

# OBSAH

Předmluva	11
1. Desky za plastického stavu	13
1-1. Různý průběh plastického přetváření desek a jeho význam	13
1-1.1. Úvod	13
1-1.2. Různé druhy plastického přetváření desek	13
1-2. Plastické klouby v deskách z hmot bez zpevnění	14
1-2.1. Pružnoplastické desky	14
1-2.2. Tuhoplastické desky	15
2. Principy a metody teorie mezní plasticke únosnosti desek	16
2-1. Základní pojmy	16
2-1.1. Formulace dvou základních problémů	16
2-1.2. Mechanické působení plastického kloubu	16
2-1.3. Momenty únosnosti desky na jednotku délky	17
2-1.4. Výsledný moment únosnosti v plastickém kloubu vyztužené ortotropní desky	19
2-1.5. Podmínka plasticity a plocha plasticity	20
2-1.6. Zákon tečení	21
2-2. Základní principy mezní únosnosti	22
2-2.1. Statický princip mezní únosnosti	22
2-2.2. Věta o dolní hranici mezního zatížení	23
2-2.3. Důkaz věty o dolní hranici mezního zatížení	23
2-2.4. Kinematický princip mezní únosnosti	23
2-2.5. Věta o horní hranici mezního zatížení	24
2-2.6. Důkaz věty o horní hranici mezního zatížení	24
2-2.7. Podmínka minima únosnosti	24
2-3. Metody řešení desek podle plasticke únosnosti	25
2-3.1. Úplné řešení mezní únosnosti	25
2-3.2. Metoda statická	25
2-3.3. Metoda kinematická	26
2-4. Rovnice rovnováhy	26
2-4.1. Rovnice rovnováhy v pravoúhlých souřadnicích	26

2-4.2.	Rovnice rovnováhy pro osově souměrné desky v polárních souřadnicích	27
2-5.	Podmínky plasticity desek	28
2-5.1.	Podmínky plasticity mezních ohybových momentů	28
2-5.2.	Trescova podmínka mezních ohybových a krouticích momentů	30
2-5.3.	Huberova—Henckyho—Misesova podmínka plasticity pro izotropní desky	32
2-5.4.	Kvadratická podmínka plasticity pro ortotropní desky	33
2-6.	Úplné řešení kloubově podepřené kruhové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed při platnosti Trescovy podmínky	34
2-6.1.	Statické řešení	34
2-6.2.	Kinematické řešení	35
2-7.	Metoda kinematická	36
2-7.1.	Všeobecné zásady	36
2-7.2.	Řešení ortotropních desek metodou virtuálních prací výsledných momentů v plastických kloubech	36
2-7.3.	Řešení ortotropních desek metodou virtuálních prací složek momentů únosnosti v plastických kloubech	38
2-7.4.	Řešení ortotropních desek metodou mezní rovnováhy	39
<b>3.</b>	<b>Obdélníkové desky</b>	<b>41</b>
3-1.	Rovnoměrně zatížené desky kloubově podepřené po obvodě	41
3-1.1.	Podmínky mezní únosnosti a průběh plastických kloubů	41
3-1.2.	Řešení mezní únosnosti metodou mezní rovnováhy	42
3-1.3.	Řešení metodou virtuálních prací	46
3-1.4.	Hospodárná výtuž ortotropních obdélníkových desek ze železového betonu	47
3-1.5.	Statická metoda	49
3.2.	Rovnoměrně zatížené obdélníkové desky kloubově podepřené podél tří stran	55
3-2.1.	Různé případy mezního stavu	55
3-2.2.	Dlouhé obdélníkové desky podepřené podél tří stran	56
3-2.3.	Rovnoměrně zatížené krátké obdélníkové desky kloubově podepřené podél tří stran	61
3-2.4.	Rozhraní mezi oběma případy mezního stavu rovnoměrně zatížených obdélníkových desek podepřených kloubově podél tří stran	65
3-2.5.	Statické rovnice mezní plastické rovnováhy rovnoměrně zatížených obdélníkových desek kloubově podepřených podél tří stran	67
3-3.	Rovnoměrně zatížená obdélníková deska podepřená na dvou protějších stranách	69
3-4.	Obdélníkové desky s trojúhelníkovým zatížením	69
3-4.1.	Obdélníková deska kloubově podepřená po obvodě, s trojúhelníkovým zatížením v podélném směru	69
3-4.2.	Obdélníková deska kloubově podepřená po obvodě, s trojúhelníkovým zatížením v příčném směru	71
3-5.	Obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed, kloubově podepřené po celém obvodě	73
3-5.1.	Tři základní případy mezního stavu	73
3-5.2.	První případ	74
3-5.3.	Druhý případ	75
3-5.4.	Třetí případ	76
3-6.	Obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed, kloubově podepřené podél dvou protějších stran	82
3-6.1.	První případ	82
3-6.2.	Druhý případ	83

4.	Mnohoúhelníkové, kruhové a eliptické desky. Desky zvláštních tvarů	84
4-1.	Izotropní mnohoúhelníkové desky	84
4-1.1.	Nepravidelné mnohoúhelníkové desky kloubově podepřené po obvodě, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem v střední oblasti	84
4-1.2.	Pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	87
4-1.3.	Desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem působícím blízko okraje	89
4-1.4.	Mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem působícím v blízkosti okraje na ose tupého úhlu tvořeného dvěma stranami	91
4-1.5.	Mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem působícím blízko rohu na ose ostrého úhlu sevřeného dvěma stranami	95
4-1.6.	Kloubově podepřené mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením, jejichž obvod je opsán kružnicí	97
4-2.	Ortotropní mnohoúhelníkové desky	99
4-2.1.	Nepravidelné ortotropní mnohoúhelníkové desky kloubově podepřené po obvodě, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem ve střední oblasti	99
4-2.2.	Pravidelné ortotropní mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	102
4-3.	Desky s křivočarým okrajem	104
4-3.1.	Izotropní desky s osamělým břemenem	104
4-3.2.	Izotropní desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem	107
4-3.3.	Ortotropní desky s křivočarým okrajem, na které působí rovnoměrné zatížení a osamělé břemeno v střední oblasti	108
4-4.	Kruhové desky	109
4-4.1.	Kloubově podepřená ortotropní kruhová deska s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	109
4-4.2.	Kloubově podepřená ortotropní deska s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem v mimostřední poloze	110
4-5.	Eliptické desky	112
4-5.1.	Eliptická deska s osamělým břemenem uprostřed	112
4-5.2.	Eliptická deska s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	113
4-6.	Pravidelné mnohoúhelníkové a kruhové desky na bodových podporách, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	114
4-6.1.	Pravidelné mnohoúhelníkové desky podepřené bodově v rozích	114
4-6.2.	Ortotropní pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed, podepřené bodově v rozích	117
4-6.3.	Obdélníkové a čtvercové desky podepřené v rozích	117
4-6.4.	Kruhové desky bodově podepřené pravidelně na obvodě, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	118
4-6.5.	Ortotropní kruhové desky bodově podepřené na obvodě, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	121
5.	Vetknuté desky	123
5-1.	Vetknuté ortotropní obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením	123
5-1.1.	Řešení metodou virtuálních prací	123
5-1.2.	Řešení rovnoměrně zatížených vetknutých ortotropních obdélníkových desek metodou statickou	129

5-2.	Vetknuté obdélníkové desky s osamělými břemeny a s rovnoměrným zatížením	132
5-2.1.	Vetknuté ortotropní obdélníkové desky s osamělým břemenem v libovolné poloze	132
5-2.2.	Vetknuté obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	133
5-2.3.	Přibližné řešení desek s rovnoměrným zatížením a s osamělými břemeny v různých polohách	138
5-3.	Rovnoměrně zatížené ortotropní obdélníkové desky vetknuté podél tří stran	141
5-3.1.	Mezní statické působení obdélníkových desek vetknutých podél tří stran	141
5-3.2.	Dlouhé desky s volnou krátkou stranou	141
5-3.3.	Krátké obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením vetknuté podél tří stran	145
5-3.4.	Rozhraní mezi případem dlouhých a krátkých desek	150
5-4.	Obdélníkové desky vetknuté podél tří stran, s rovnoměrným zatížením a s osamělými břemeny	150
5-4.1.	Mezní osamělé břemeno působící v podélné ose desky	150
5-4.2.	Obdélníková deska vetknutá podél tří stran, s osamělým břemenem v obecné poloze	151
5-4.3.	Obdélníkové desky vetknuté podél tří stran, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed delší strany	152
5-5.	Rovnoměrně zatížené obdélníkové desky částečně vetknuté a částečně kloubově podepřené	159
5-5.1.	Obdélníková deska vetknutá podél dvou delších stran a podél dvou kratších stran kloubově podepřená	159
5-5.2.	Obdélníková deska vetknutá podél dvou kratších stran a podél dvou delších stran kloubově podepřená	160
5-5.3.	Obdélníková deska vetknutá podél delší strany a podél ostatních stran kloubově podepřená	161
5-5.4.	Obdélníková deska vetknutá podél kratší strany a podél ostatních tří stran kloubově podepřená	163
5-5.5.	Statická metoda řešení rovnoměrně zatížených obdélníkových desek vetknutých podél dvou protilehlých stran a na dvou ostatních stranách kloubově podepřených	164
5-5.6.	Statická metoda řešení rovnoměrně zatížených obdélníkových desek po jedné z delších stran vetknutých a podél tří stran kloubově podepřených	165
5-5.7.	Statická metoda řešení rovnoměrně zatížených obdélníkových desek vetknutých podél jedné z kratších stran a podél tří ostatních stran kloubově podepřených	167
5-6.	Experimentální výzkum únosnosti vetknutých obdélníkových desek	168
5-7.	Vetknuté mnohoúhelníkové desky	168
5-7.1.	Rovnoměrně zatížené vetknuté pravidelné mnohoúhelníkové desky	168
5-7.2.	Vetknuté pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	172
6.	Volně podepřené desky	175
6-1.	Podmínky statického působení	175
6-2.	Volně podepřené pravidelné mnohoúhelníkové desky	175
6-2.1.	Desky s osamělým břemenem uprostřed	175
6-2.2.	Volně podepřené pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	177
6-3.	Volně podepřené izotropní a ortotropní obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením	178
6-3.1.	Desky volně podepřené po celém obvodu	178
6-3.2.	Dlouhé obdélníkové desky podepřené podél tří stran	182
6-3.3.	Krátké obdélníkové desky volně podepřené podél tří stran	185

7.	Mezní plastická únosnost desek s účinkem smyku	189
7-1.	Základní vztahy	189
7-2.	Vetknutá kruhová deska s rovnoměrným zatížením	190
7-3.	Rovnoměrně zatížená mezikružná deska vetknutá na vnějším obvodě	191
7-4.	Rovnoměrně zatížená mezikružná deska vetknutá na vnitřním obvodě	192
8.	Šikmé desky	193
8-1.	Rovnoměrně zatížené šikmé desky kloubově podepřené po obvodě	193
8-1.1.	Izotropní šikmé desky	193
8-1.2.	Anizotropní šikmé desky	194
8-1.3.	Ortotropní šikmé desky	196
8-1.4.	Hospodárná výztuž rovnoměrně zatížených anizotropních šikmých desek kloubově podepřených po celém obvodě	199
8-2.	Rovnoměrně zatížené šikmé desky kloubově podepřené podél tří stran	200
8-2.1.	Izotropní šikmé desky	200
8-2.2.	Anizotropní šikmé desky kloubově podepřené podél tří stran	205
8-2.3.	Ortotropní šikmé desky kloubově podepřené podél tří stran	209
8-3.	Šikmé desky s rovnoměrným zatížením podepřené na dvou protilehlých stranách	212
8-3.1.	Izotropní šikmé desky	212
8-3.2.	Anizotropní šikmé desky	213
8-3.3.	Ortotropní šikmé desky	213
8-4.	Šikmé desky kloubově podepřené po obvodě, s rovnoměrným zatížením a s osamělým břemenem uprostřed	214
8-4.1.	Tři případy mezního stavu	214
8-4.2.	Izotropní šikmé desky s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed	215
8-4.3.	Anizotropní šikmé desky s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed	219
8-5.	Šikmé desky podepřené na dvou protilehlých stranách s různými druhy zatížení	223
8-5.1.	Základní případ mezní únosnosti	223
8-5.2.	Výjimečné případy porušení krátkých šikmých desek	225
8-6.	Volně podepřené šikmé desky s rovnoměrným zatížením	229
8-6.1.	Anizotropní šikmé desky volně podepřené po celém obvodě	229
9.	Spojité obdélníkové desky	234
9-1.	Rovnoměrně zatížené spojité obdélníkové desky na souvislých podporách a s kloubově podepřenými okrajovými stranami	234
9-1.1.	Průběh plastických kloubů	234
9-1.2.	Řešení únosnosti obecného pole rovnoměrně zatížené spojité ortotropní obdélníkové desky metodou mezní rovnováhy	235
9-1.3.	Řešení únosnosti obecného pole rovnoměrně zatížené spojité obdélníkové desky metodou virtuálních prací	241
9-1.4.	Krajní kloubově podepřené pole spojených obdélníkových desek s rovnoměrným zatížením	242
9-1.5.	Návrh spojených desek s obdélníkovými poli	245
9-1.6.	Hospodárná výztuž spojených obdélníkových desek	249

9-2.	Spojité obdélníkové desky s volným okrajem	250
9-2.1.	Různé druhy okrajových polí s volným okrajem	250
9-2.2.	Okrajové pole spojitě obdélníkové desky s volnou krátkou stranou	251
9-2.3.	Okrajové pole spojitě obdélníkové desky s volnou dlouhou stranou	253
9-2.4.	Rozhraní mezi dvěma případy okrajových polí rovnoměrně zatížených spojitých obdélníkových desek s volnou stranou	255
9-2.5.	Rohové pole s dvěma volnými stranami	256
9-3.	Statická metoda řešení rovnoměrně zatížených spojitých obdélníkových desek	258
9-3.1.	Obecné vnitřní pole	258
9-3.2.	Statické výrazy pro mezní únosnost krajních polí spojitě obdélníkové desky	264
9-4.	Spojité obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělými břemeny	267
9-4.1.	Obecné vnitřní pole spojitě desky s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed	267
9-4.2.	Vnitřní pole spojitě obdélníkové desky s osamělým břemenem v libovolné poloze	273
9-4.3.	Vnitřní pole spojitě obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a s osamělými břemeny	274
9-5.	Zpřesněné řešení spojitých obdélníkových desek	275
9-5.1.	Vnitřní pole	275
9-5.2.	Okrajová pole s kloubově podepřenými stranami	279
9-6.	Hřibové desky	279
10.	Šikmé spojitě desky	281
10-1.	Rovnoměrně zatížené šikmé spojitě desky s kloubově podepřenými okraji	281
10-1.1.	Průběh plastických kloubů v šikmé spojitě desce na souvislých podporách	281
10-1.2.	Řešení mezní plastické únosnosti jednotlivých polí izotropních šikmých desek	281
10-1.3.	Anizotropní spojitě šikmé desky	285
10-1.4.	Ortotropní spojitě šikmé desky	287
10-2.	Spojité šikmé desky s volným okrajem	290
10-2.1.	Různé druhy okrajových polí rovnoměrně zatížených spojitých šikmých desek s volným okrajem	290
10-2.2.	Krajní pole anizotropních šikmých desek s volnými okraji	291
10-2.3.	Krajní pole izotropních a ortotropních spojitých šikmých desek s volnými okraji	296
	Literatura	302
	Summary	307
	Rejstřík	312