

# OBSAH

P ř e d m l u v a	2
O b s a h	3
<b>1. PRINCIP VIRTUÁLNÍCH PRACÍ</b>	<b>6</b>
1.1 Virtuální práce	6
1.2 Lagrangeův princip virtuálních prací	9
1.3 Absolutní a relativní středy otáčení	11
1.4 Kinematická metoda výpočtu reakcí nosníků, desek a složených soustav	14
<b>2. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL STATICKY URČITÝCH NOSNÍKŮ A NOSNÍKOVÝCH SOUSTAV</b>	<b>20</b>
2.1 Základní tvary prvků stavebních konstrukcí	20
2.2 Nosník - základní pojmy	21
2.3 Zatížení nosníků	23
2.4 Výslednice spojitého zatížení	25
2.4.1 Spojité rovnoměrné zatížení silové	25
2.4.2 Spojité rovnoměrné zatížení momentové	26
2.4.3 Spojité trojúhelníkové zatížení silové	26
2.4.4 Spojité trojúhelníkové zatížení momentové	27
2.4.5 Spojité zatížení (silové) podle parabolického trojúhelníka	27
2.4.6 Spojité zatížení (silové) podle parabolického úseče	28
2.4.7 Spojité lichoběžníkové zatížení (silové)	30
2.4.8 Spojité obojstranné zatížení silové	31
2.5 Vnitřní síly v prutu	31
2.5.1 Schwedlerova věta	33
2.5.2 Určení stupně funkcí vnitřních sil v jednotlivých intervalech	34
2.5.3 Vynášení pořadnic vnitřních sil	36
2.6 Průběhy vnitřních sil základních typů rovinných nosníků	37
2.6.1 <u>Přímé nosníky</u>	37
2.6.1.1 <u>Prostý nosník přímý</u>	37
2.6.1.1.1 Prostý nosník přímý zatížený soustavou osamělých břemen	37
2.6.1.1.2 Prostý nosník přímý zatížený spojitým rovnoměrným zatížením silovým	41
2.6.1.1.3 Prostý nosník přímý s kombinovaným zatížením	42
2.6.1.1.4 Prostý nosník přímý zatížený spojitým trojúhelníkovým zatížením silovým	44
2.6.1.1.5 Prostý nosník přímý zatížený lichoběžníkovým zatížením	47
2.6.1.1.6 Prostý nosník přímý zatížený momentem	48
2.6.1.1.7 Prostý nosník přímý zatížený soustavou momentů	49
2.6.1.1.8 Prostý nosník přímý zatížený spojitým rovnoměrným momentovým zatížením	51
2.6.1.2 <u>Přímý konzolový nosník</u>	53
2.6.1.2.1 Přímý konzolový nosník zatížený soustavou osamělých břemen	53
2.6.1.2.2 Přímý konzolový nosník zatížený spojitým (silovým) rovnoměrným zatížením	54
2.6.1.2.3 Přímý konzolový nosník zatížený kombinovaným zatížením	55
2.6.1.2.4 Přímý konzolový nosník zatížený trojúhelníkovým (silovým) zatížením	58
2.6.1.3 <u>Přímý nosník s převýslými konci</u>	60
2.6.1.3.1 Přímý nosník s převýslými konci zatížený soustavou osamělých břemen	60
2.6.1.3.2 Přímý nosník s převýslými konci zatížený spojitým rovnoměrným zatížením (silovým)	62
2.6.1.3.3 Přímý nosník s převýslými konci zatížený kombinovaným zatížením	64
2.6.2 <u>Lomené a obloukové nosníky</u>	68
2.6.3 <u>Složené nosníkové soustavy</u>	79
2.6.3.1 Spojitý kloubový nosník	86
2.6.3.2 Trojkloubový oblouk	92

2.7	Průběhy vnitřních sil u některých typů prostorových prutových konstrukcí	99
2.7.1	Vnitřní síly prostorových prutových konstrukcí	99
3.	<b>PŘÍHRADOVÉ NOSNÍKY</b>	105
3.1	Statická a tvarová určitost rovinných příhradových soustav	105
3.2	Řešení příhradových rovinných soustav	106
3.2.1	Výpočet osových sil v prutech metodou styčných bodů	106
3.2.2	Průsečná metoda	114
3.2.3	Metoda náhradních prutů	119
4.	<b>PŘÍČINKOVÉ ČÁRY</b>	126
4.1	Definice příčinkové čáry	126
4.2	Příčinkové čáry odvozené z definice	127
4.3	Příčinkové čáry odvozené kinematicky	127
4.4	Výpočet velikosti statické veličiny v daném průřezu na základě definice příčinkové čáry	129
4.4.1	Příčinkové čáry vnějších reakcí a průřezových veličin prostého nosníku	130
4.4.1.1	Příčinková čára reakce	130
4.4.1.2	Příčinková čára posouvající síly	131
4.4.1.3	Příčinková čára ohybového momentu	132
4.5	Kinematické určení příčinkových čar průřezových veličin	134
4.5.1	Kinematické určení příčinkové čáry posouvající síly $Q_x$ v průřezu $x$ prostého nosníku	135
4.5.2	Kinematické určení příčinkové čáry ohybového momentu $M_x$ v průřezu $x$ prostého nosníku	135
4.5.3	Příčinkové čáry průřezových veličin konzoly a nosníku s převislými konci	136
4.6	Příčinkové čáry průřezových veličin u spojitých nosníků kloubových	138
4.7	Příčinkové čáry lomeného nosníku a složených soustav	141
4.8	Winklerovo kritérium	144
4.9	Určení největšího momentu $M_{max}$ (Šolínovo kritérium)	146
4.10	Příčinkové čáry příhradových soustav	147
5.	<b>ZÁKLADY KINEMATIKY</b>	154
5.1	Základní pojmy	154
5.2	Kinematika bodu	157
5.2.1	Pohyb bodu v rovině a v prostoru	157
5.2.1.1	Pohyb bodu v pravouhlém souřadnicovém systému	157
5.2.1.2	Pohyb bodu ve válcovém souřadnicovém systému	160
5.2.1.3	Pohyb bodu v polárních souřadnicích	160
5.2.1.4	Pohyb bodu v průvodním trojhranu	161
5.2.2	Rychlost bodu v rovině a v prostoru	163
5.2.2.1	Střední rychlost	163
5.2.2.2	Okamžitá rychlost	163
5.2.2.3	Přírůstek rychlosti	164
5.2.2.4	Hodograf rychlosti	164
5.2.2.5	Úhlová rychlost přímky	165
5.2.2.6	Střední úhlová rychlost přímky	165
5.2.2.7	Rychlost bodu v pravouhlém souřadnicovém systému	165
5.2.2.8	Velikost a směr rychlosti v daném bodě v pravouhlém souřadnicovém systému	166
5.2.2.9	Rychlost bodu ve válcových souřadnicích	169
5.2.2.10	Velikost rychlosti pohybujícího se bodu ve válcových souřadnicích	170
5.2.2.11	Rychlost bodu v polárních souřadnicích	170
5.2.2.12	Velikost rychlosti bodu v polárních souřadnicích	170
5.2.2.13	Rychlost bodu v průvodním trojhranu	171
5.2.3	Zrychlení bodu v rovině a v prostoru	172
5.2.3.1	Střední zrychlení	172
5.2.3.2	Okamžitá zrychlení	173
5.2.3.3	Úhlové zrychlení přímky	173
5.2.3.4	Zrychlení bodu v pravouhlém souřadnicovém systému	173
5.2.3.5	Velikost a směr zrychlení bodu v pravouhlém souřadnicovém systému	174
5.2.3.6	Zrychlení bodu ve válcových souřadnicích	175
5.2.3.7	Velikost zrychlení bodu ve válcových souřadnicích	176
5.2.3.8	Zrychlení bodu v polárních souřadnicích v rovině	176
5.2.3.9	Velikost zrychlení bodu v polárních souřadnicích	177
5.2.3.10	Zrychlení bodu v průvodním trojhranu	178
5.2.3.11	Velikost zrychlení bodu v průvodním trojhranu	179

5.2.4	Přímočarý pohyb bodu v rovině a v prostoru . . . . .	179
5.2.5	Pohyb bodu po kružnici . . . . .	182
5.2.5.1	Analýza pohybu bodu po kružnici v pravouhlých souřadnicích . . . . .	182
5.2.5.2	Analýza pohybu bodu po kružnici v polárních souřadnicích . . . . .	183
5.3	<u>Kinematika tuhého tělesa</u> . . . . .	185
5.3.1	Posuvný pohyb tuhého tělesa . . . . .	186
5.3.2	Rotační pohyb tuhého tělesa . . . . .	187
5.3.3	Obecný rovinný pohyb tuhého tělesa . . . . .	191
5.3.3.1	Obecný rovinný pohyb tuhého tělesa, základní pojmy . . . . .	191
5.3.4	Obecný prostorový pohyb tuhého tělesa . . . . .	193
5.3.5	Relativní a unášivý pohyb tuhého tělesa . . . . .	195
6.	<u>ZÁKLADY DYNAMIKY</u> . . . . .	198
6.1	Newtonovy principy . . . . .	198
6.2	D'Alembertův princip . . . . .	200
6.3	Hybnost hmotného bodu a impuls síly . . . . .	202
6.4	Hybnost soustavy hmotných bodů a impuls síly udělený soustavě hmotných bodů . . . . .	204
6.5	<u>Lineární kmitání</u> . . . . .	204
6.5.1	<u>Volné netlumené kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti</u> . . . . .	205
6.5.1.1	Konstanta tuhosti pružiny a náhradní konstanta tuhosti soustavy pružin . . . . .	207
6.5.1.2	Součinitel lineárního tlumení . . . . .	209
6.5.2	Volné netlumené kmitání s n stupni volnosti . . . . .	209
6.5.3	Vlastní úhlové frekvence a vlastní tvary kmitání . . . . .	209
6.5.4	<u>Volné tlumené kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti</u> . . . . .	210
6.5.5	Volné tlumené kmitání soustavy s n stupni volnosti . . . . .	213
6.5.6	<u>Netlumené vynucené kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti</u> . . . . .	214
6.5.7	Netlumené vynucené kmitání soustavy s n stupni volnosti . . . . .	215
6.5.8	<u>Vynucené tlumené kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti</u> . . . . .	215
6.5.9	Vynucené tlumené kmitání soustav s n stupni volnosti . . . . .	217
	<u>PŘÍLOHA - PROGRAM "ROSP-PS" pro výpočet osových sil prutů a reakcí staticky určitých příhradových soustav v programovacím jazyku FORTRAN</u> . . . . .	219
	- <u>Příklad výpočtu osových sil a reakcí užitím programu "ROSP-PS"</u> . . . . .	225
	<u>LITERATURA</u> . . . . .	226