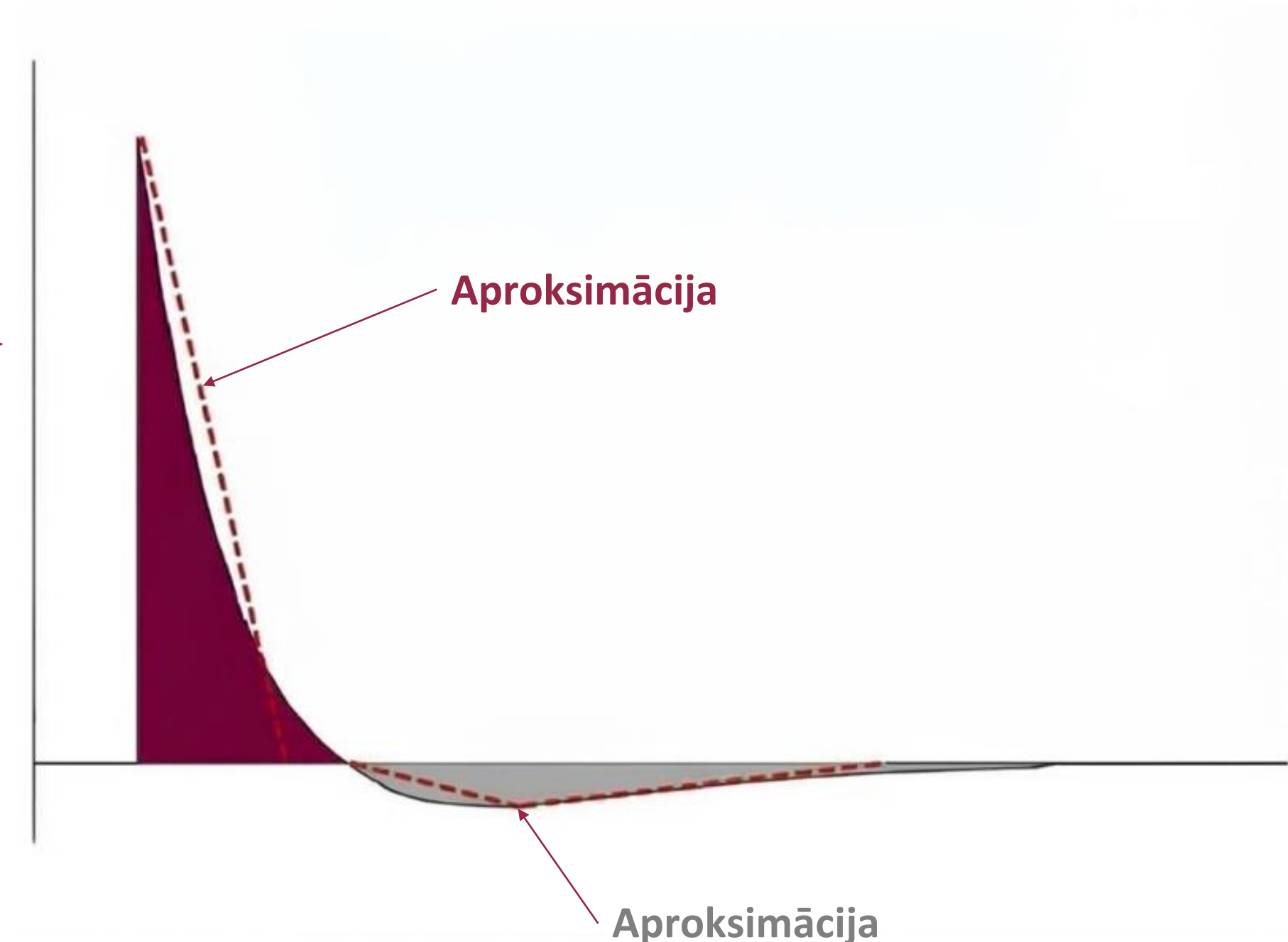
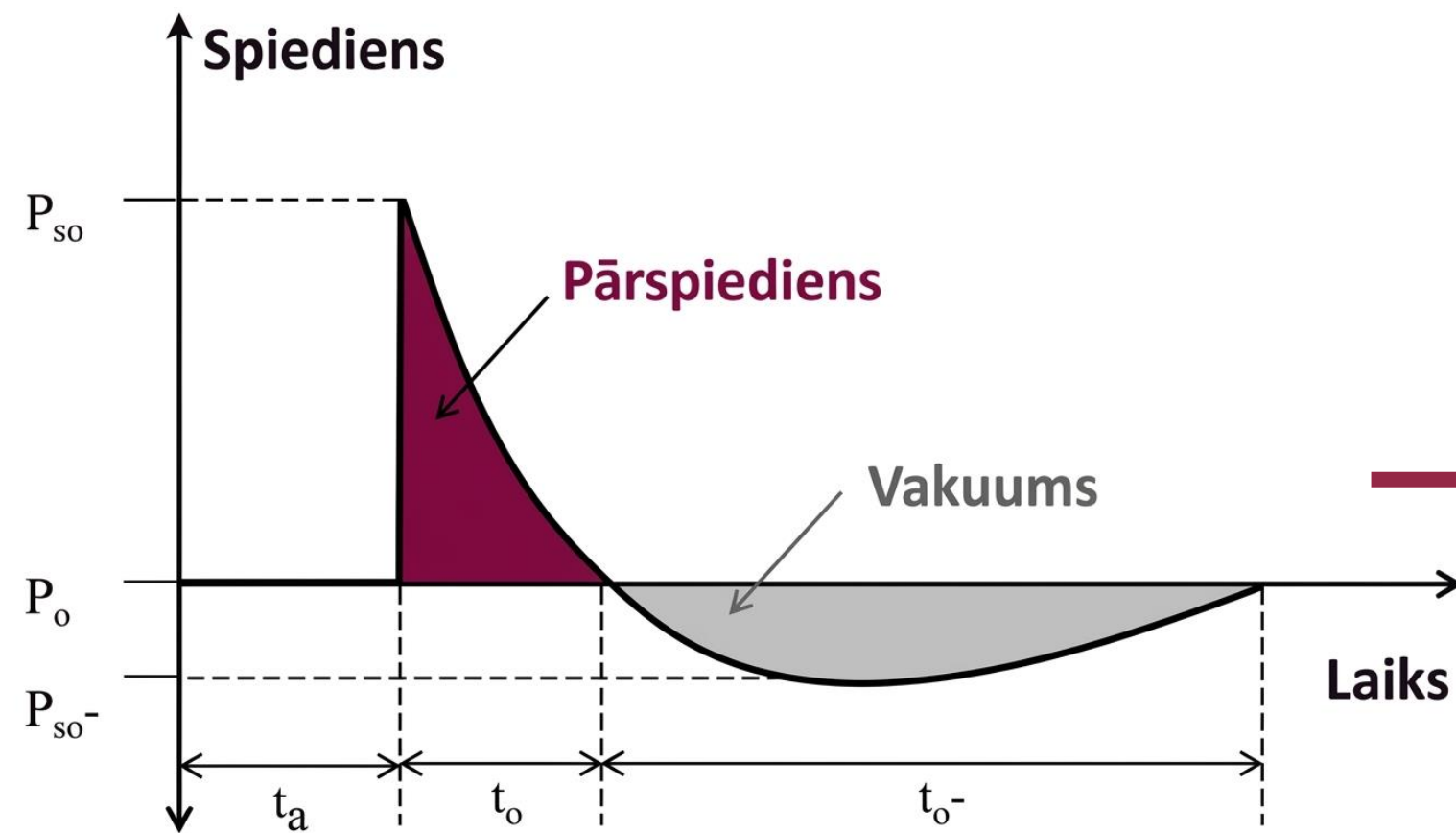
Tiek pieņemts, ka triecienvilnis uz ēkas fasādi un pamatiem visos punktos **pienāk vienlaicīgi.**

07

Impulsa raksturs

Vienkāršojumi civilajām patvertnēm

Impulss | Aproximācija frontālai sienai



Impulsam ir vairākas fāzes

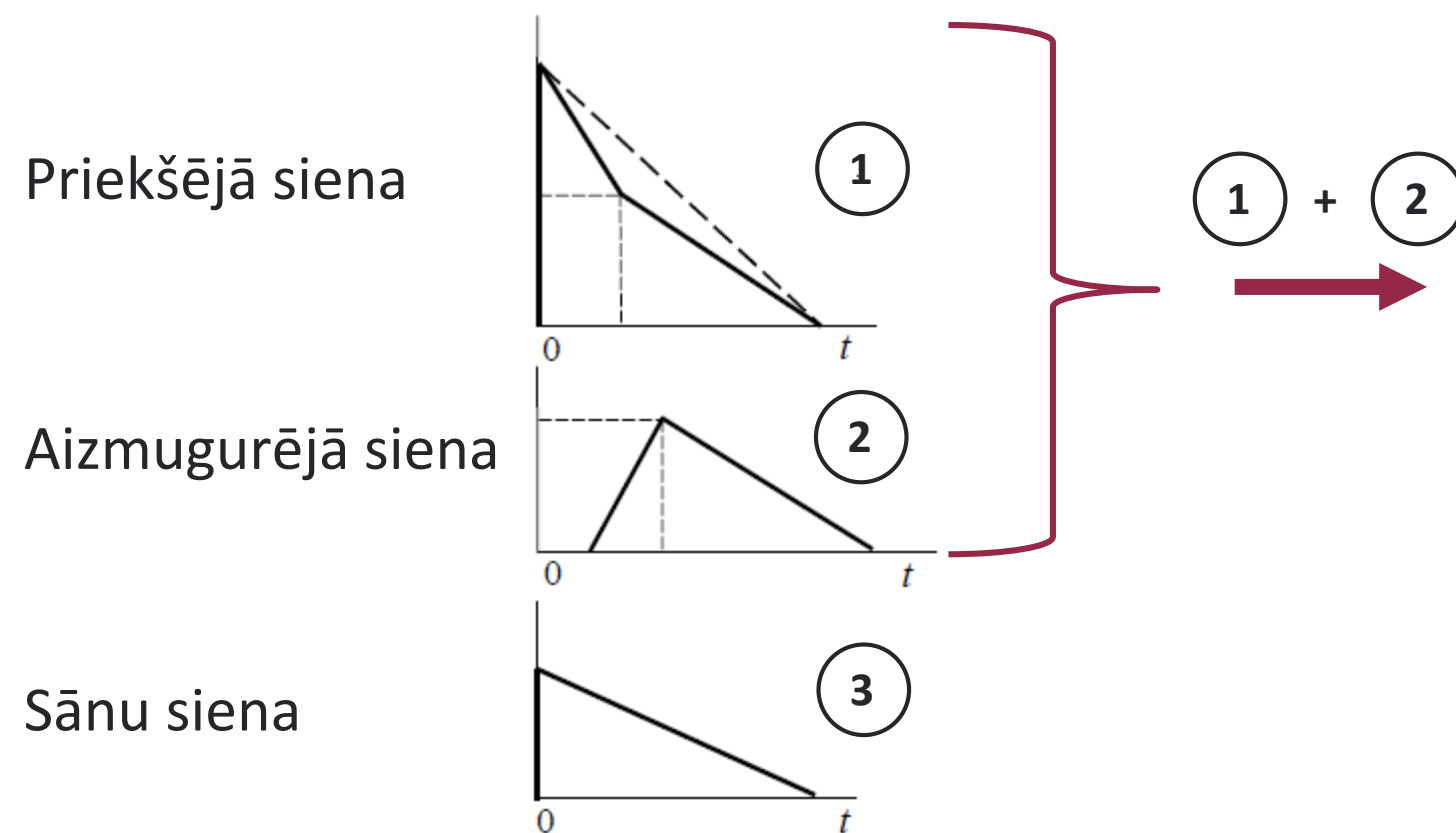
t_a – laika sprādis līdz triecienvilnis atnāk līdz ēkai.

t_o – pieslodzes fāze

$t_{o[-]}$ – vakuuma fāze

Impulss | kopējais spiediens pieslodzes fāzē

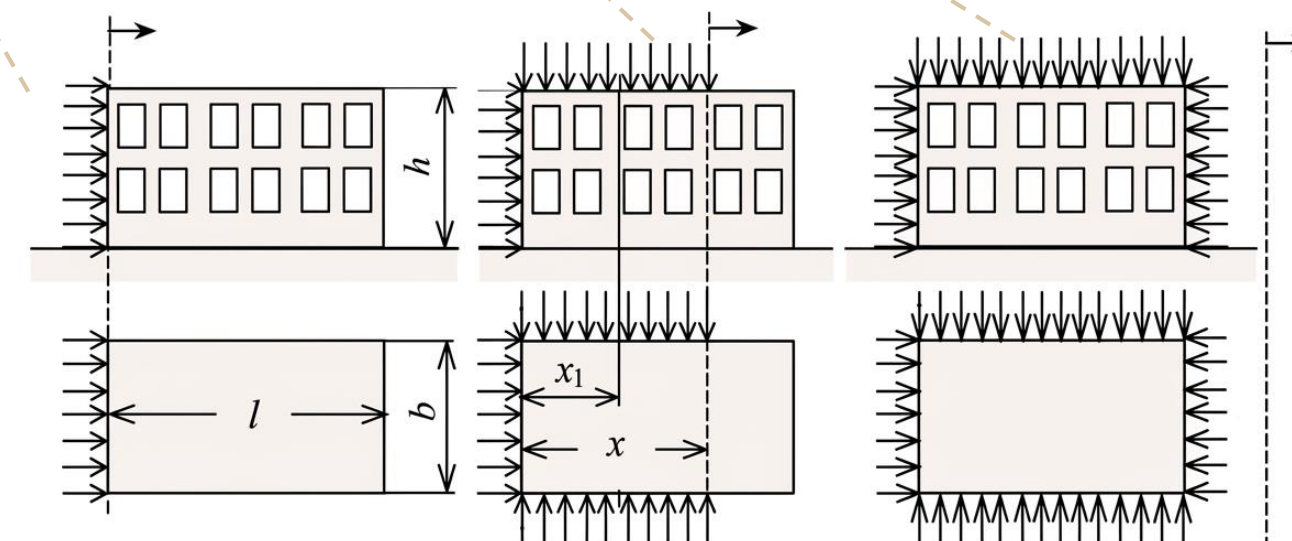
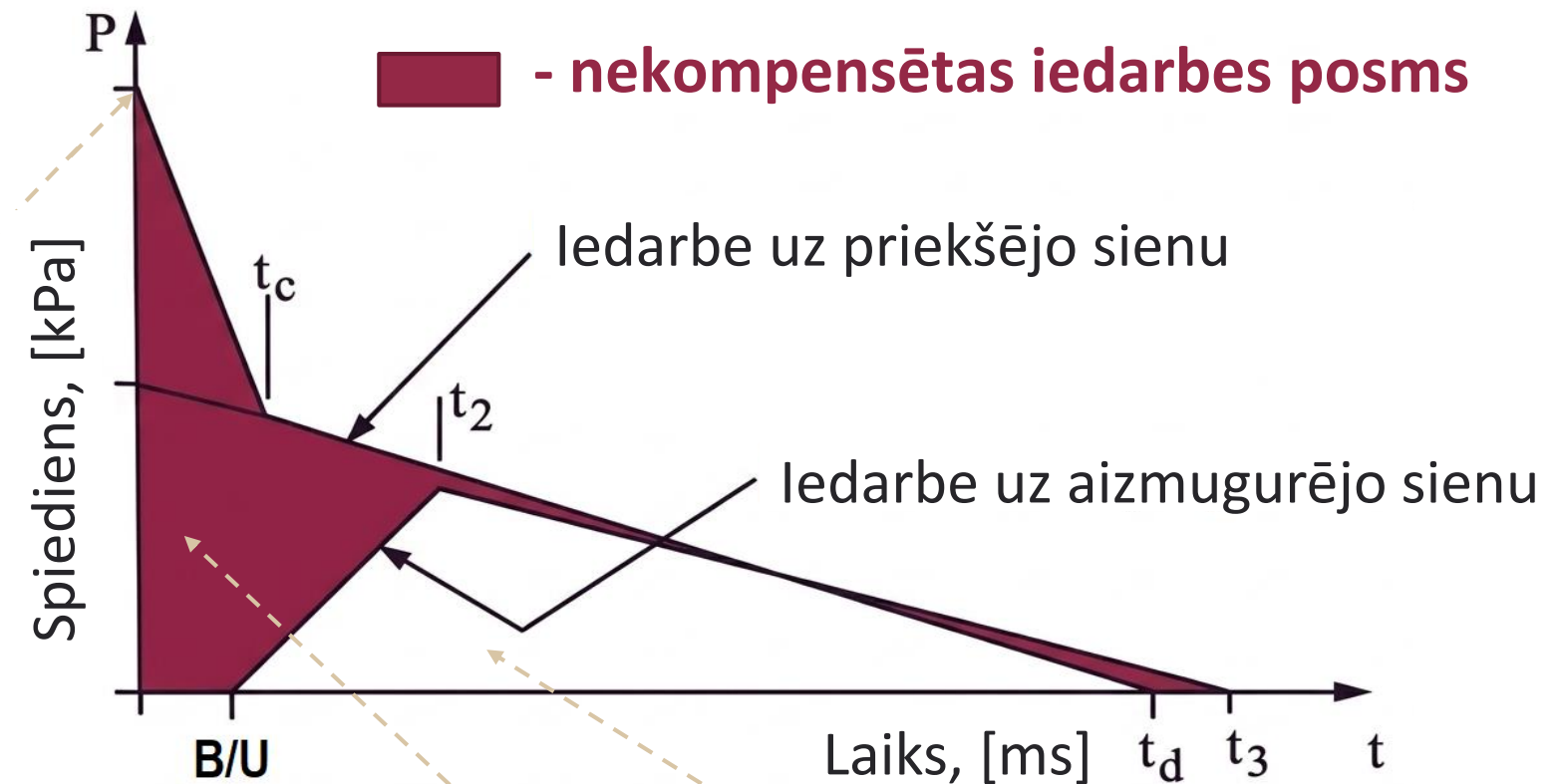
Vienkāršojumi: Daži autori iesaka izmantot vienkāršotu aproksimāciju pieslodzes fāzei.



Summārā iedarbe uz patvertni

Nekompensēta iedarbe no spiediena starpības.

Jāņem vērā līdzsvara pārbaudēs un izraušanas/pacelšanas aprēķinos (EQU, UPL, STR, GEO).

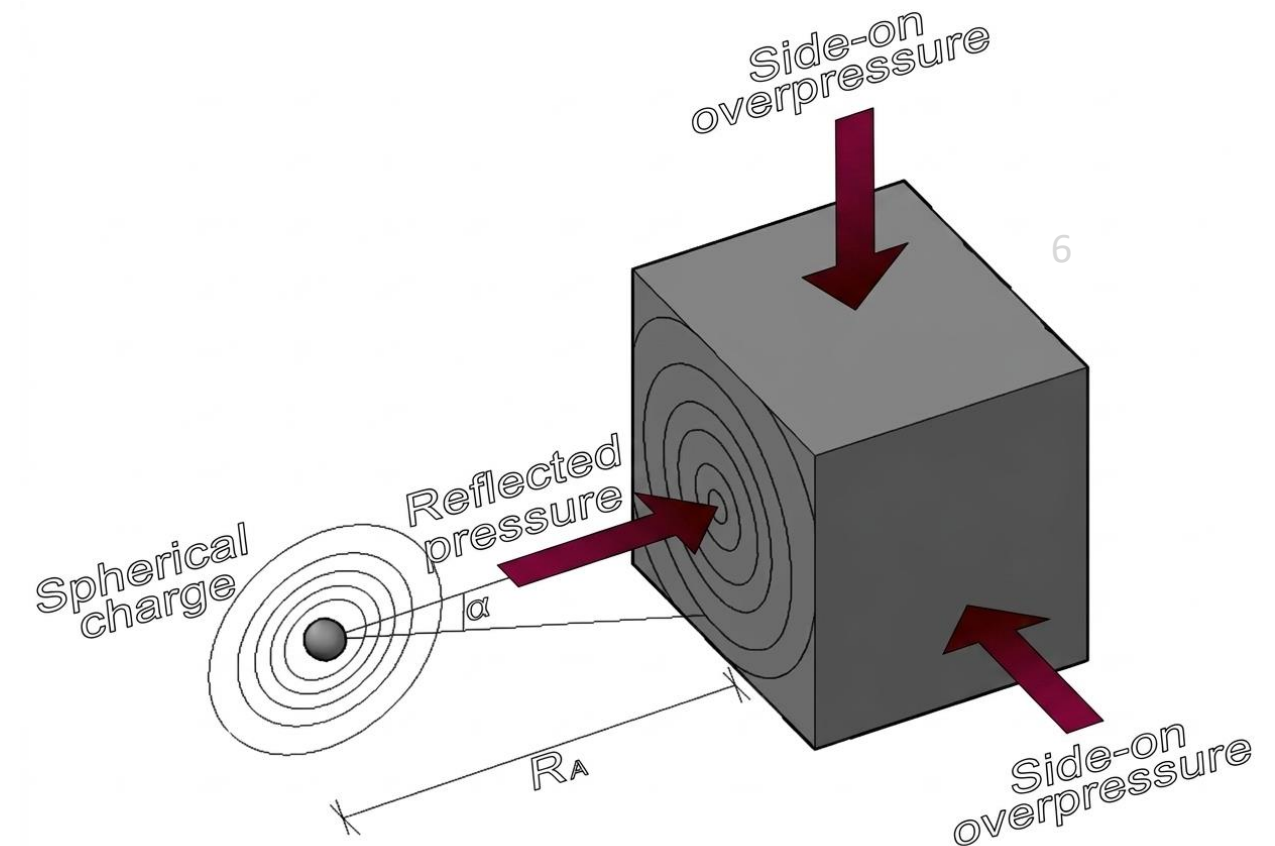
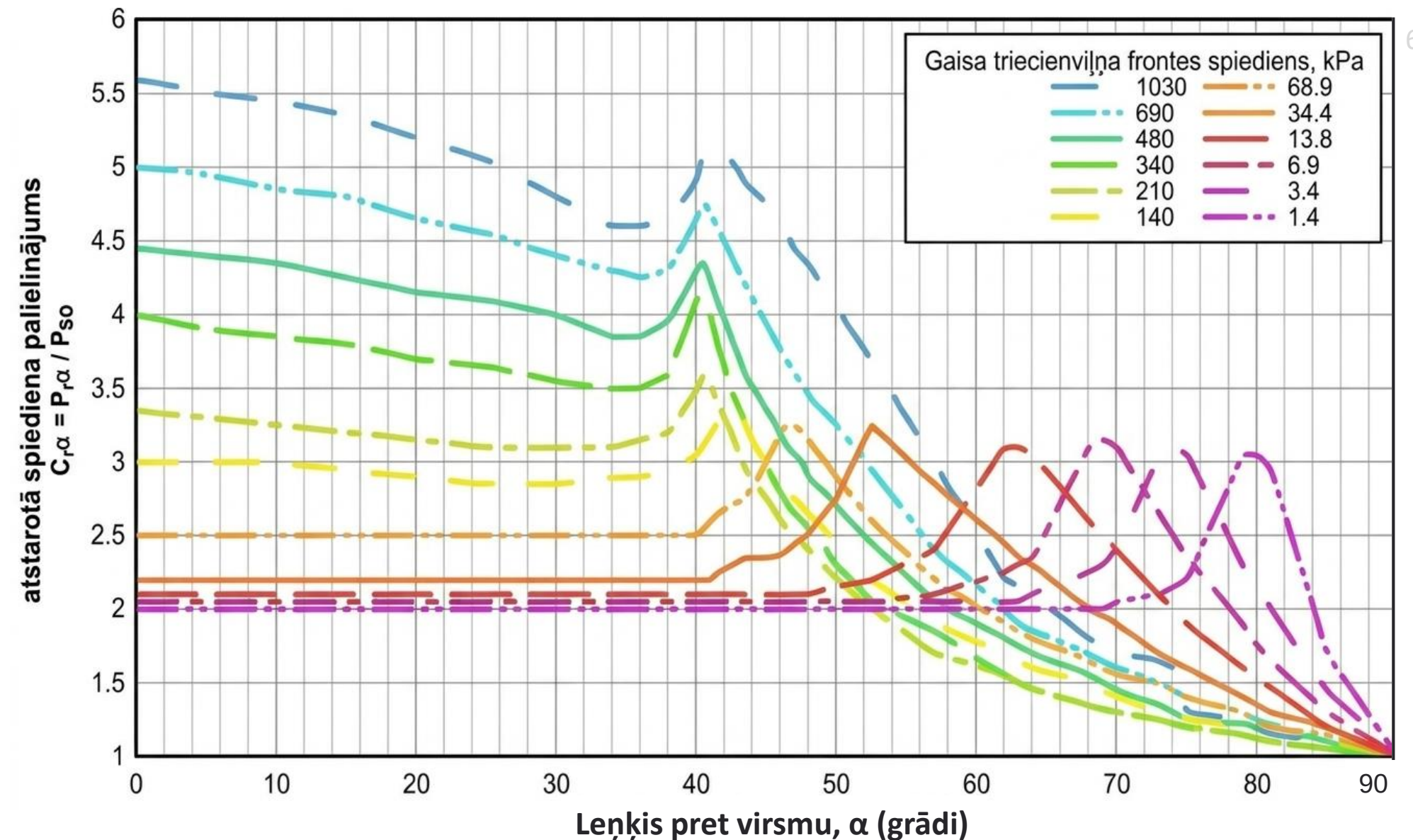


08

Atstarotais spiediens

Būves veida, telpu veida un formas ietekme

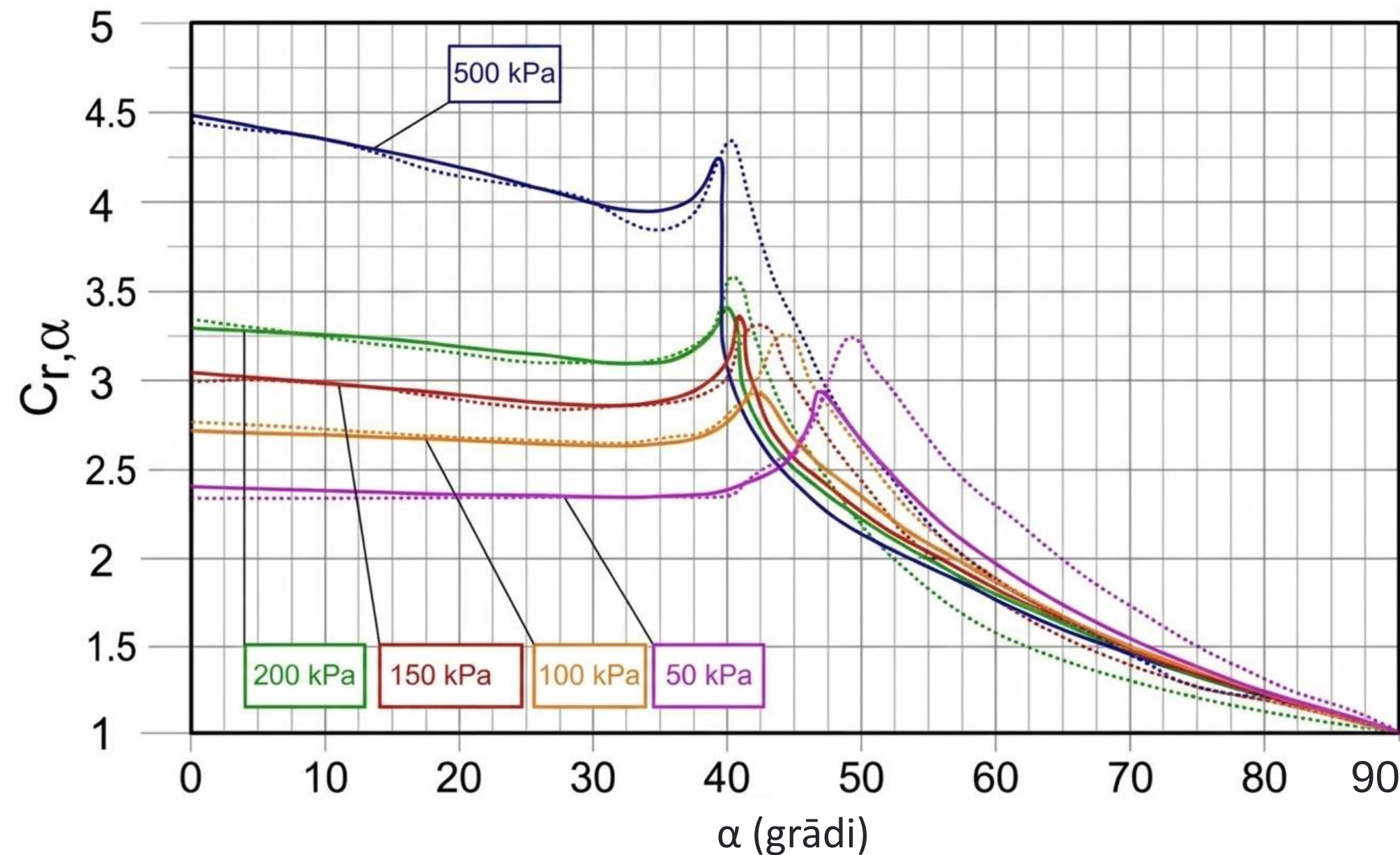
Triecienviļņa iedarbe | **leņķī pret virsmu**



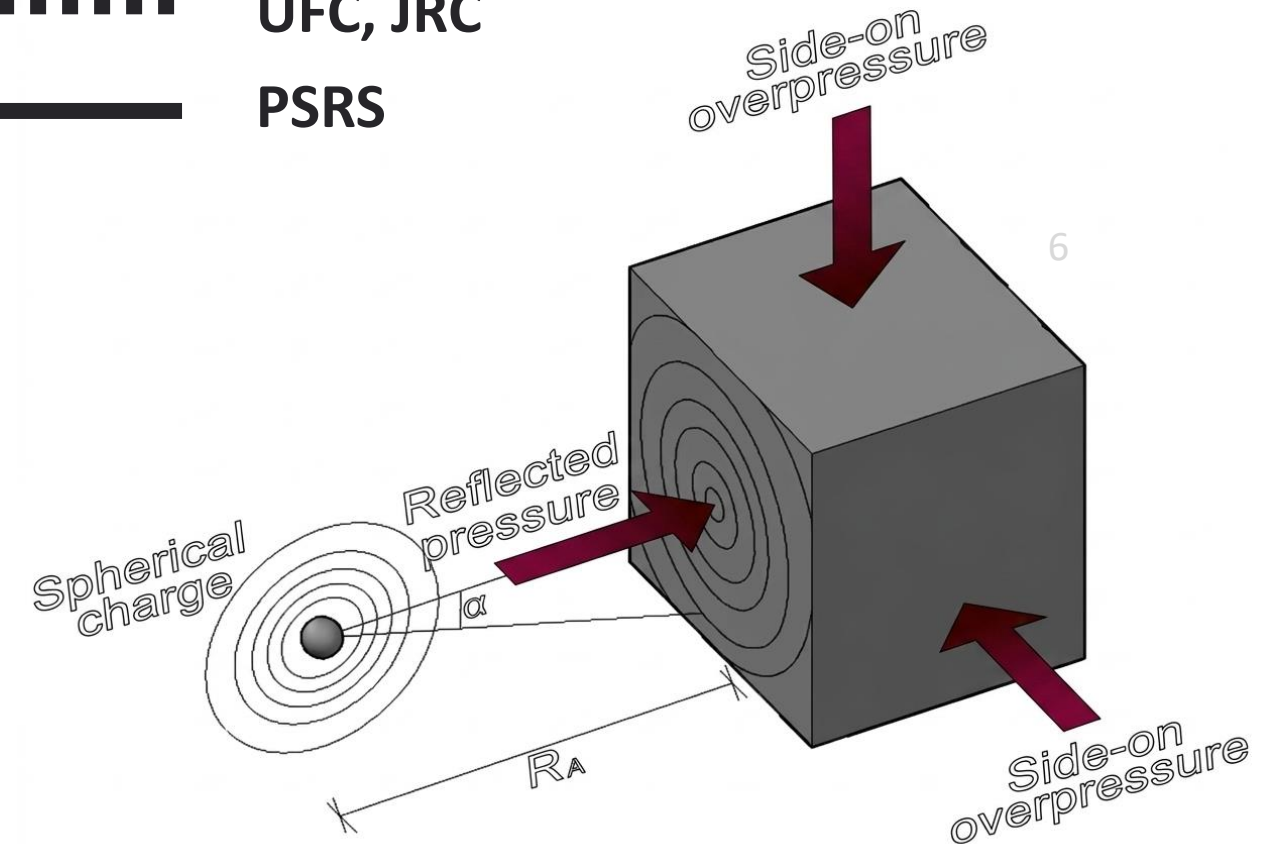
Patvertņu projektēšanā izmanto horizontāla plaknes triecienviļņa fronti

Tiek pieņemts, ka triecienvilnis uz ēkas fasādi un pamatiem visos punktos **pienāk vienlaicīgi.**

Triecienviļņa iedarbe | **leņķī pret virsmu**

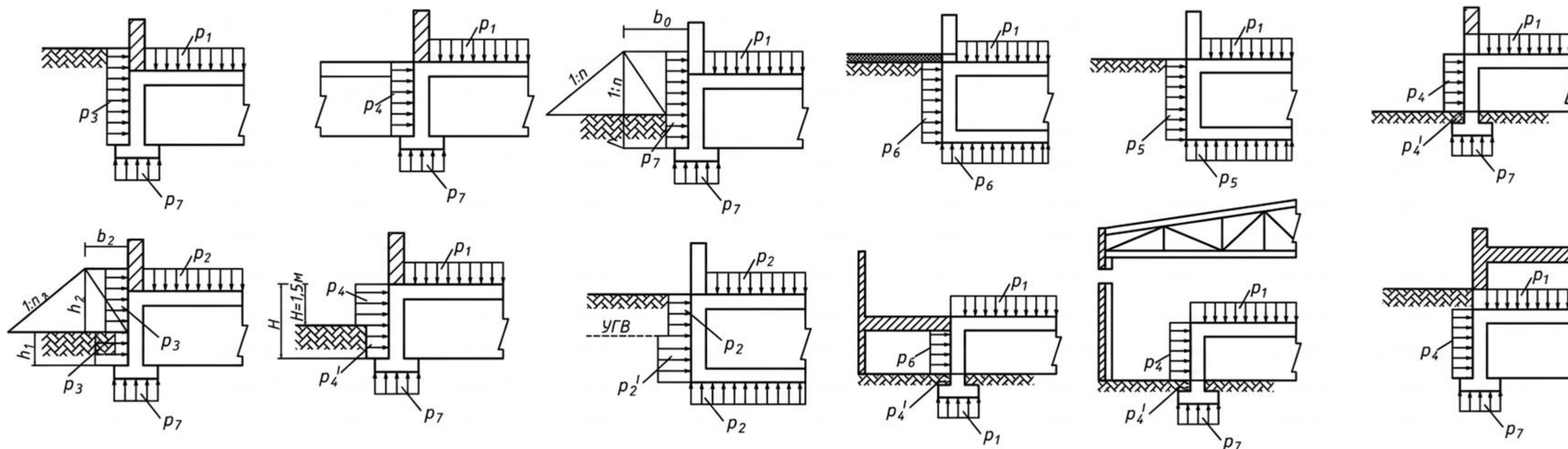


..... UFC, JRC
———— PSRS



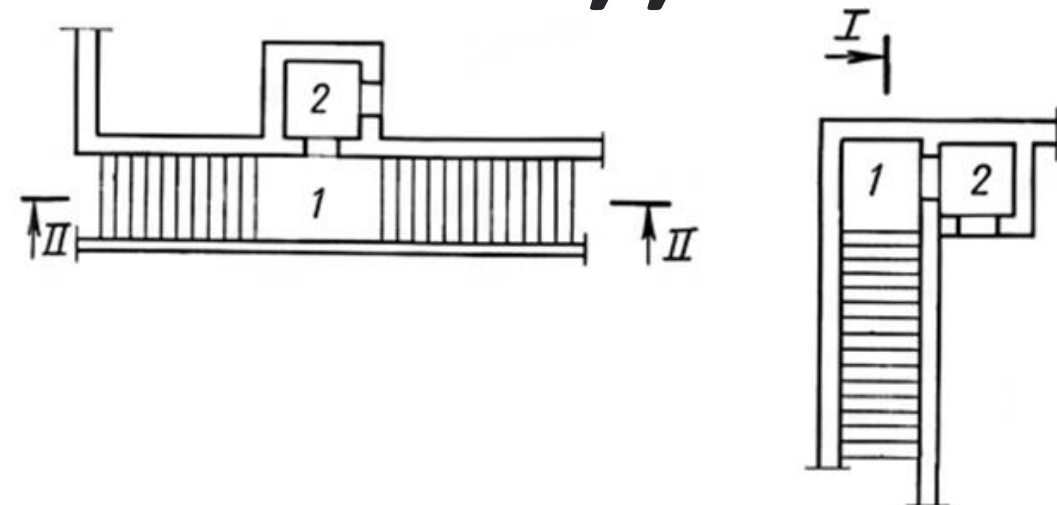
Atstarotā spiediena salīdzinājums pēc dažādiem avotiem.
Salīdzinot, var secināt, ka **amerikāņu un PSRS metodikas ir ļoti līdzīgas.**

€ Triecienviļņa iedarbe | iedarbes slāpēšana



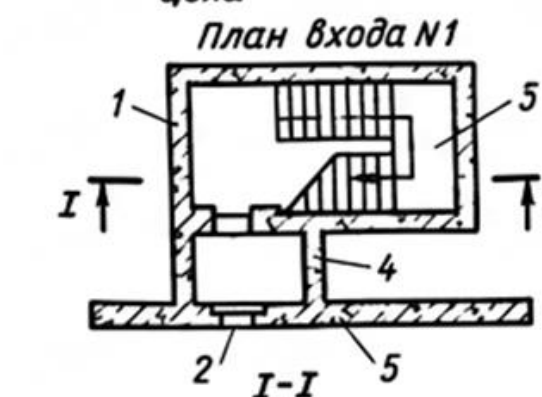
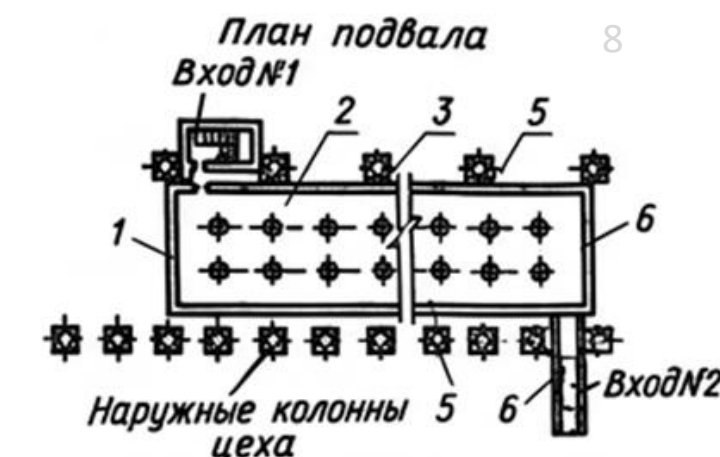
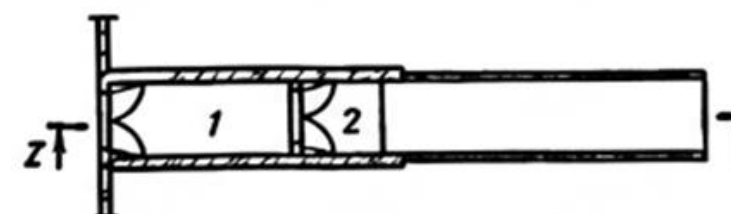
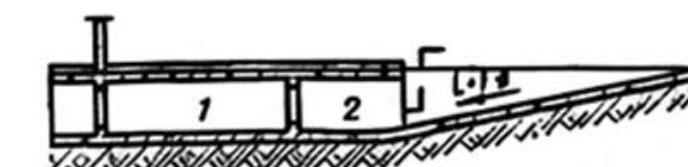
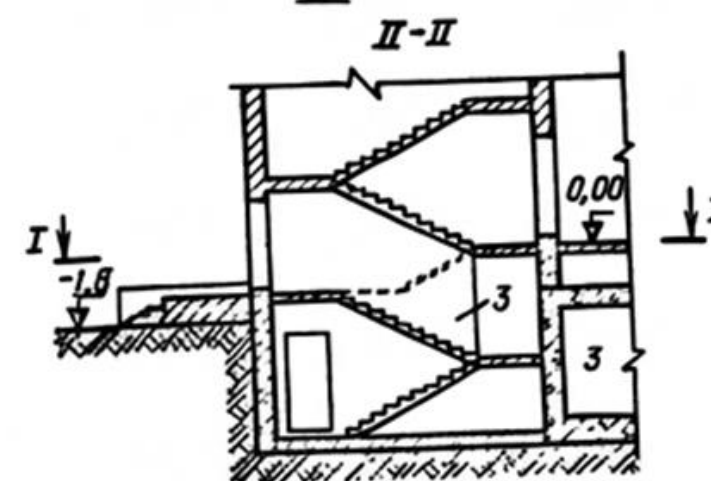
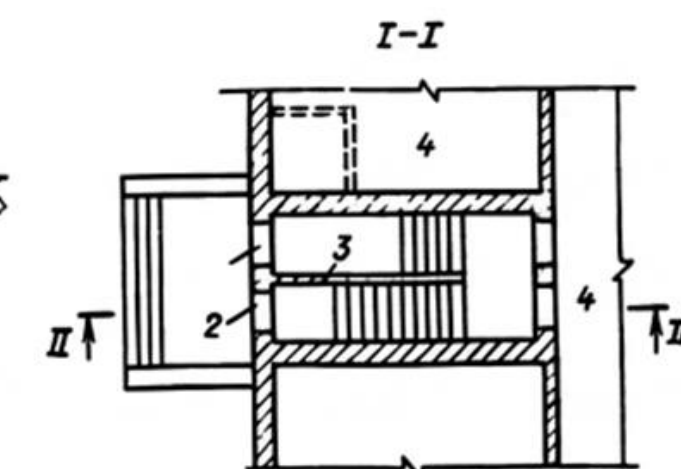
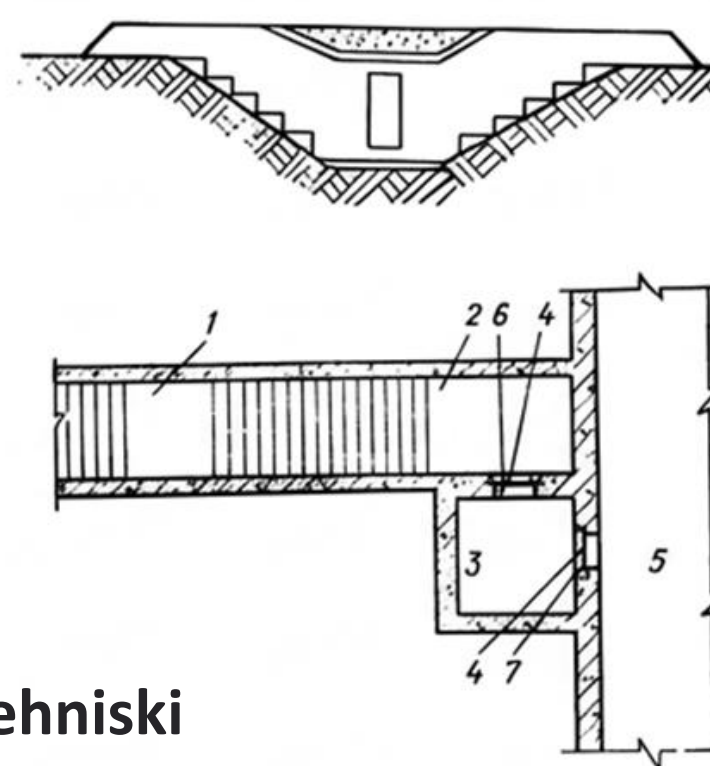
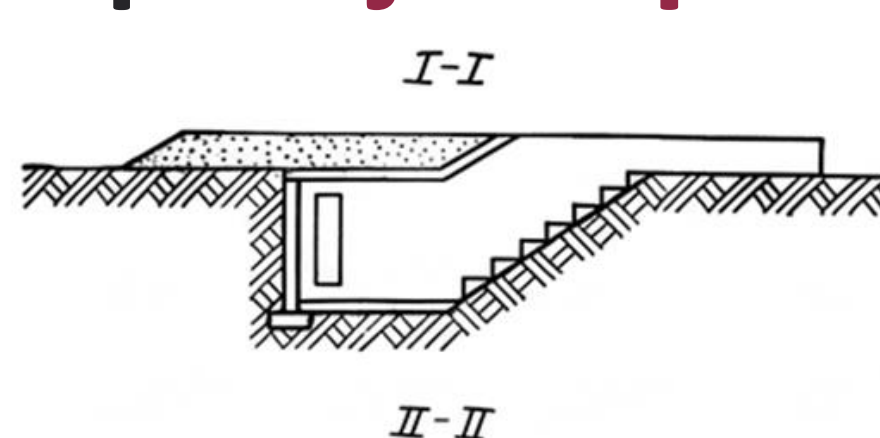
Spiedienvilnis var tikt daļēji dzēsts atkarībā no patvertnes novietojuma.

€ Triecienviļņa iedarbe | ieejas tipi

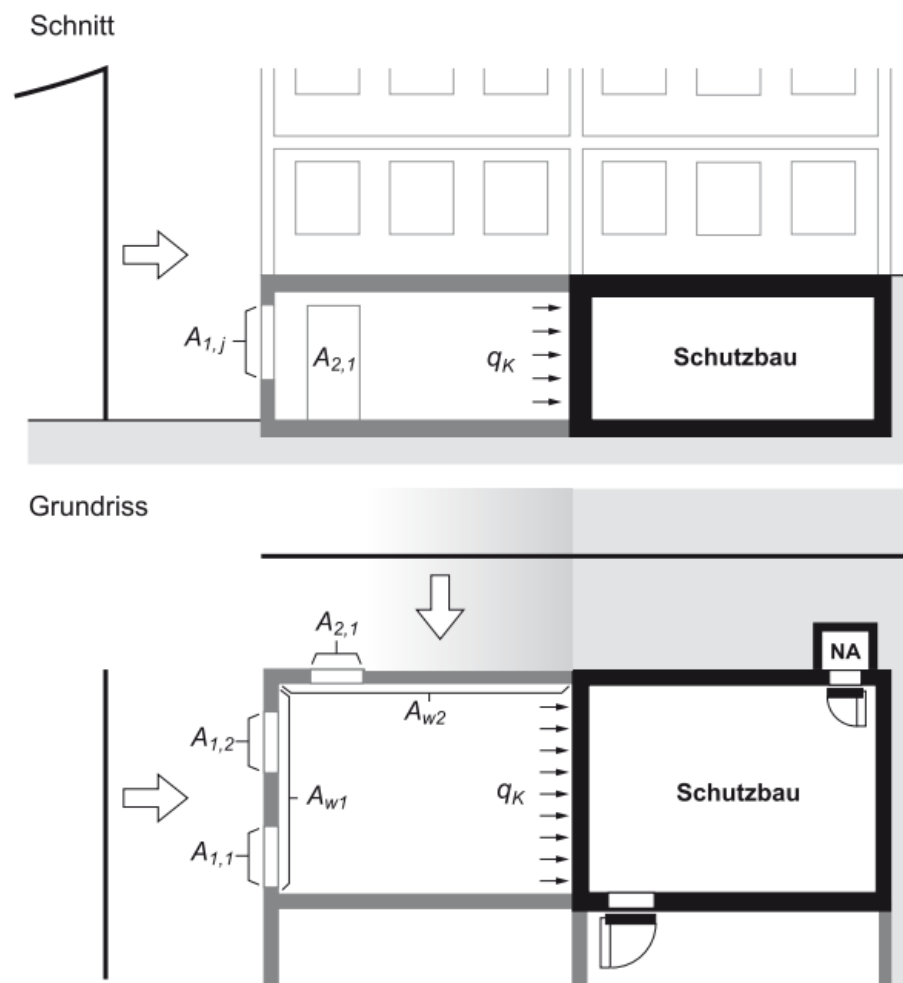


Ieejas mezgli daļēji dzēš triecienu

Dažādības iespējošana plānojumā var dod tehniski ekonomiskākus risinājumus.



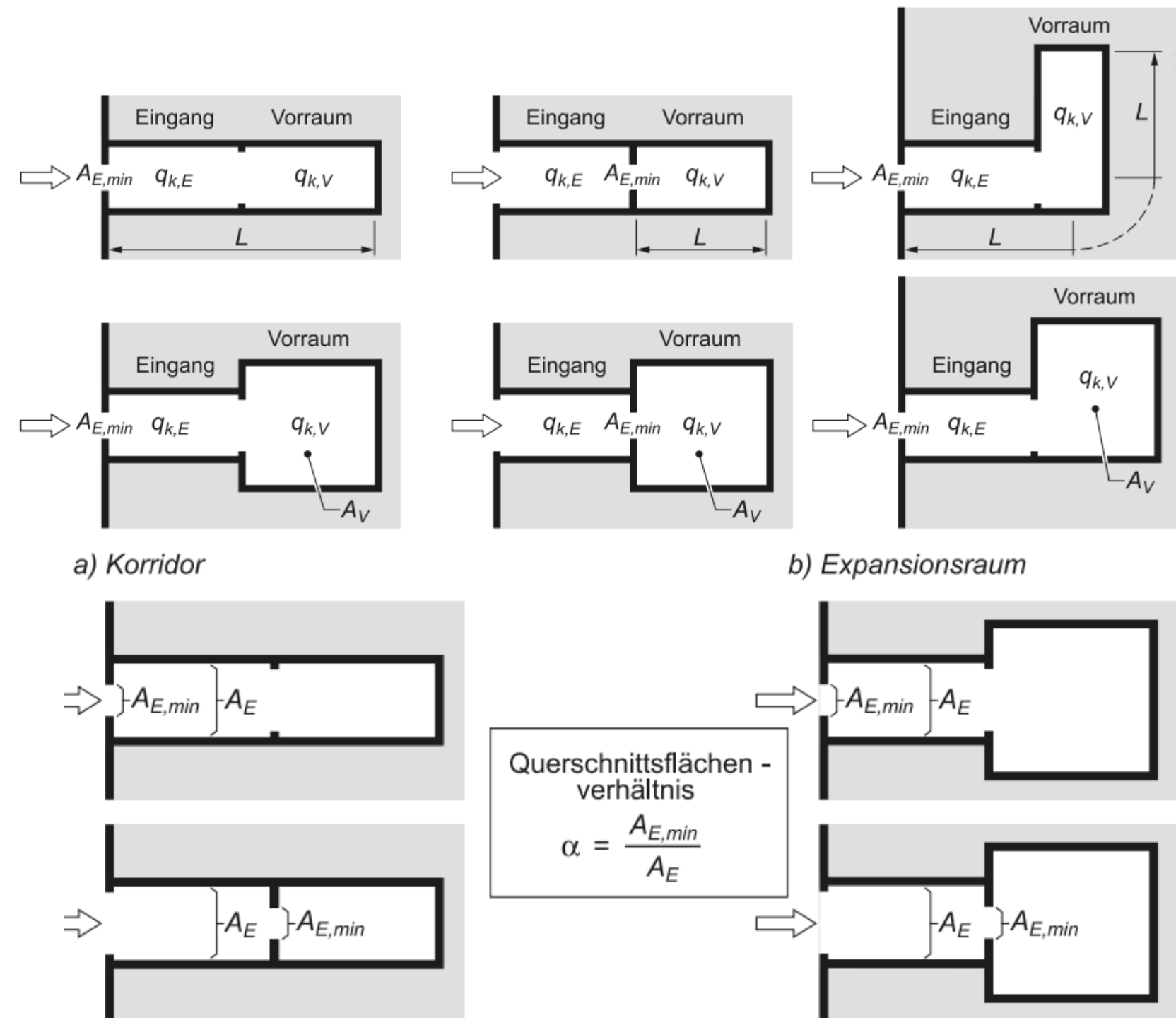
€ Triecienviļņa iedarbe | koridoru tipi



9

Koridori daļēji dzēš triecienu

Dažādība plānojumā var dod tehniski ekonomiskākus risinājumus.



09

Šoka iedarbe

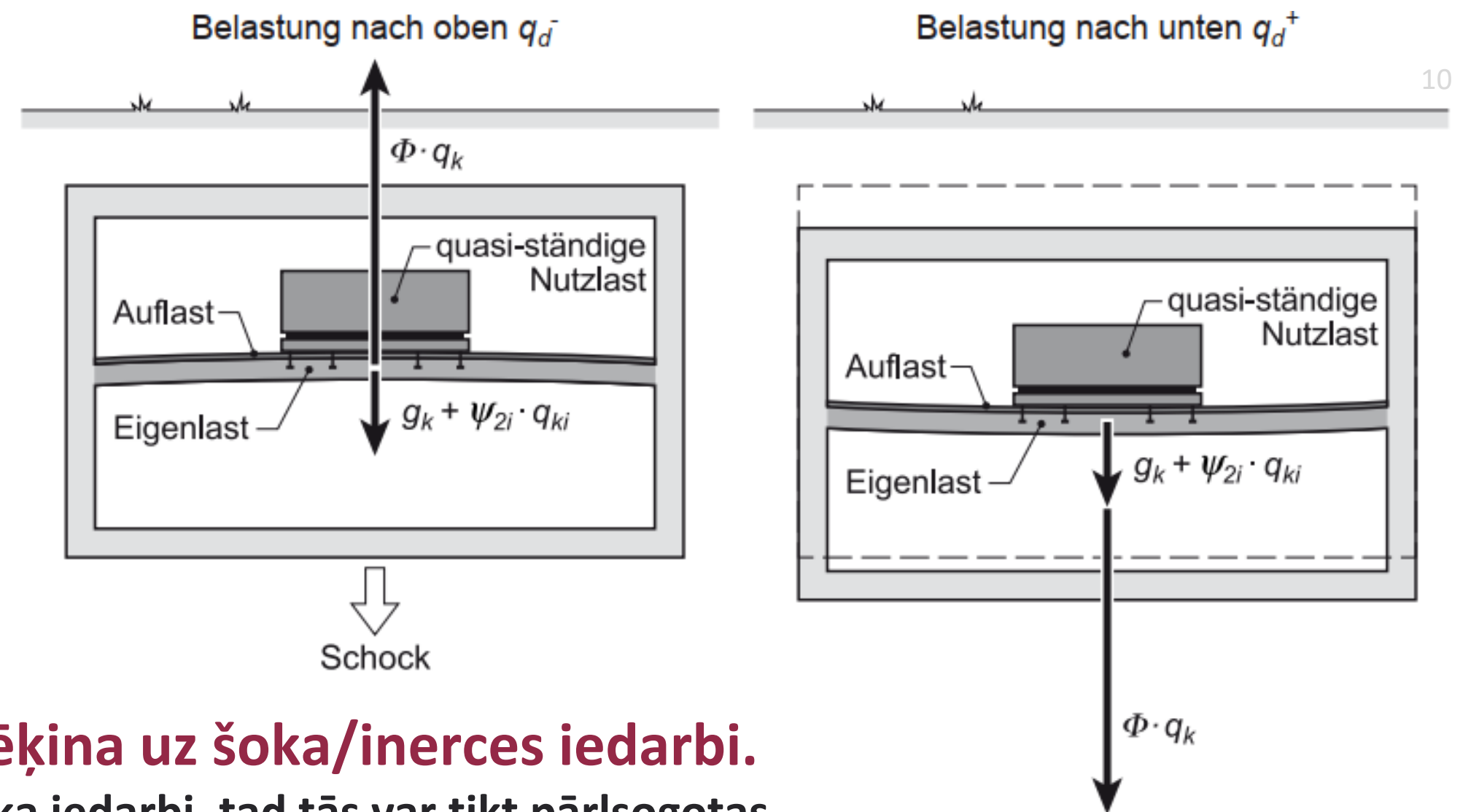
Skar patvertnes daļas, kas nav ārējā perimetrā

Šoka iedarbe | konstrukcijām

Dažādu valstu | standartu pieeja

Valstis izmantot dažādus vienkāršojumus:

ASV UFC	pēc aprēķina
Šveice TWK	3g ↑, 5g ↓, 4g ⇕
Polija	1,5g .. 4,5g
Somija RT	2g .. 3g
Ukraina DBN	↔15kPa..25kPa
PSRS SNiP	↔15kPa..25kPa



Arī patvertnes iekšējās konstrukcijas jārēķina uz šoka/inerces iedarbi.

Ja patvertnes iekšējās konstrukcijas nerēķina uz šoka iedarbi, tad tās var tikt pārlsogotas un izraisīt sabrukumu.

Šoka iedarbe | iekārtām

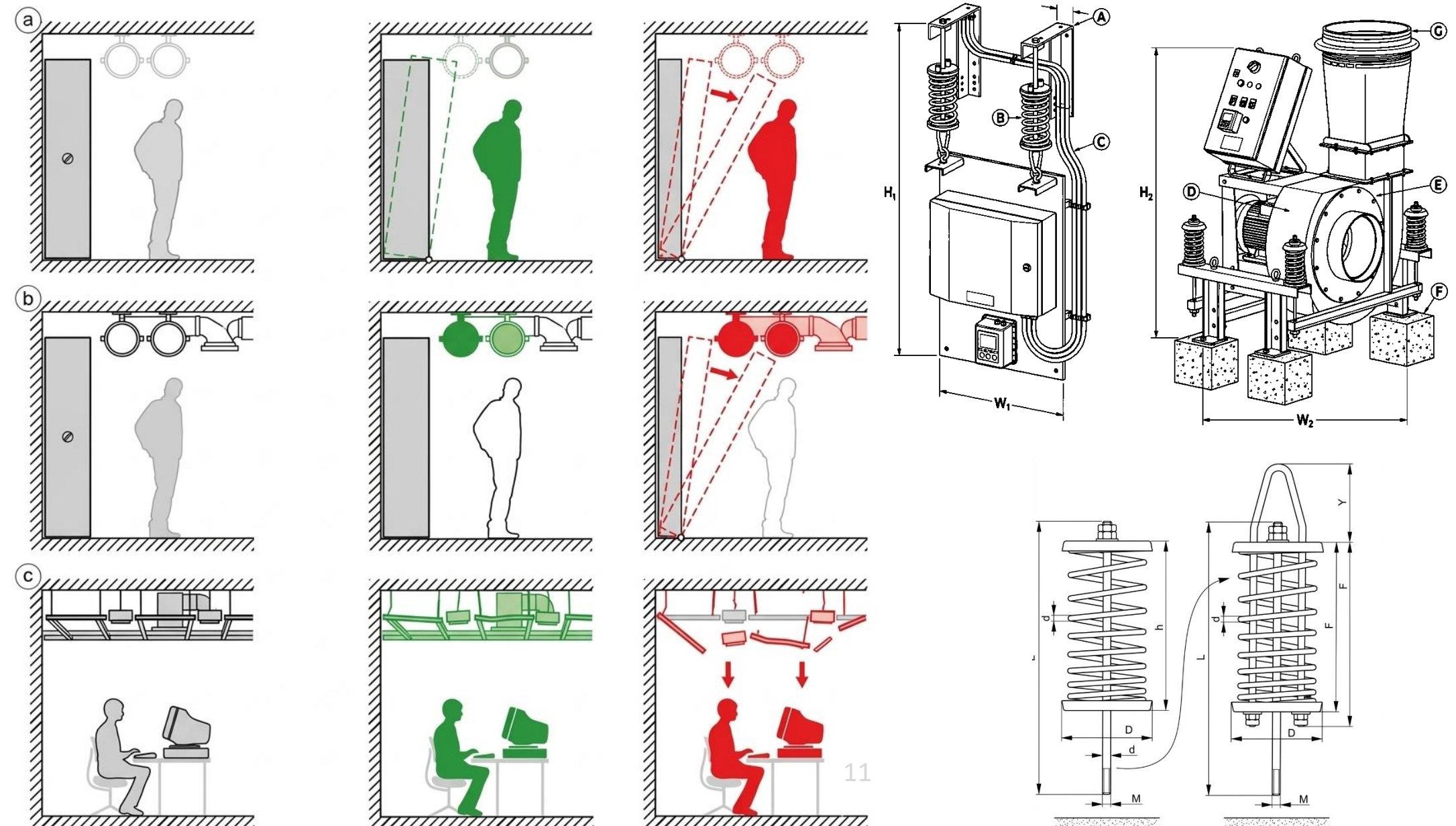
Dažādu valstu | standartu pieeja

Valstis izmantot dažādus vienkāršojumus:

ASV UFC	pēc aprēķina
Šveice TWK	9g .. 25g
Polija	12.5 .. 25g, pēc aprēķina
Somija RT	30.6g, atsperes
Ukraina DBN	pēc aprēķina
PSRS SNiP	pēc aprēķina

Visas iekārtas ir jānostiprina

Ja iekārtas nav nostiprinātas, tad tās rada risku uz miesas bojājumiem un patvernes funkcionalitātes zudumu.



10

Atsitiena slodze

Vakuuma fāze. Materiāla ietekme

Atsitienu slodze | Materiālu veidi

Dažādu valstu | standartu pieeja

Atsitienu slodze var būt dažāda atkarībā no būvkonstrukciju materiāla un ģeometrijas.

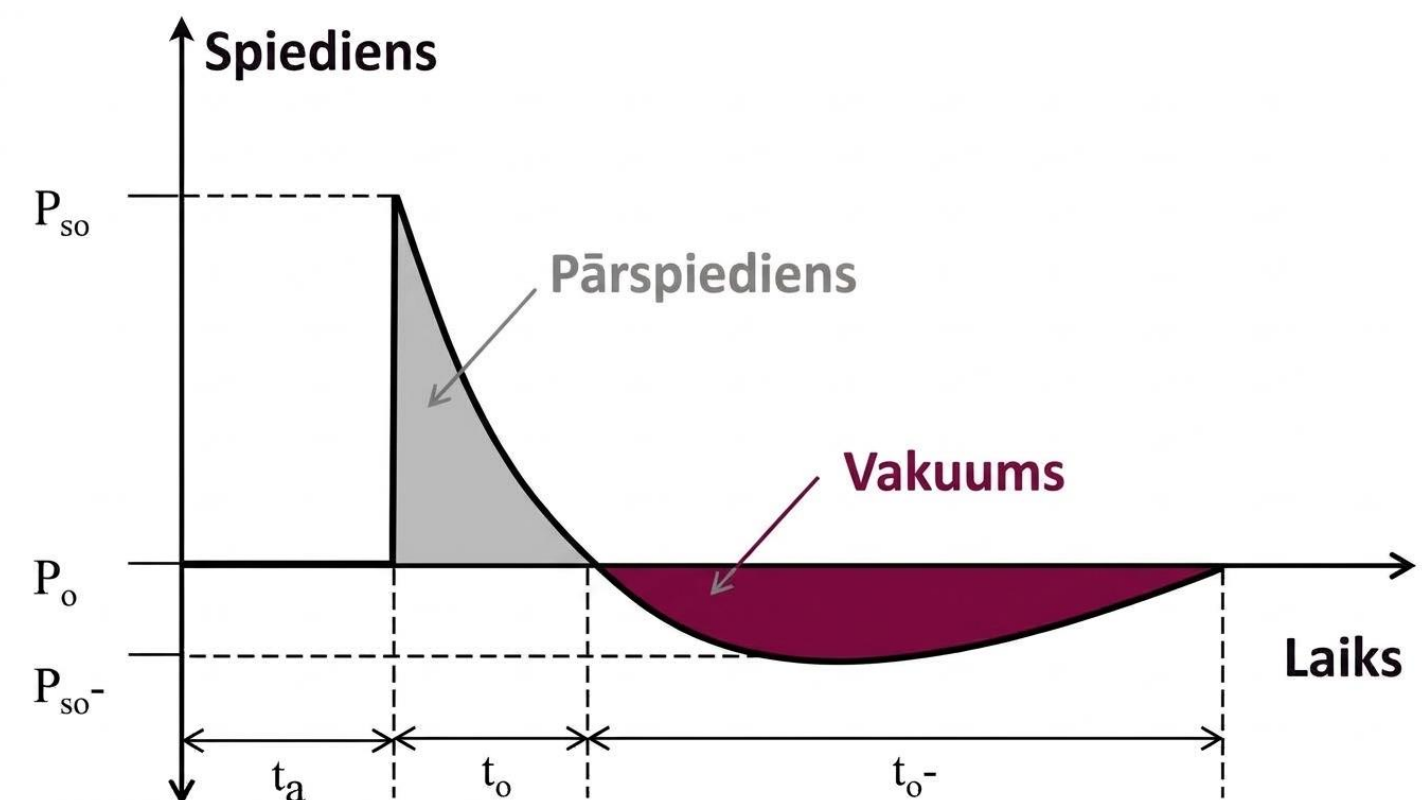
Metodika:	Atsitienu slodze:
ASV UFC	0%, 30%, 50%, 100%, FEM
Šveice TWK	30%, FEM
Polija	30%, FEM
Somija RT	33%
Ukraina DBN	100%, FEM
PSRS SNiP	100%

Kritisks faktors drošībai

Ja projektēšanā netiek izmantota pareiza atsitienu slodze (bet samazināta), tad konstrukcijas var sagraut tieši nosūces (vakuuma) nevis pieslodzes fāzē.

Būtiski atcerēties

Atsitienu slodze var būt dažāda atkarībā no būvkonstrukciju materiāla veida un ģeometrijas.



11

Gruvešu iedarbe

Ēkas sagrūvuma gadījumā, no patvertnes ir jāvar tik ārā.

Gruvešu iedarbe | avārijas izejas

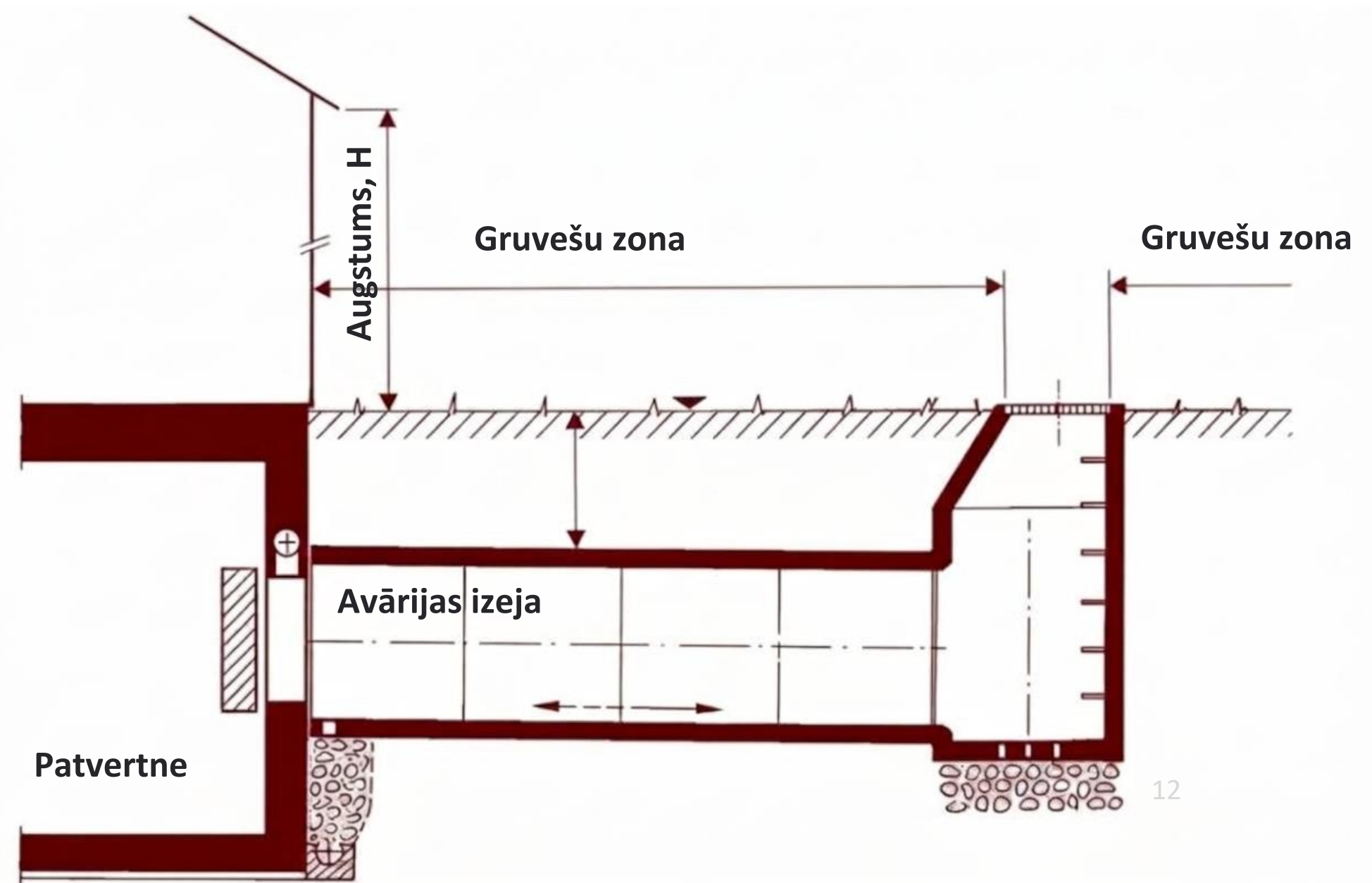
Dažādu valstu | standartu pieeja

Avārijas izeju attālumu no ēkas augstuma H dažas valstis diferencē sīkāk.

Metodika:	Gruvešu zona:
ASV UFC	$1.50 H^*$
Šveice TWK	$0.50 H$
Polija	$0.33 H$
Somi RT	$0.33 H$
Ukraina DBN	$0.50 \dots 1.00 H$
PSRS SNiP:	$0.25 \dots 1.00 H^*$

Būtiski atcerēties

Gruvešu iedarbe nav impulsa, bet īslaicīga iedarbe.



GP: attālumi līdz bīstamiem objektiem: degvielas, gāzes, ķīmisko vielu glabātavas, elektrotīkli, kanalizācija 1 m .. 800 m.

12

Aprēķina kombinācijas

Līdzīgās, bet ne identiskas

Avārijas kombinācija | dažādi DLF, DIF, SIF

- $p_{Ed} = g_{Ek} + \gamma_{DLF} q_{Ek} + \psi_{2i} q_{Ek,i}$
- $p_{Ed} = e_{0,Ek} + w + \gamma_{DLF} q_{Ek} K_0 + \psi_{2i} q_{Ek,i}$
- $p_{Ed} = \delta (g_{Ek} + \gamma_{DLF} q_{Ek} + \psi_{2i} q_{Ek,i})$
- $p_{Ed} = (a_v / g_e) (g_{Ek} + \psi_{2i} q_{Ek,i})$
- $p_{Ed} = g_{Ek} + q_{Ek} + \psi_{2i} q_{Ek,i}$

$$E_d = E \{ G_{k,j} ; P ; A_d ; (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} ; \psi_{2,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1 ; i > 1 \quad (6.11a)$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.11b)$$

Ekonomiski pamatota pieeja

Lai precīzi noteiktu kritisko kombināciju, nepieciešams izrēķināt konkrētu skaitu aprēķina kombināciju.

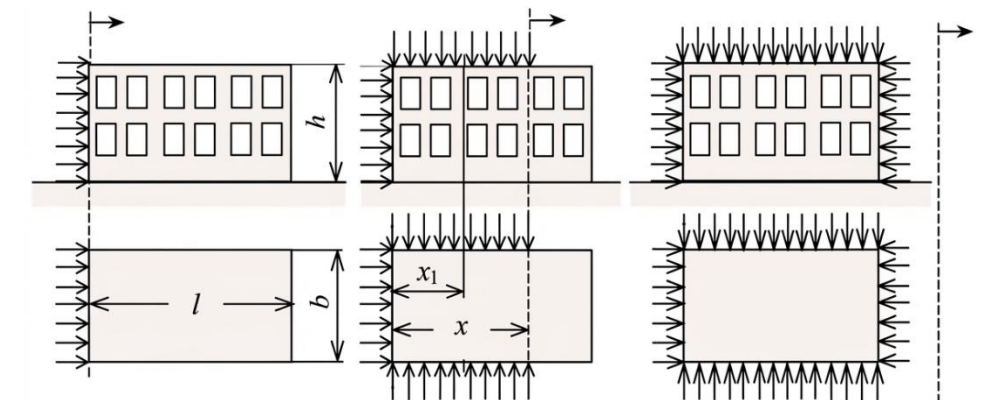
Triecienviļņa iedarbe uz pārsegumu

Triecienviļņa iedarbe uz atbalsta sienu

Iedarbe uz pamatiem

Šoka iedarbe uz iekšējiem elementiem

Gruvešu slodze



*Būves daļām, kas nesagrūst.

Iedarbe	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Lietderīgās slodzes ēkās, kategorija (skatīt standartu EN 1991-1-1)			
Kategorija A: mājstaimniecības un dzīvojamās telpas (platības)	0.70	0.50	0.30
Kategorija B: biroju telpas	0.70	0.50	0.30
..	..	..	..
Sniega slodzes	0.50	0.20	0
Vēja slodzes	0.60	0.20	0

13

Slodzes dinamiskā palielinājuma koeficienti

DLF – dynamic Load Factor



Dinamiskā slodze un ekvivalentā statiskā slodzes

Dažādu valstu un standartu pieeja

Koeficients $\gamma_{DLF} = p_{Ed.dyn} / p_{Ed.ekv}$:

Valsts	Liece, spiede	Cirpe, bīde	Pamati
ASV UFC	pēc aprēķina	pēc aprēķina	pēc aprēķina
Šveice TWK	1.20	2.00	1.00 .. 2.00
Polija	1.20	2.00	1.00 .. 2.00
Somi RT	-	-	-
Ukraina DBN	1.00 .. 1.30	1.32 .. 1.98*	1.00 .. 1.80
PSRS SNiP:	1.00 .. 1.30	1.32 .. 1.98*	1.00 .. 1.80

Ja neveic dinamisko analīzi, tad konvertē ekvivalento statisko slodzi

Pārejai no dinamiskās uz statisko slodzi ir jābūt metodiski pareizai. Dažādām piepūlēm ir dažādi koeficienti.

Trauslie sabrukuma veidi nedrīkst būt vadošie, tādēļ trauslajiem sabrukuma veidiem piemēro augstāku γ_{DLF} .

14

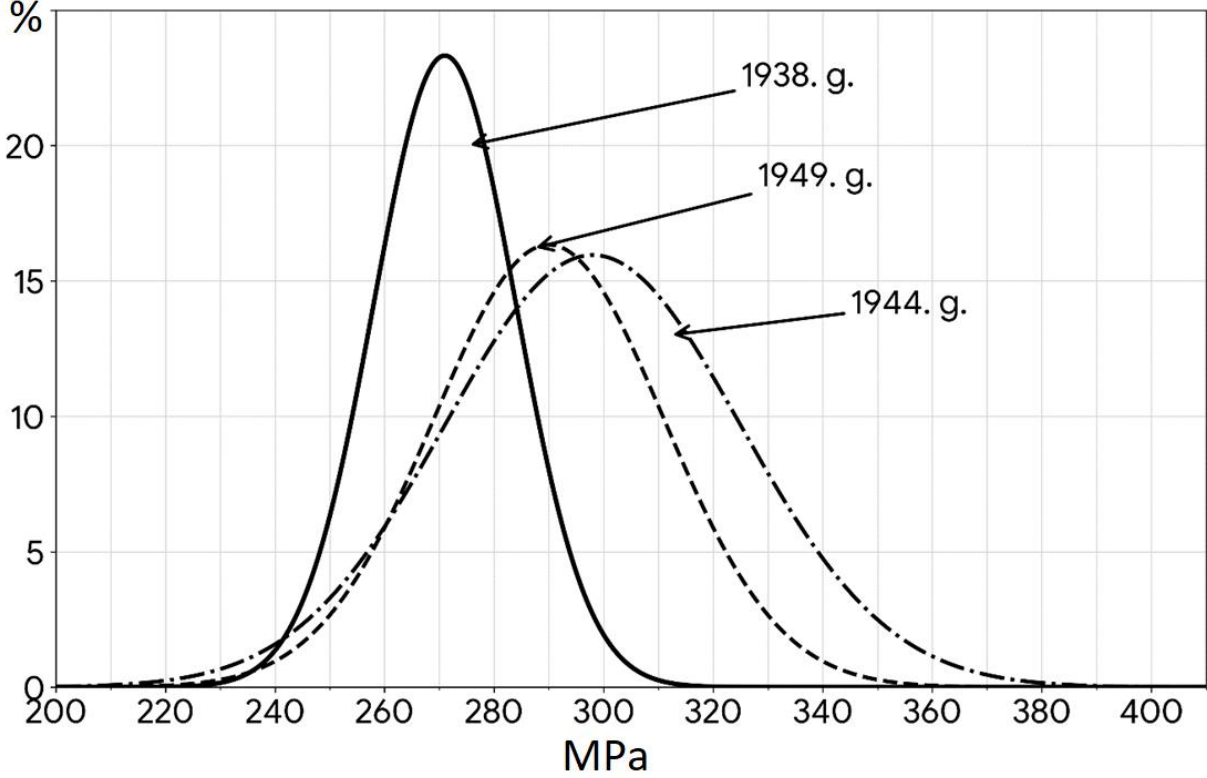
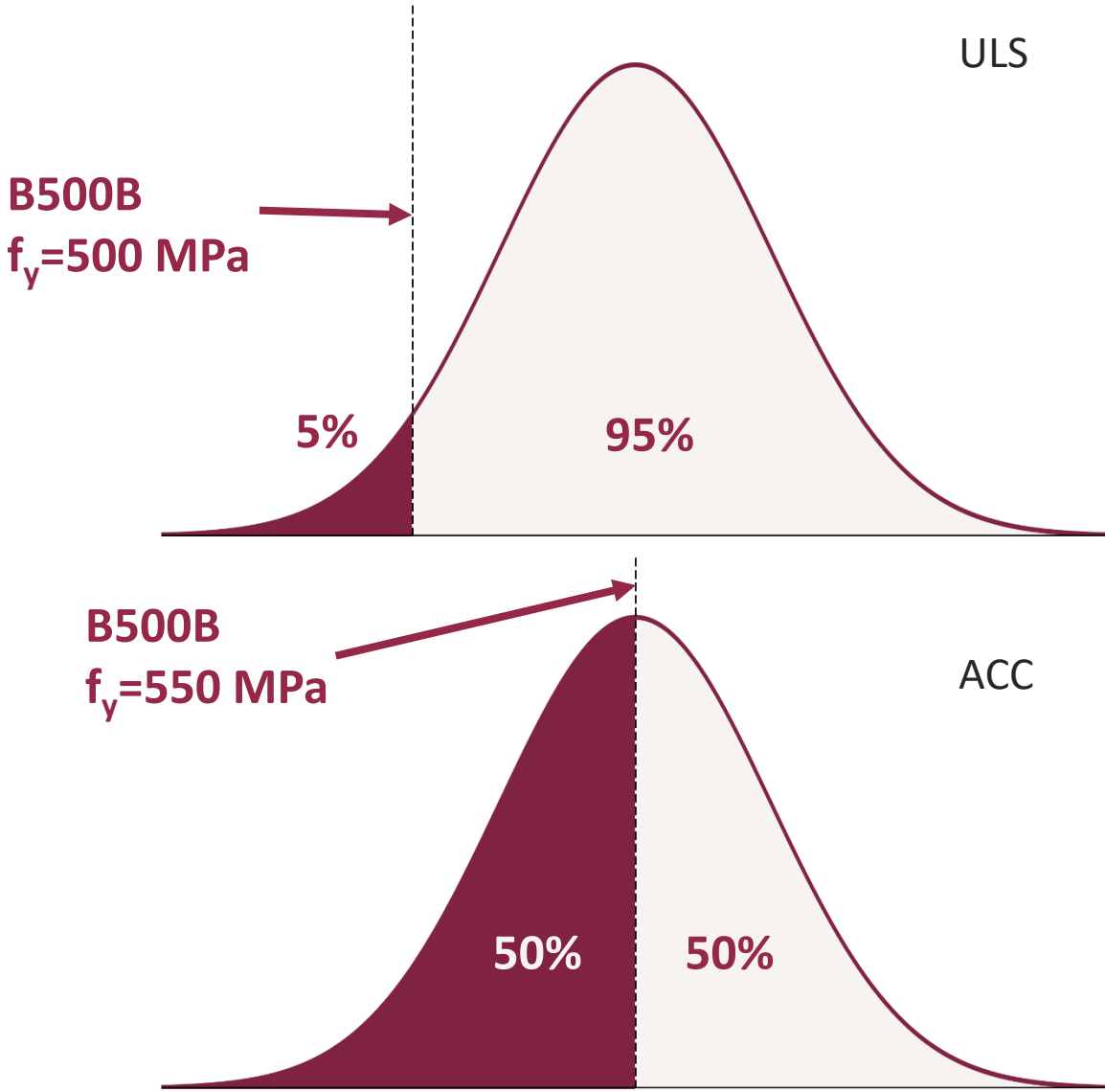
Materiāla stiprības palielinājuma koeficienti

SIF – Strength Increase Factor



Garantētas īpašības (klase) | Vidējās īpašības (marka)

Materiāls	γ_{SIF}
Tērauds	1.00 .. 1.25
Stiegrojums	1.00 .. 1.35
Betons	1.00 .. 1.30
Koksne	1.00 .. 3.00
Mūris	1.00 .. 2.50
Kompozīts	pieļaujams
Stikls	Pieļaujams



Uzskatāmībai. Būvtērauda netspējas izkliede ražošanā pirms un pēc 2. Pasaules kara. f_y sadalījuma līknes tēraudam CT3 (martenkrāsns):
1938. g., $\sigma_T = 270 \pm 14.5$ MPa
1944. g., $\sigma_T = 300 \pm 28.0$ MPa
1944. g., $\sigma_T = 290 \pm 29.0$ MPa

Impulsa slodze un projektēšanas nosacījumu pamatbūtība

Triecienviļņa impulss ir acumirkļīgs. Pamatbūtība ir nodrošināt patvērumu skaitliski lielākam iedzīvotāju skaitam. Tādēļ nav nepieciešamība piemērot drošības koeficientus uz materiāla variāciju, kas domāti visas ēkas dzīves ciklam.

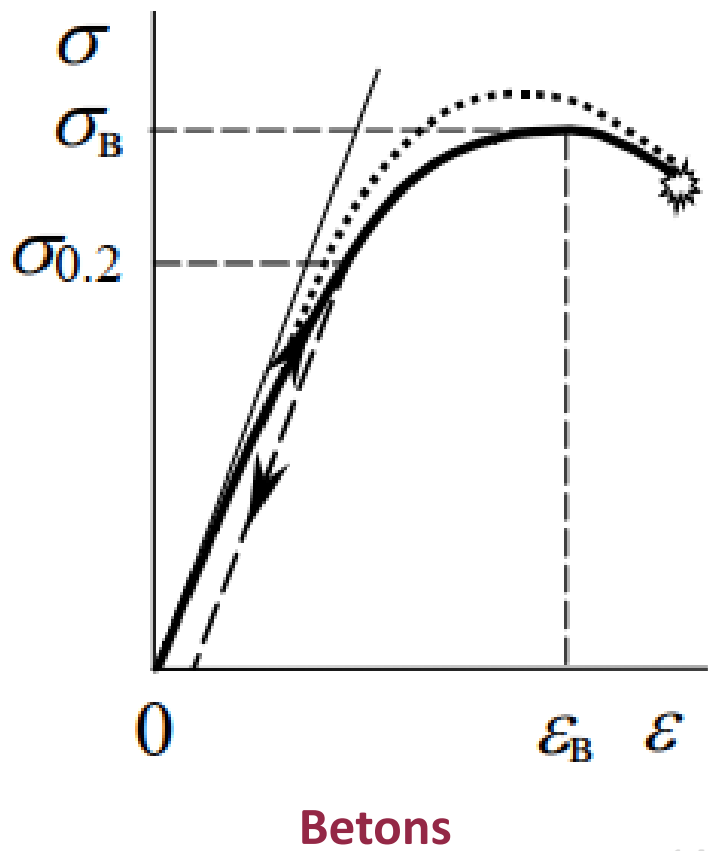
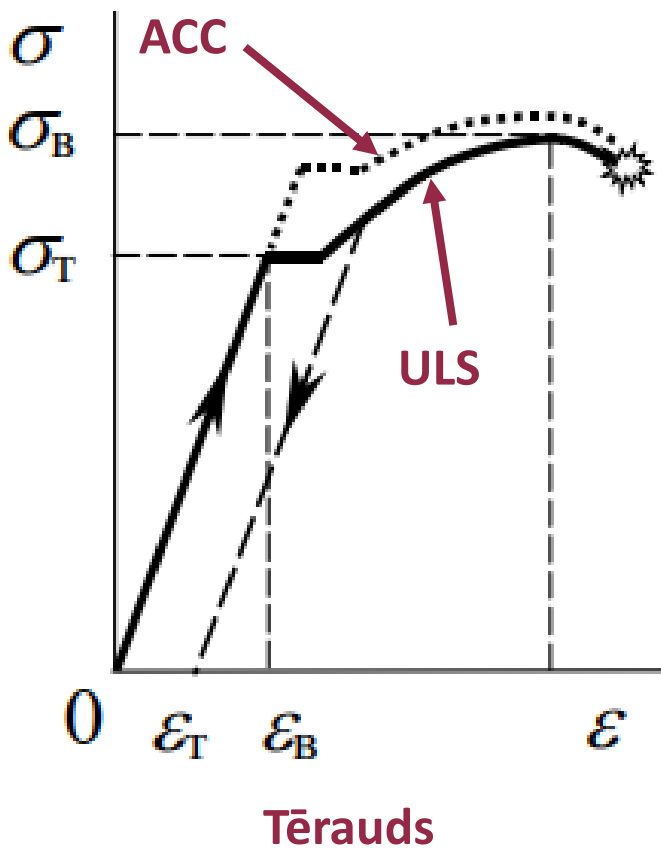
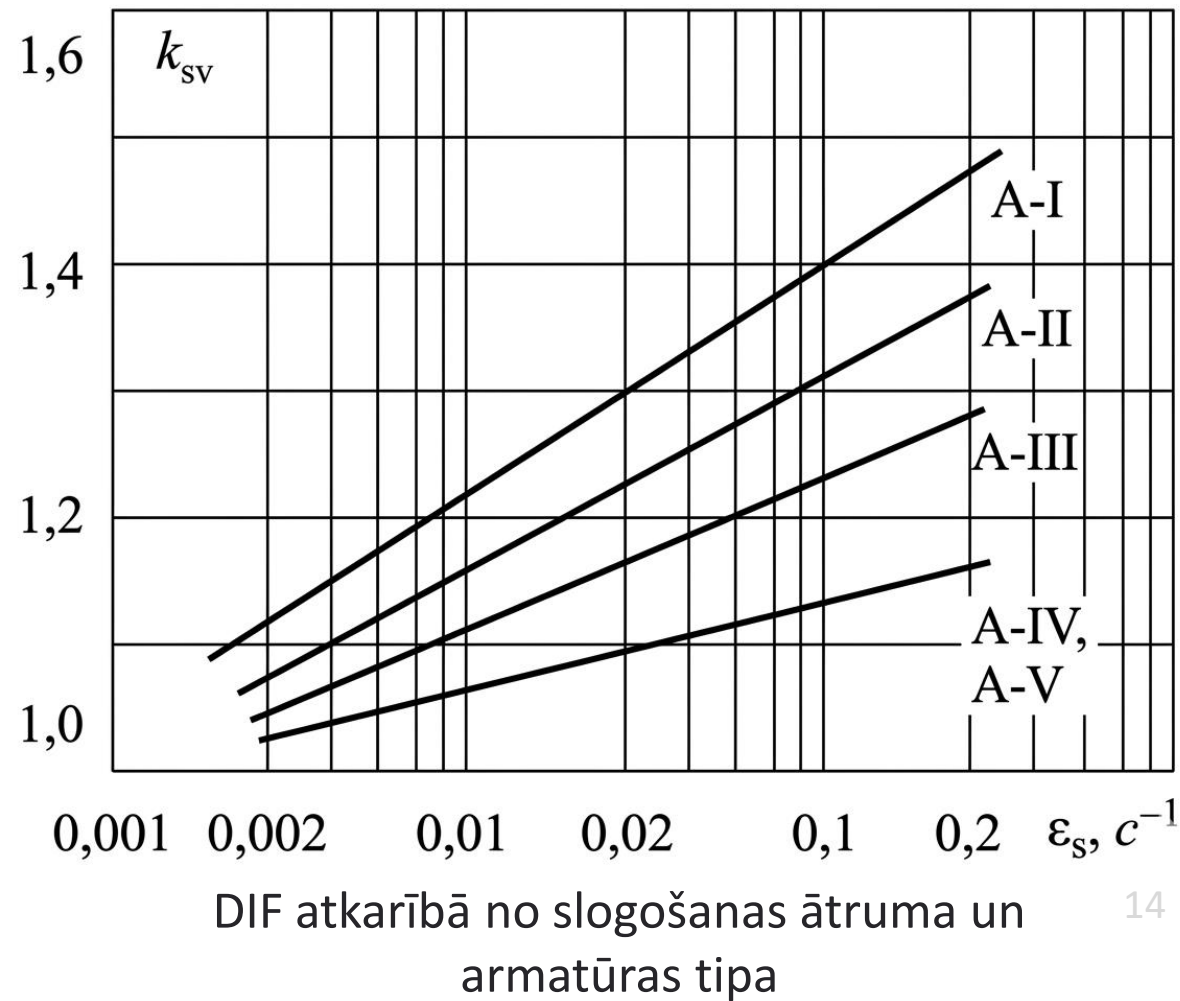
15

Materiāla dinamiskā palielinājuma koeficienti

DIF – Dynamic Increase Factor

Statiskās īpašības | Dinamiskās īpašības

Materiāls	γ_{DIF}
Tērauds	1.00 .. 1.40
Stiegrojums	1.00 .. 1.45
Betons	1.00 .. 1.25
Koksne	1.00 .. 1.70
Mūris	1.00 .. 1.20
Kompozīts	pieļaujams
Stikls	Pieļaujams



Impulsa slodze un projektēšanas nosacījumu pamatbūtība

Materiāla nestspējas pieaugumu no dinamiskās slodzes var izmantot, lai samazinātu būvizmaksas. Trauslajiem sabrukuma veidiem palielinājumu nepiemēro, vai tas ir konservatīvs.

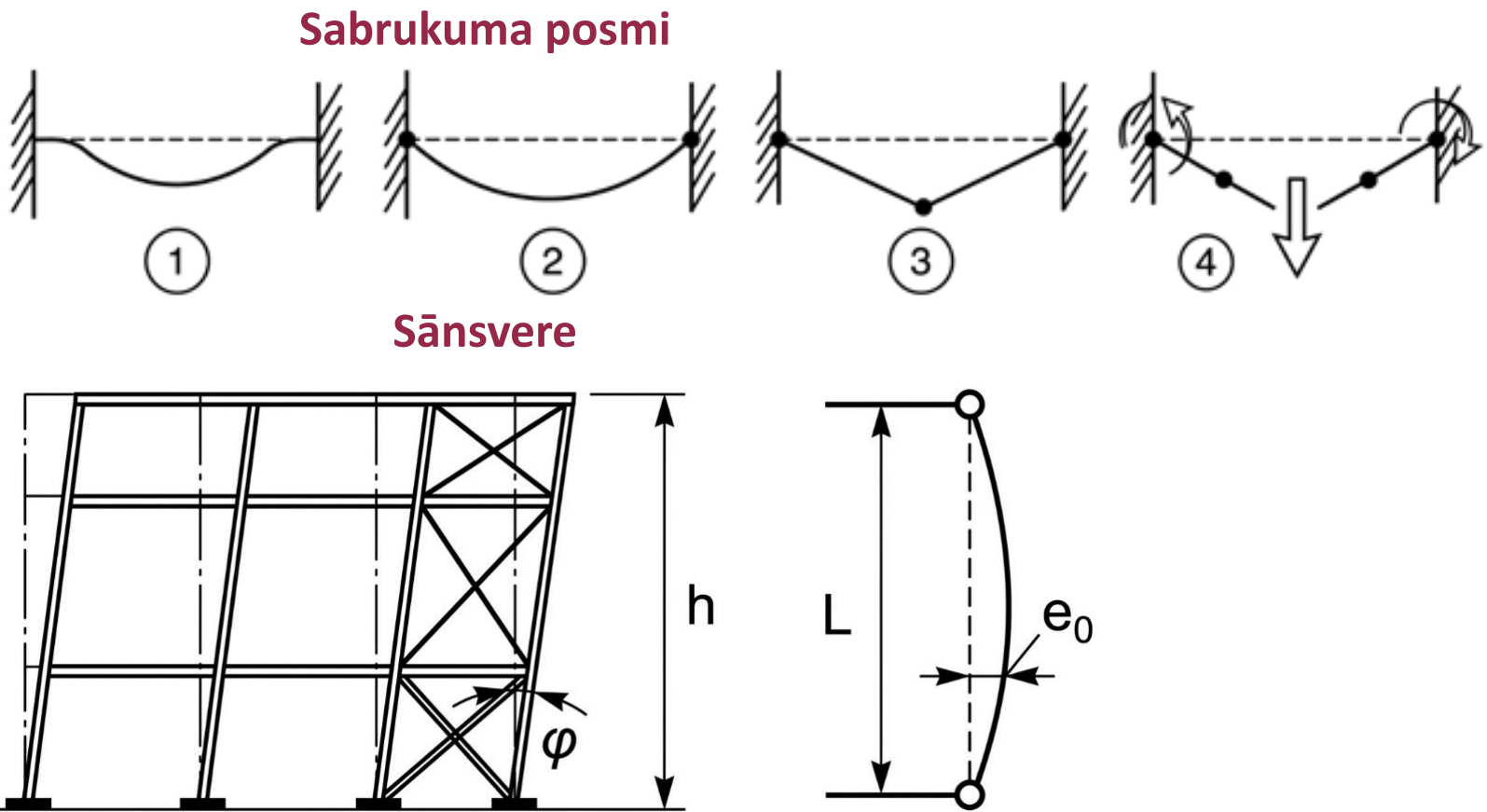
16

Lietojamības robežstāvoklis

SLS – Serviceability limit state

Izlieces limiti | Sānsveres limiti

- Pārseguma rotācija $\Theta \leq 2^\circ$ ($L/57$), ja telpās cilvēki.
- Sānsveres limits $h/25$.
- Citi nosacījumi.



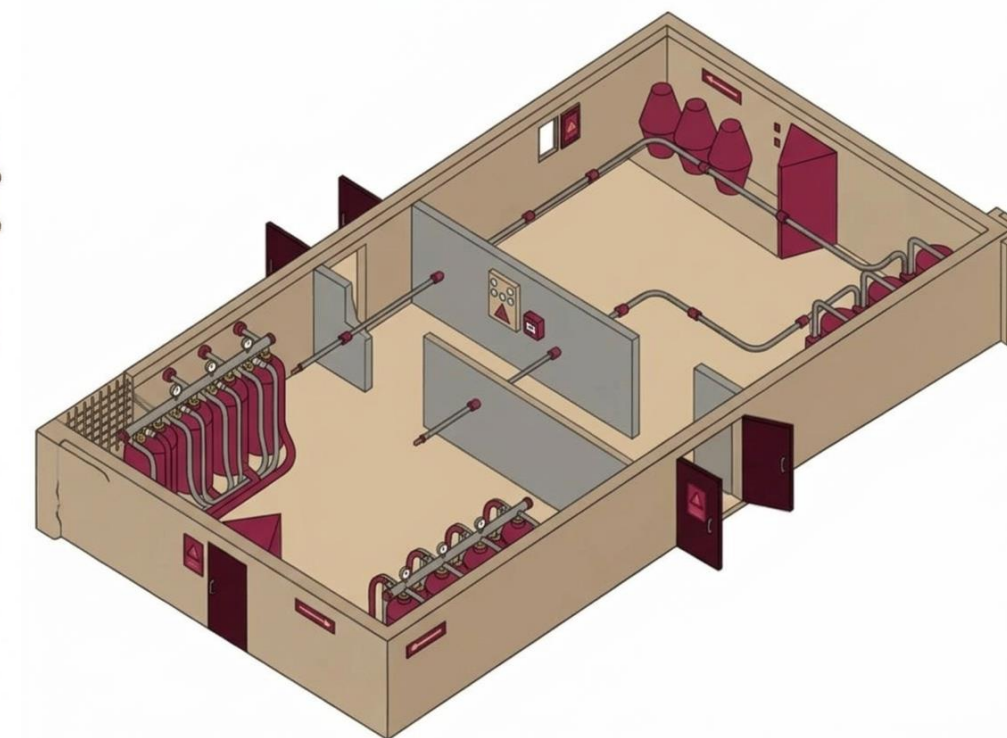
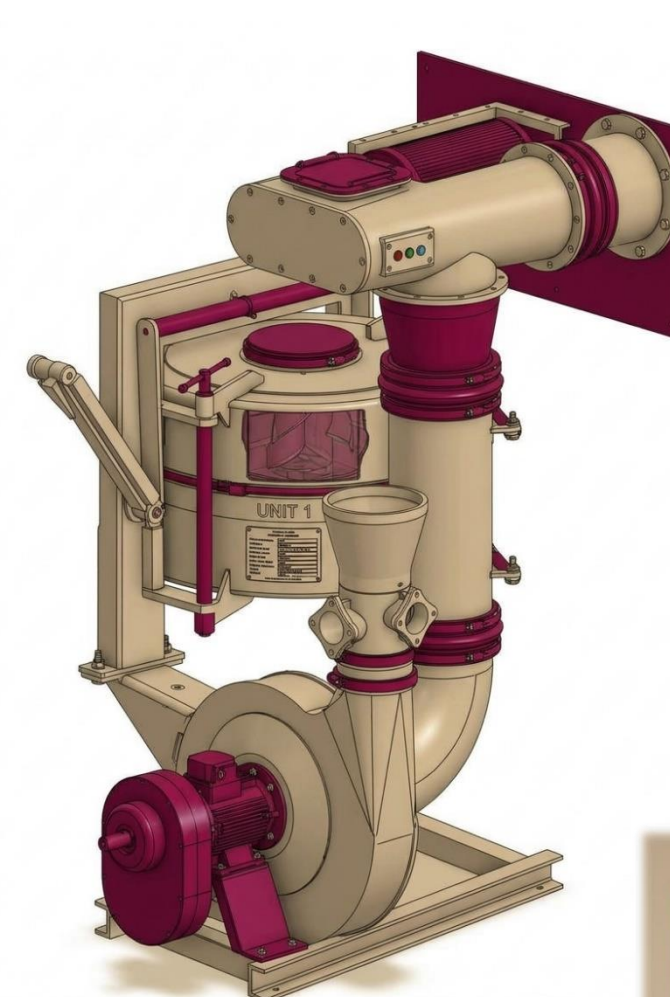
Konstrukciju veids	Θ
Dzelzbetons	$2^\circ \dots 4^\circ$
Stiegrbetons	$2^\circ \dots 4^\circ$
Spriegots betons	3°
Mūris (stiegrots)	$2^\circ \dots 4^\circ$
Mūris (nestiegrots)	1°
Mūris (pastiprināts ar polimēru)	2°
Tērauds	3°
Koksne	4°
Stiklotā fasāde (neverama)	3°
Durvis (nav avārijas izeja)	2°
Durvis (ir avārijas izeja)	1°
Durvis (hermētiskas)	1°

17

Inženiersistēmas

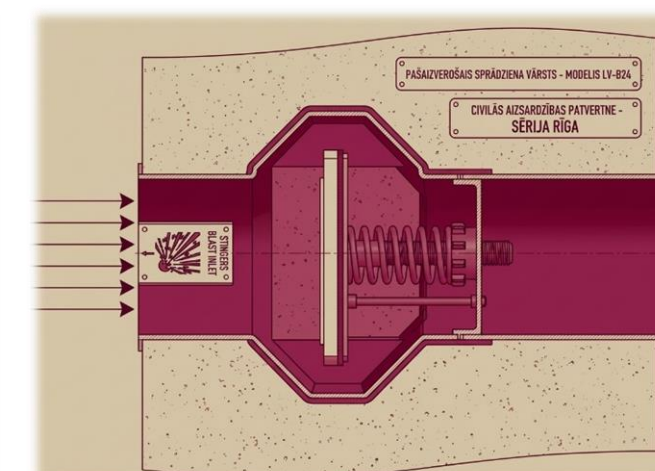
Lietojamība pirms un pēc triecienviļņa iedarbes

BK ietekme uz citām BP daļām | papildus koordinācija

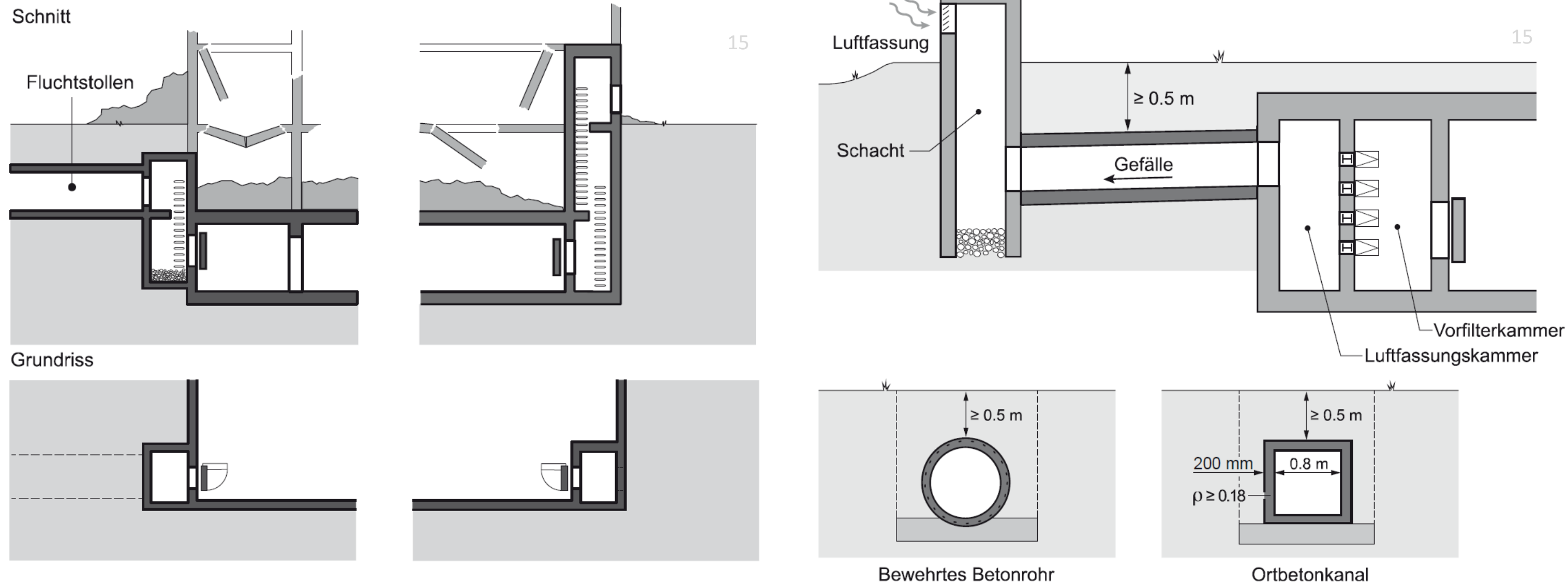


Būvprojekta vadītāja pienākumi

Lai realizētu efektīvu risinājumu, ir jāievēro konkrēti principi projektēšanas procesā.



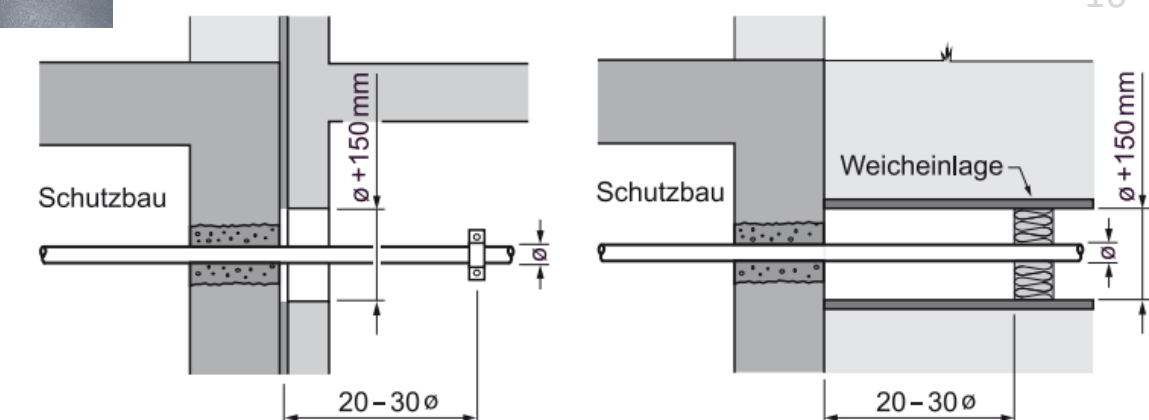
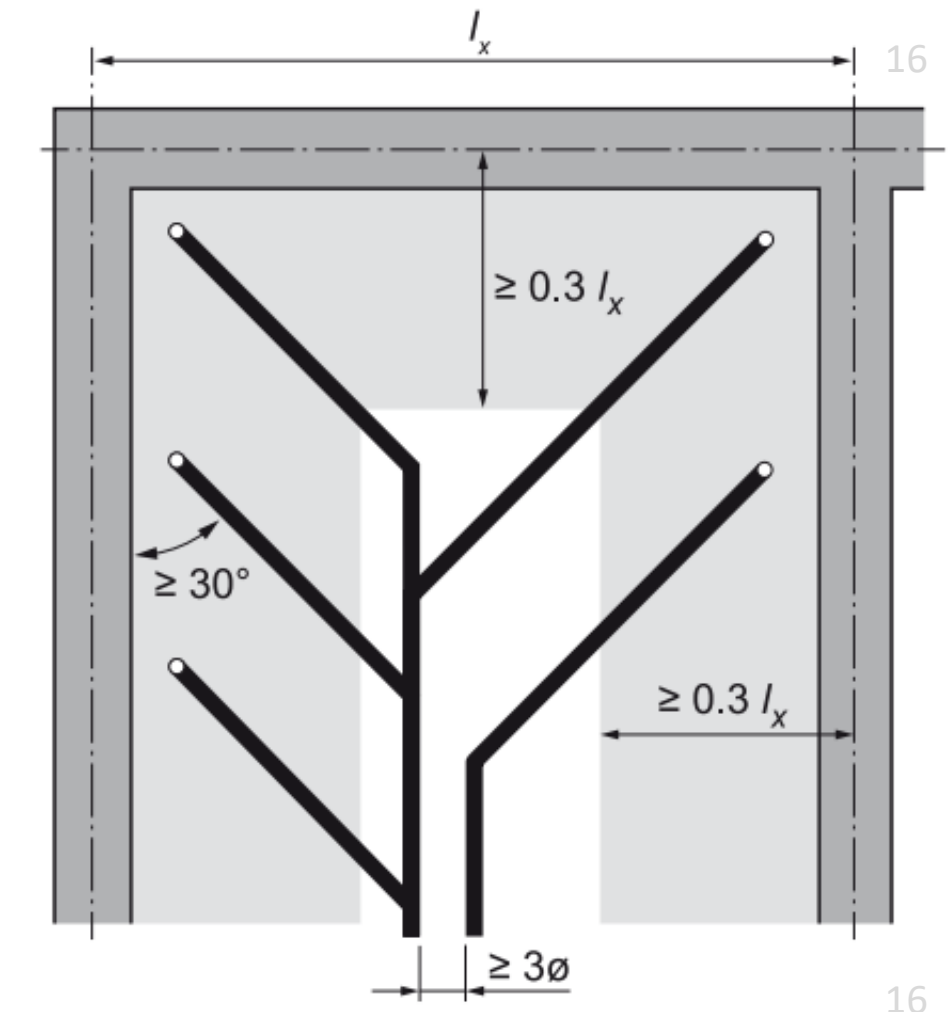
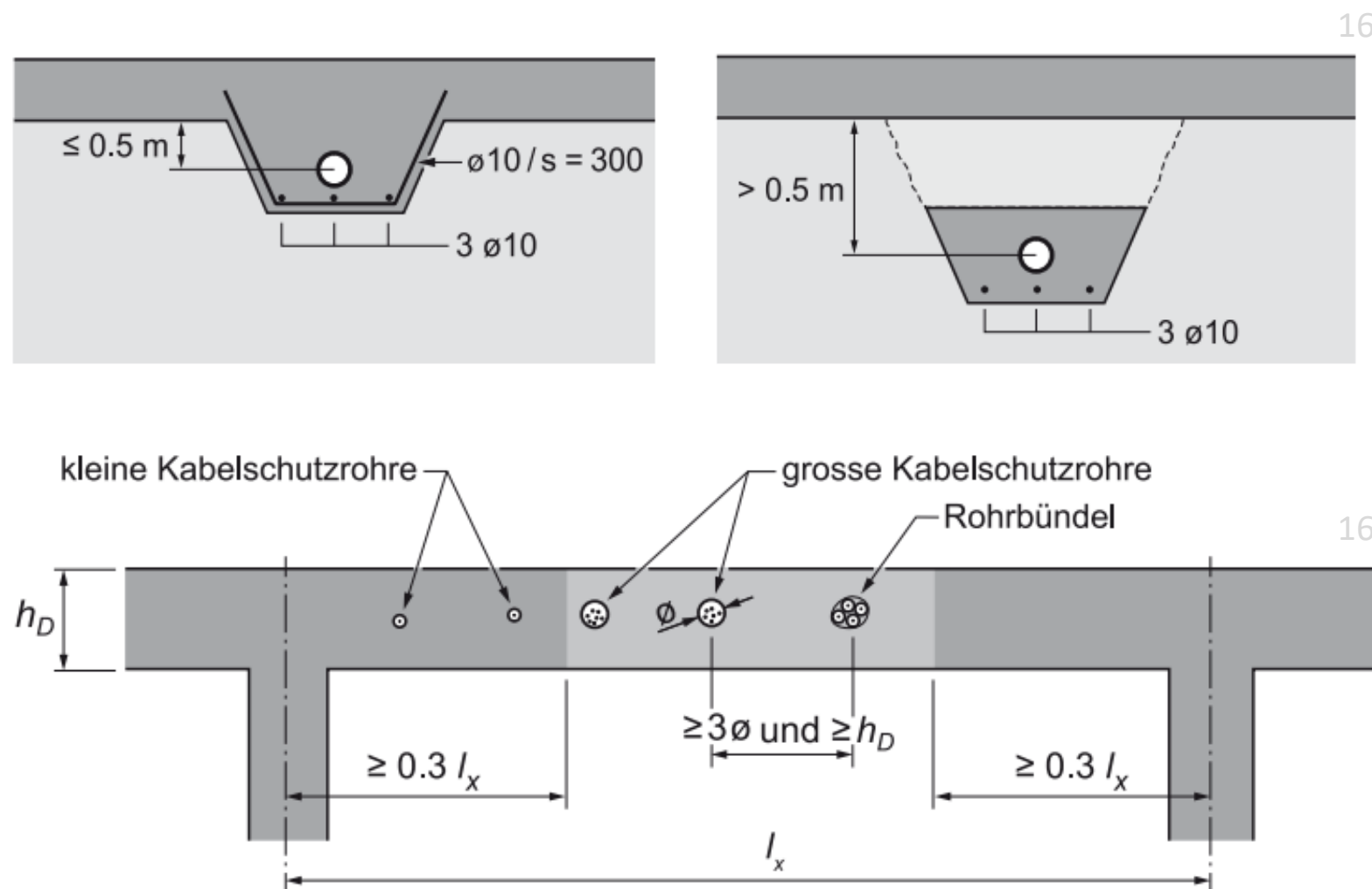
BK sadarbība ar citām BP daļām | šahtas un izejas



Papildus būvelementi

Pašsaprotami papildus darba apjoms būvprojekta vādītājam un visu daļu projektētājiem.

BK sadarbība ar citām BP daļām | šķērsojumi



Inženiertīklu šķērsojumu risinājumiem ir jābūt drošiem
Ja risinājumi nebūs droši, tad izdzīvošanas riski samazinās.

18

Izmaksu analīze un dialogs

Sākotnējais ieskats

€ Aprēķina piemēri | patvertņu izmaksas

- 100 kPa gaisa triecienviļņa frontes spiediens, RLF, DLF, DIF, SIF.
- Patvertnes apjomi un būvizmaksas noteiktas precīzi.
- Ēkas būvizmaksas noteiktas pēc kvadrātmetra vidējās tirgus cenas.

Variants	Platība [m ²]	Izmaksas [EUR/m ²]	Būvizmaksu sadārdzinājums	Apraksts
A	15	4400	3.7% .. 4.9 %	Virszemes patvertne 1 stāvā privātmājā.
B	250 100%	1500	1.8% .. 2.6%	Pazemes patvertne 1 stāvā. Tikai ēkas lietotājiem.
B*	250 100%	1300	1.5% .. 2.3%	Pazemes patvertne 1 stāvā. Tikai ēkas lietotājiem. Īsāki tuneļi un šahtas.
C	1658 663%	650	4.4% .. 5.3% (0.66% - 0.80%)	Pazemes patvertne 1 stāvā. Visā pagraba platībā - arī citu ēku lietotājiem.
D	3316 1326%	420	4.9% - 5.6% (0.37% - 0.42%)	Pazemes patvertne 2 stāvos. Visā pagraba platībā - arī citu ēku lietotājiem.

Lētāk būvēt kopīgās patvertnes.

Labāk 1 liela patvertne vienai no 7 ēkām, nevis katrai ēkai sava maza patvertne.

Ar izmaksām jāsaprot tikai un vienīgi pašas patvertnes katra kvadrātmetra papildus sadārdzinājums.

Ņemt vērā, ka šie ir tikai daži piemēri un neraksturo kopējo situāciju.

Detalizēta izmaksu analīze tiks pabeigta 2027. gada sākumā kopā ar vadlīniju oficiālo versiju.

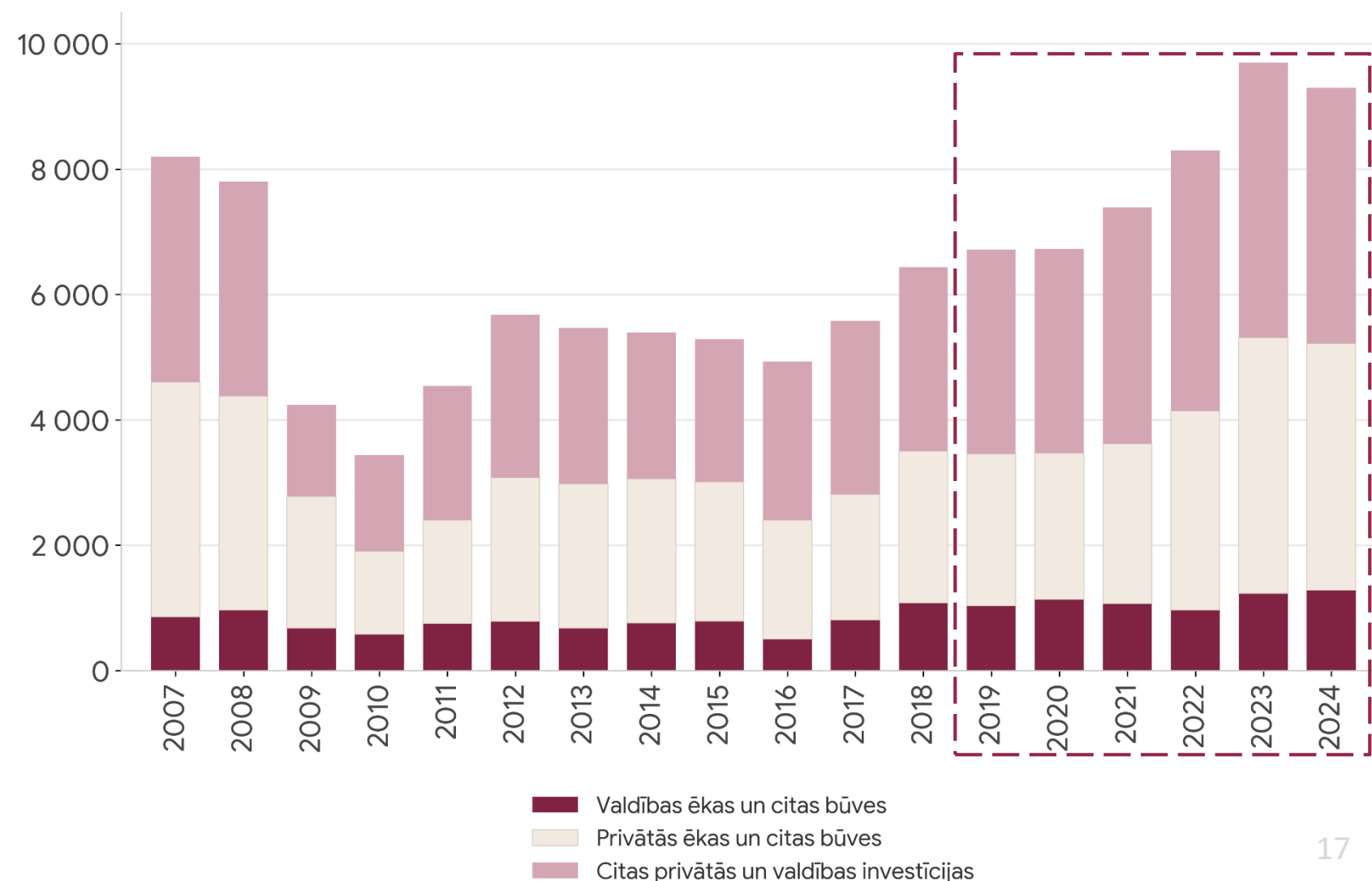
buvinzenierusavieniba.lv

<https://bbs.lv>



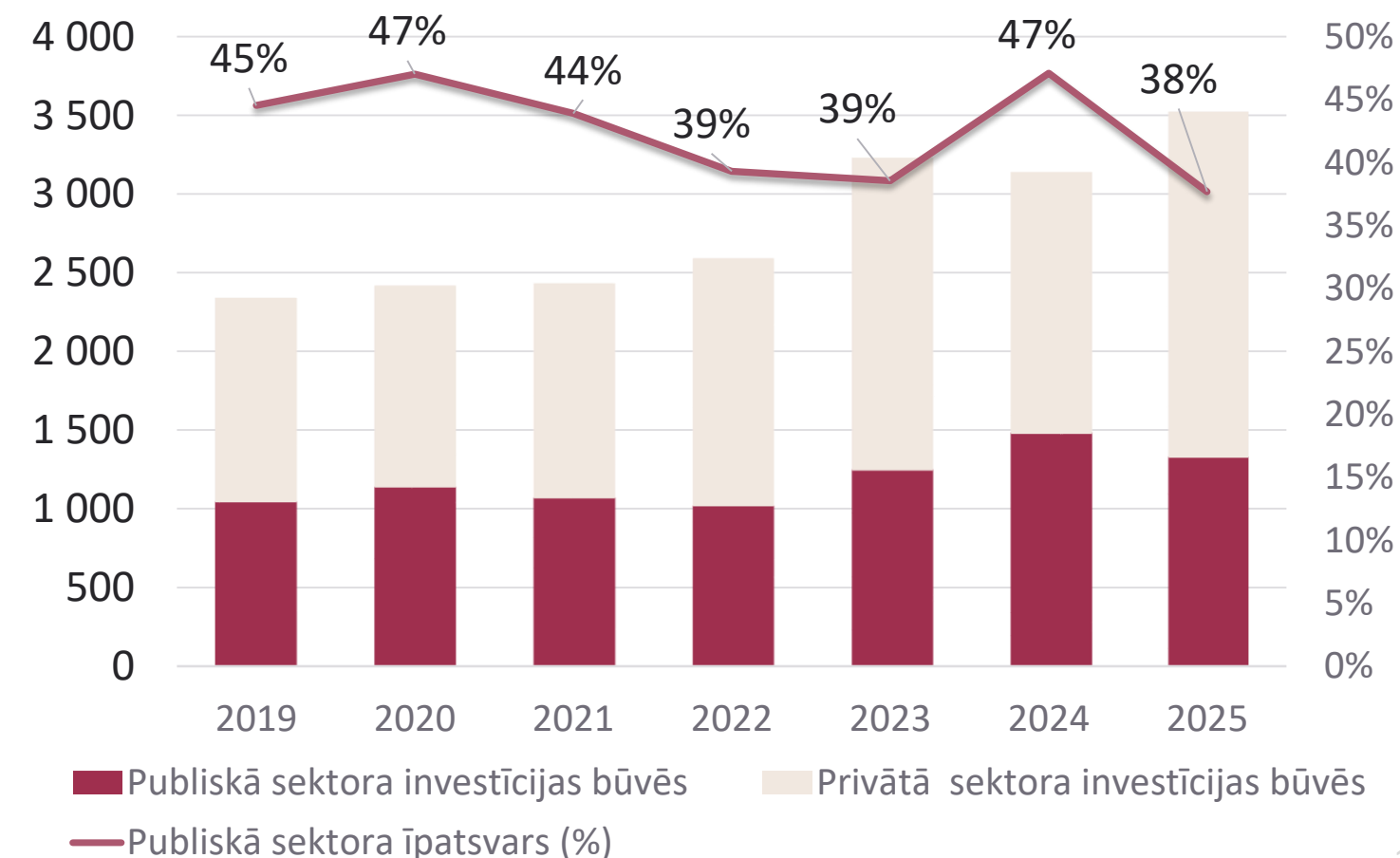
Investīcijas būvniecībā | izlaide

Investīcijas un būvniecības segments (fakt. cenās, milj. eiro)



17

Publisko un privāto investīciju būvēs attiecība pret kopējo būvniecības izlaidi, 2019–2025 (fakt. cenās, milj. eiro)



17

Var pieņemt, ka būvniecības **izlaide** ir minimālās būvniecības **izmaksas**.



Statistika | pirmšķietamās patvertņu izmaksas

- Apskatīt vidējā izlaide no 5 gadu perioda jaunbūvē.
- Pieņemts duālās lietošanas telpu (tikai patvertņu telpu) sadārdzinājums 1300-1500 EUR/m².
- Patvertnes bruto platība 1.00 m²/ personai.
- Katru gadu būtu jāuzbūvē 43 000 – 65 000 m² patvertņu platības jeb 220 000 – 330 000 personām.
- Būvniecības izlaide katru gadu **~3.5 miljardi.**
- Patvertņu nodrošināšanai populācijai būvniecības izmaksas pieaugtu par **2.5% - 4.1 %** no būvniecības izlaides (no 3.5 miljardiem).

Nepieciešama kopīga stratēģija un izdevīgums

Neveiksmīgas stratēģijas gadījumā izmaksas pieaugtu.

Veiksmīgas stratēģijas gadījumā izmaksu samazinājums iespējams par 58 – 81 miljoniem jeb izmaksātu 27.8 – 62.6 miljoni gadā, kas no būvniecības izlaides būtu tikai 0.8 % – 1.8 % gadā.

Ņemt vērā, ka analīze ir veikta uz pieejamiem datiem. Daļai datu tika piemērota interpretācija.

Tips	Milj EUR gadā, %
Dzīvokļu mājas 5+ stāvi	13.8 - 18.1 (13% - 16%)
Izglītības un ārstniecības iestādes	20.3 – 43.6 (24% – 30 %)
Citas publiskās ēkas >2500m ²	50.1 – 80.2 (56% - 58%)
Iespējamās*	2.0 - 2.6 (2%)
KOPĀ parastas stratēģijas gadījumā	86.2 – 144.5 (100%)
KOPĀ veiksmīgas stratēģijas gadījumā	27.8 – 62.6 milj.

“

Publisko un privāto finanšu ieguldījums būs efektīvs tikai tad, ja industrija sadarbosies.



Neitralizēsim savus ego un bailes no nezināmā, .. lai patvertnes “nepaliek tikai uz papīra”..

Kristaps Šterns

Sertificēts inženieris, valdes loceklis SIA “Būves un būvsistēmas”

Paldies!

Jautājumi un diskusija

kristaps.sterns@bbs.lv
+371 29109960

lbs@blbs.lv
+371 67845910