

	PŘEDMLUVA	12
I	VŠEOBECNÉ PROBLÉMY STOŽÁRŮ A VĚŽÍ	13
1	HLAVNÍ CHARAKTERISTIKY STOŽÁRŮ A VĚŽÍ	13
2	STOŽÁR A JEHO KOMPONENTY V KONTEXTU S VYŠŠÍM CELKEM A OKOLÍM	16
2.1	Poloha stožárů v účelovém systému	16
2.2	Stožár jako inženýrsko-architektonické dílo	18
2.3	Funkce stožárů a dispozice	20
2.4	Forma a architektura	20
2.5	Konstrukce jako materializace funkcí a architektonických potřeb	22
2.6	Vnější vlivy a faktory	23
3	KLASIFIKACE STOŽÁRŮ PODLE RŮZNÝCH ZNAKŮ	23
3.1	Druhy stožárů a věží odvozené od účelu	23
3.2	Charakteristiky nosných konstrukcí stožárů	24
3.2.1	Dispozice a typologické charakteristiky	24
3.2.2	Nosné soustavy a konstrukce prvků	26
3.2.3	Materiál stožárových konstrukcí	27
3.3	Doby využívání stožárů, životnost konstrukcí	27
4	KATEGORIZACE STOŽÁRŮ PODLE VÝZNAMU	28
5	KATEGORIZACE STOŽÁRŮ PODLE STATICKÝCH SOUSTAV	29
5.1	Vetknuté jednodřevkové stožáry	30
5.1.1	Osa a výška stožárů	30
5.1.2	Příčný řez dřívku	31
5.1.3	Proměnnost obrysu a příčného řezu	31
5.1.4	Konstrukce stěn dřívku	33
5.2	Stožáry a věže s dlouhými pruty	35
5.2.1	Tuhý dřík podpíraný dlouhými pruty	35
5.2.2	Ráhnové konstrukce	36
5.2.3	Portálové stožáry	38
5.3	Kotvené stožáry	38
II	NAVRHOVÁNÍ A POSUZOVÁNÍ STOŽÁROVÝCH KONSTRUKCÍ	40
1	OBECNÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ OBJEKTU A NOSNÝCH KONSTRUKCÍ	40
1.1	Optimální objekt — cíl projektování	40
1.2	Proces navrhování nosných konstrukcí a jeho komponenty	41
1.3	Postup posuzování nosných konstrukcí a jeho kroky	42
2	ZHODNOCENÍ VYHOVUJÍCÍCH ŘEŠENÍ	44
2.1	Implementace výsledků	44
2.2	Vyhovující a optimální řešení	44
3	NOSNÝ SYSTÉM A JEHO OKOLÍ	45
3.1	Tvorba nosných systémů	45
3.2	Zatížení jako veličina vstupující do nosného systému	46
3.3	Odezva systému na podněty	47
4	VÝPOČTOVÉ MODEL Y NOSNÉHO SYSTÉMU	47
5	ODEZVA — JEJÍ ZÁVISLOSTI, DRUHY A ZPŮSOBY URČOVÁNÍ	48
5.1	Statická a dynamická odezva	48
5.2	Vlivy nosného systému na odezvu	49
6	DRUHY ANALÝZ. PŘESNÉ A INŽENÝRSKÉ METODY	50
7	SPECIFIKOVÁNÍ PŘÍPADŮ MOŽNÝCH PORUCH. PODMÍNKY SPOLEHLI- VOSTI	52

7.1	Od dovolených namáhání k mezním stavům	52
7.2	Kategorizace mezních stavů	53
8	MEZNÍ STAVY A PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI Z HLEDISKA ÚNOSNOSTI (1. SKUPINA MEZNÍCH STAVŮ)	53
8.1	Druhy mechanických porušení stožárových konstrukcí	53
8.2	Posuzování spolehlivosti konstrukce z hlediska únosnosti	54
9	MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI A PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI (2. SKUPINA MEZNÍCH STAVŮ)	56
10	CÍLE A ČÁSTI STATICKÝCH VÝPOČTŮ	56
III	ZATÍŽENÍ	58
1	VŠEOBECNĚ O ZATÍŽENÍ A VLIVECH	58
1.1	Kategorizace zatížení	58
1.2	Normové a výpočtové zatížení	59
1.3	Kombinace zatížení	60
1.4	Druhy zatížení stožárů	61
1.5	Zatížení během výstavby	61
2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	63
2.1	Vlastní tíha nosných a trvalých kompletačních konstrukcí	63
2.2	Zatížení předpětím konstrukce	64
3	UŽITNÁ A FUNKČNÍ ZATÍŽENÍ	68
4	ZATÍŽENÍ VĚTREM	69
4.1	Základní pojmy, charakteristiky	69
4.2	Vitr a jeho parametry	70
4.2.1	Podstata větru, proměnnost rychlostí větru	70
4.2.2	Střední rychlost větru	70
4.2.3	Pravděpodobnost výskytu větru různých rychlostí	73
4.2.4	Rozložení směrů větru	75
4.2.5	Flukuační složka rychlosti větru	76
4.3	Aerodynamické vlivy	77
4.3.1	Všeobecně o proudění. Základní tlak větru a tvarové součinitele	77
4.3.2	Tělesa s oblými hranami	80
4.3.3	Tělesa s ostrými hranami	85
4.3.4	Členění a prodýsné rovinné a prostorové konstrukce	86
4.3.5	Stožárové konstrukce se zařízením	89
4.4	Zkoušky ve větrném tunelu	90
4.5	Druhy zatížení větrem	93
4.5.1	Zatížení vyvolané větrem	93
4.5.2	Statická složka zatížení větrem	94
4.6	Zatížení větrem ve zvláštních případech	96
4.6.1	Zatížení lan větrem	96
4.6.2	Zatížení větrem při posuzování podle kritérií 2. skupiny mezních stavů	99
5	NÁMRAZA	99
5.1	Podstata námrazy a její podoby	99
5.2	Námraza na stožárech	100
5.3	Hodnoty zatížení námrazou	100
5.4	Současné působení zatížení námrazou s jiným zatížením	102
5.5	Padající námraza	103
6	ZATÍŽENÍ TEPLOTAMI	103
6.1	Příčiny a druhy zatížení teplotami	103
6.2	Podstata a charakter zatížení teplotami	104
6.3	Hodnoty zatížení teplotami	105
7	SEIZMICKÉ ZATÍŽENÍ	106
7.1	Charakteristika seizmického zatížení	106
7.2	Vyšetřování konstrukce na seizmické zatížení	106
7.3	Posouzení účinků seizmického zatížení	108
7.4	Některé poznatky z navrhování konstrukcí na zemětřesení	109

8	ZATÍŽENÍ STOŽÁRU VODIČI A ANTÉNNÍMI LANY	109
9	ZATÍŽENÍ NÁSLEDKEM PŘETRŽENÍ KOTEVNÍHO LANA	111
IV	MATERIÁL, SPOJOVÁNÍ, LANOVÉ PRVKY	112
1	MATERIÁL PRO OCELOVÉ KONSTRUKCE	112
1.1	Třídění výchozího materiálu	112
1.2	Hlavní charakteristiky ocelového konstrukčního materiálu	113
2	ZÁKLADNÍ MATERIÁL NA OCELOVÉ KONSTRUKCE	113
2.1	Tvarový a rozměrový sortiment	113
2.1.1	Materiál válcovaný za tepla	113
2.1.2	Trubky a trouby	113
2.1.3	Tenkostěnné profily	115
2.2	Jakostní sortiment ocelového materiálu	115
2.3	Dodavatelské podmínky, cenové relace	116
3	SPOJOVACÍ MATERIÁL, SPOJOVÁNÍ	117
3.1	Nýty a nýtové spoje	117
3.2	Šrouby a šroubové spoje	117
3.3	Třecí spoje pomocí VP-šroubů	118
3.3.1	Princip třecího spoje, spojovací materiál	118
3.3.2	Únosnost třecích spojů	119
3.3.3	Konstrukční a prováděcí zásady	120
3.3.4	Třecí spoje u stožárových konstrukcích	121
3.4	Svařované spoje	121
4	DRÁTY, LANA, LANOVÉ PRVKY	122
4.1	Tvrdý ocelový drát	123
4.2	Lana pro stavební konstrukce	124
4.3	Druhy konstrukčních lan	125
4.3.1	Jednopramenná spirálová lana	125
4.3.2	Vícepramenná lana	126
4.3.3	Skládaná lana s paralelními dráty	127
4.3.4	Lana z vysokopevnostních drátů	128
4.3.5	Lana z plastů	128
4.4	Zvláštnosti v chování ocelových lan a jejich technologická úprava	129
4.5	Pracovní diagramy lan. Moduly pružnosti	131
4.6	Ukončování lan, příslušenství lan	134
4.6.1	Zalévání koncovek	135
4.6.2	Ukončování lan pomocí smýček a ok	139
4.6.3	Ukončování lan pomocí příčného sevření nebo předpětím	139
4.7	Pevnosti a únosnosti lanových prvků	140
4.7.1	Metody posuzování spolehlivosti lan	140
4.7.2	Posuzování podle stupně bezpečnosti	141
4.7.3	Posuzování pomocí dílčích součinitelů (metoda mezních stavů)	142
4.8	Výpočtové pevnosti a únosnosti drátů, lan, lanových prvků	142
4.8.1	Výpočtová pevnost drátů	142
4.8.2	Výpočtová pevnost a únosnost lana	143
4.8.3	Výpočtová únosnost lanového prvku	145
4.8.4	Příklad. Posouzení kotevního lana	146
4.9	Čs. normy týkající se ocelových lan	146
V	TYPOLOGIE STOŽÁRŮ A VĚŽÍ	148
1	ANTÉNNÍ STOŽÁRY	148
1.1	Vývoj anténních stožárů	148
1.2	Radiotechnické požadavky na konstrukce stožárů	148
1.2.1	Vyzařovací stožáry — zářiče	149
1.2.2	Stožáry nesoucí antény	150
1.3	Typy konstrukcí anténních stožárů	155
1.4	Vetknuté jednodřívkové stožáry s menším technologickým zařízením	157
1.4.1	Konstrukční zásady	157
1.4.2	Stožáry nesoucí na lanech antény	159
1.4.3	Příhradový rozhlasový stožár	160
1.4.4	Radioreléové věže, televizní vysílací věže	162
1.5	Televizní věže	173
1.5.1	Charakteristika a konstrukční části	173

1.5.2	Televizní věže v zahraničí	178
1.5.3	Televizní věže v ČSSR	186
1.6	Kotvené stožáry	192
1.6.1	Všeobecně. Konstrukční části	192
1.6.2	Kotvení tělesa, počet kotveních úrovní	202
1.6.3	Konstrukce tělesa stožáru	204
1.6.3.1	Členitě, především trubkové konstrukce	204
1.6.3.2	Plnostěnné konstrukce — jednoduchové stožáry	208
1.6.4	Uložení tělesa stožárů na základ	216
1.6.5	Televizní stožár Dubník — původní, rekonstruovaná a nová konstrukce	220
1.6.6	Kotvení lana, rektifikace, měření předpětí	221
1.6.7	Izolátory	234
2	STOŽÁRY DÁLKOVÉHO VEDENÍ	236
2.1	Stožár — součást dálkového vedení	236
2.2	Funkční požadavky na stožáry	236
2.2.1	Elektrotechnické parametry	236
2.2.2	Dispozice a geometrie stožárů	238
2.3	Vlivy stavební techniky na konstrukční řešení	238
2.4	Typy stožárů dálkového vedení	239
2.5	Novodobé trendy a přístupy	241
2.6	Konstrukční řešení stožárů	245
2.6.1	Jednodříkové stožáry	245
2.6.2	Portálové stožáry	258
2.6.3	Kotvené stožáry	259
2.7	Stožáry neobvyklých parametrů	260
3	OSVĚTLOVACÍ STOŽÁRY	262
4	STOŽÁRY A VĚŽE V NEPRŮMYSLOVÉ VÝSTAVBĚ	271
5	OCELOVÉ KONSTRUKCE PRŮMYSLOVÝCH KOMÍNŮ	284
6	VĚŽOVÉ OBJEKTY PRO VYUŽÍVÁNÍ SLUNEČNÍ A VĚTRNÉ ENERGIE	288
VI	STATICKÉ VYŠETŘOVÁNÍ VETKNUTÝCH JEDNODŘÍKOVÝCH A PORTÁLOVÝCH STOŽÁRŮ	298
1	VÝPOČTOVÉ MODEL Y JEDNODŘÍKOVÝCH STOŽÁRŮ	298
2	METODY VÝPOČTU PROSTOROVÝCH KONSTRUKCÍ	299
3	JEDNODŘÍKOVÉ STOŽÁRY S UZAVŘENÝM PŘÍČNÝM ŘEZEM	300
3.1	Typy uzavřených průřezů	300
3.2	Mnohoúhelníkový průřez s nárožníky a plnými stěnami	301
3.2.1	Účinky normálové síly N	302
3.2.2	Účinky ohybového momentu M	302
3.2.3	Účinky posouvající síly Q	304
3.2.4	Účinky kroutícího momentu K	305
3.2.5	Zabezpečení stálosti tvaru průřezu a stability stěn	306
3.2.6	Boulení rovinných stěn	307
3.3	Tenkostěnný mnohoúhelníkový plnostěnný průřez — hranolové těleso	308
3.3.1	Průřezové veličiny	308
3.3.2	Normálové napětí následkem N a M	309
3.3.3	Šmykové namáhání následkem Q a K	312
3.4	Kruhový průřez — válcové těleso	313
3.4.1	Průřezové veličiny	313
3.4.2	Účinky vnitřních sil	313
3.4.3	Namáhání při zalomených pláštích	314
3.4.4	Zabezpečení stálosti tvaru průřezu	316
3.4.5	Boulení stěn válcového pláště	318
3.5	Mnohoúhelníkový členitý průřez — víceboká příhradová konstrukce	319
3.5.1	Zabezpečení stálosti tvaru průřezu	319
3.5.2	Účinky normálové síly N	320
3.5.3	Účinky ohybového momentu M	321
3.5.4	Účinky příčné síly Q	322
3.5.5	Účinky kroutícího momentu K	323
3.5.6	Prutové síly při lomených pásech	323
3.5.7	Trojboké a čtyřboké členité konstrukce	326

VII	STATICKE VYŠETŘOVÁNÍ KOTVENÝCH STOŽÁRŮ	329
1	VŠEOBECNĚ	329
1.1	Vývoj výpočtových metod	329
1.2	Stabilizace stožárového tělesa v prostoru	329
1.3	Modelování částí a statické soustavy	330
1.3.1	Modelování částí	331
1.3.2	Modelování statické soustavy	332
1.4	Analýza — určování účinků zatížení	333
2	STATIKA KOTEVNÍCH LAN	334
2.1	Principy výpočtu ohebných vláken	334
2.2	Výchozí stav	336
2.3	Přítěžovací stav	338
2.4	Jednotlivé kotevní lano	339
2.5	Lana jednoho uzlu při vodorovném zatížení	342
2.6	Linearizace vztahu vodorovné zatížení — vodorovný posun podpor	345
3	ZVLÁŠTNOSTI V PŮSOBNÍ KOTVENÝCH STOŽÁRŮ	348
3.1	Poddajnosti lanové podpory	348
3.1.1	Charakter poddajnosti lanové podpory	348
3.1.2	Vlivy jednotlivých parametrů a možnosti regulace	348
3.1.3	Modelování poddajnosti podpory	349
3.2	Vratné síly v lanové podpoře	350
3.3	Excentricita připojení lan	351
3.4	Tuhost stožáru v kroucení	352
3.5	Namáhání tělesa v kotevní oblasti	354
4	VÝCHOZÍ STAVY A KOMBINACE ZATÍŽENÍ	356
5	VNITŘNÍ SÍLY, NAPĚTÍ A DEFORMACE TĚLESA STOŽÁRŮ	357
6	VYŠETŘOVÁNÍ STOŽÁRŮ NA STABILITU	359
6.1	Přibližná metoda	359
6.2	Přesnější metoda	360
7	POSTUPY PŘI STATICKÉM VÝPOČTU	360
7.1	Etapy a druhy statických výpočtů	360
7.2	Předběžný návrh lan a jejich předpětí	361
8	ČÍSELNÝ PŘÍKLAD VÝPOČTU KOTVENÉHO STOŽÁRU	363
8.1	Předběžný návrh lanových parametrů	363
8.2	Linearizace vztahu poddajného podepření	365
8.3	Spojité nosník na pružných podporách	366
8.4	Kontrola správnosti výsledků	368
8.5	Vliv excentrického připojení lan	369
VIII	DYNAMICKÉ VYŠETŘOVÁNÍ STOŽÁRŮ	371
1	VŠEOBECNĚ O DYNAMICKÝCH ÚČINCÍCH A VÝPOČTECH	371
1.1	Potřeba dynamického vyšetřování a kritéria	371
1.2	Obecné řešení dynamické odezvy	371
1.3	Vliv jednotlivých parametrů na řešení	373
1.4	Fáze dynamického vyšetřování	374
2	DYNAMICKÉ CHARAKTERISTIKY NOSNÉHO SYSTÉMU	376
2.1	Všeobecné o vlastních tvarech a frekvencích	376
2.2	Obecný postup při řešení vlastních kmitů	376
2.2.1	Dynamické rovnice vlastního kmitání	376
2.2.2	Zobecněná hmota a její určování	378
2.2.3	Ohybové momenty a posouvající síly při kmitání	379
2.3	Metody určování vlastních kmitů	379
2.3.1	Výpočtové metody	379
2.3.2	Experimentální metody	380
2.4	Přesné vlastní hodnoty soustav	380
2.4.1	Nejjednodušší soustavy	380
2.4.2	Programy pro určování přesných hodnot	380
2.5	Přibližné metody určování vlastních hodnot	382
2.5.1	Idealizace k nejjednodušším soustavám	382
2.5.2	Energetická metoda	383
2.5.3	Metoda postupného přibližování	386

2.5.4	Vliv pružného vetknutí konzoly	388
2.5.5	Vliv osové síly	390
2.6	Orientační hodnoty vlastních frekvencí vetknutých stožárů	390
2.7	Vlastní tvary a frekvence stožárů s dlouhými pruty	391
2.8	Vlastní tvary a frekvence kotvených stožárů	391
2.8.1	Dynamické zvláštnosti kotvených stožárů	391
2.8.2	Vlastní hodnoty odvozené z různých modelů dynamických konstrukčních systémů	393
2.8.3	Orientační vzorce pro vlastní frekvence	396
2.9	Útlum kmitání	396
3	DYNAMICKÉ ÚČINKY ZATÍŽENÍ VĚTREM VE SMĚRU VĚTRU	398
3.1	Zatížení větrem jako dynamické zatížení	398
3.2	Metody určování dynamických účinků větru	399
3.2.1	Dynamická analýza	399
3.2.2	Kvazidynamická analýza	400
3.2.3	Kvazistatická analýza	401
3.3	Účinky dynamického zatížení větrem odvozené z nárazu (deterministický přístup)	402
3.4	Účinky dynamické složky větru odvozené od stochastického zatížení	405
3.5	Dynamická složka zatížení větrem podle ČSN	407
3.6	Zjednodušené vzorce pro dynamickou složku zatížení větrem pro typické případy	410
3.6.1	Možnosti zjednodušení u vetknutých konstrukcí	410
3.6.2	Konstrukce s jednou soustředěnou hmotou	411
3.6.3	Konstrukce s plynule rozloženou hmotou a zatížením	411
3.7	Příklad. Příhradový stožár. Účinky statické a dynamické složky zatížení větrem	414
3.7.1	Zadané parametry	414
3.7.2	Účinky statické složky zatížení větrem	414
3.7.3	Účinky dynamické složky zatížení větrem	414
4	DYNAMICKÉ ÚČINKY KOLMO KE SMĚRU VĚTRU (PŘÍČNÉ KMITÁNÍ)	417
4.1	Charakteristika, příčiny vzniku, druhy kmitání	417
4.2	Druhy vyšetřování příčného kmitání podle typu konstrukce	417
4.3	Podklady a hlediska pro posuzování	419
4.4	Zatížení budící rezonanční příčné kmitání	420
4.5	Účinky příčného kmitání	421
4.6	Opatření ke zmírnění kmitání	422
4.6.1	Změňování budících sil rozrážecí větru	422
4.6.2	Změna vlastních frekvencí stožárů	424
4.6.3	Umělé zvýšení útlumu tlumiči	425
4.7	Kmitání a tlumení kotevních lan	427
5	NAMÁHÁNÍ STOŽÁROVÝCH KONSTRUKCÍ NA ÚNAVU OD ZATÍŽENÍ VĚTREM	428
5.1	Rozdělení stožárových konstrukcí podle potřeby posuzování na únavu	428
5.2	Únavová pevnost — jedna z podmínek spolehlivosti	429
5.3	Komponenty spektra opakovaných účinků zatížení větrem	430
5.3.1	Účinky statické složky zatížení větrem	430
5.3.2	Účinky dynamické složky ve směru větru	431
5.3.3	Účinky příčného kmitání	433
5.4	Posuzování na únavu při zatížení větrem	435
5.4.1	Obecný přístup	435
5.4.2	Zjednodušené vyjádření odezvy a kritérií v návaznosti na ČSN	436
5.4.3	Výpočtové pevnosti na únavu	436
5.5	Některé zkušenosti z únavových poruch	441
6	PŘÍKLAD. OCELOVÝ SAMONOSNÝ KOMÍN	442
6.1	Zadané parametry	442
6.2	Zatížení a účinky zatížení	443
6.2.1	Zatížení stálé	443
6.2.2	Zatížení větrem ve směru větru	443
6.2.3	Příčné rezonanční kmitání	444
6.3	Posouzení účinků příčného kmitání	446
6.3.1	Posouzení na prostou pevnost	446
6.3.2	Posouzení na mnohocyklickou únavu	446
IX	OCHRANA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ STOŽÁRŮ PROTI KOROZI	448
1	VŠEOBECNÉ A POVRCHOVÉ OCHRANĚ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ. 448	
1.1	Podstata jevu koroze	448

1.2	Faktory a podmínky ovlivňující řešení povrchové ochrany	448
1.3	Charakter ocelové konstrukce ve vztahu ke korozi	449
1.4	Korozní agresivita prostředí	449
2	SYSTÉMY OCHRANY OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ PROTI ATMOSFÉRIC- KÉ KOROZI	451
2.1	Komponenty systému protikorozní ochrany	451
2.2	Nechráněné ocelové konstrukce	452
2.3	Typy dlouhodobých povrchových ochran	452
2.4	Příprava povrchů ocelových konstrukcí pro protikorozní ochranu	454
3	KONSTRUKCE Z OCELI SE ZVÝŠENOU ODOLNOSTÍ PROTI ATMOSFÉ- RICKÉ KOROZI (OCELI TYPŮ CORTEN, ATMOFIX)	455
4	ORGANICKÉ NÁTĚROVÉ POVLAKY	456
5	KOVOVÉ POVLAKY	460
5.1	Žárové pozinkování	460
5.2	Žárový nástrfik kovů — metalizace	461
6	KOMBINOVANÉ POVLAKY	462
7	ANORGANICKÉ POVLAKY	462
8	KONSTRUKČNÍ, VÝROBNÍ A ORGANIZAČNÍ ZÁSADY JAKOSTNÍ PROTI- KOROZNÍ OCHRANY	463
9	ŽIVOTNOSTI POVRCHOVÝCH OCHRAN. OPTIMÁLNÍ POUŽITÍ SYSTÉMŮ OCHRAN	464
10	OCHRANA LAN PROTI KOROZI	465
11	POVRCHOVÁ OCHRANA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ. TECHNICKÉ NORMY	468
X	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	470