

Spis treści

Przedmowa	XI
Podstawowe oznaczenia	XIII
1. Charakterystyka ogólna dźwignic i torów jezdnych	1
1.1. Uwagi ogólne	1
1.2. Charakterystyka ogólna dźwignic	1
1.2.1. Suwnice pomostowe	2
1.2.2. Wciągniki jednoszynowe	11
1.3. Klasyfikacja suwnic	13
1.4. Szyny podsuwnicowe	17
1.5. Dźwigary podsuwnicowe, kształty przekrojów poprzecznych	20
1.5.1. Kształtowniki walcowane	20
1.5.2. Dźwigary pełnościenne spawane	20
1.5.3. Stężenie belek podsuwnicowych	22
1.5.4. Kratownica – dźwigar podsuwnicowy	23
1.5.5. Belki jezdne suwnic podwieszonych i wciągników jednotorowych	24
1.6. Klasyfikacja przekrojów poprzecznych	24
1.7. Efekt szerokiego pasa	30
2. Obciążenia, siły wewnętrzne i ugięcia belek podsuwnicowych	32
2.1. Obciążenia belek podsuwnicowych	32
2.1.1. Rodzaje obciążeń	32
2.1.2. Efekty oddziaływań suwnic na belkę podsuwnicową	33
2.1.3. Współczynniki dynamiczne	35
2.1.4. Kombinacje obciążeń od pionowych nacisków kół suwnicy	39
2.1.5. Siły poziome podłużne $H_{L,i}$ i poprzeczne $H_{T,i}$ spowodowane przyspieszeniem lub opóźnieniem jazdy suwnicy	42
2.1.6. Obciążenia poziome spowodowane zukosowaniem suwnicy na torze jezdny	43
2.1.7. Siła pozioma $H_{T,3}$ spowodowana przyspieszeniem lub opóźnieniem wózka suwnicy	47
2.1.8. Obciążenia wiatrem	47

2.1.9. Obciążenie od ciężarów własnych chodników komunikacyjnych, schodów, pomostów, poręczy	48
2.1.10. Obciążenie próbne	48
2.1.11. Obciążenie wyjątkowe	49
2.2. Siły wewnętrzne w belkach podsuwnicowych	49
2.2.1. Wielkości przekrojowe	49
2.2.2. Belki jednoprzęsłowe	50
2.2.3. Belki ciągłe wieloprzęsłowe	52
2.3. Ugięcia i drgania belek podsuwnicowych	54
2.3.1. Uwagi ogólne	54
2.3.2. Belka jednoprzęsłowa	55
2.3.3. Belka dwuprzęsłowa	56
2.3.4. Graniczne wartości ugięć	56
2.3.5. Drgania pasów dolnych	57
2.4. Przykłady	57
Przykład 2.1. Obliczanie kombinacji obciążeń od pionowych i poziomych nacisków kół suwnic	57
Przykład 2.2. Obliczanie momentów zginających i sił ścinających w jednoprzęsłowych i dwuprzęsłowych belkach podsuwnicowych	62
3. Nośność przekrojów belek podsuwnicowych niestężonych	69
3.1. Uwagi ogólne	69
3.2. Nośność obliczeniowa przekroju poprzecznego pod działaniem naprężeń normalnych	70
3.3. Nośność obliczeniowa środника klas 1, 2 i 3	73
3.3.1. Nośność belki pod obciążeniem skupionym koła suwnicy	73
3.3.2. Lokalne naprężenia ścinające	78
3.3.3. Lokalne naprężenia od zginania środnika wywołane mimośrodowym oddziaływaniem kół	78
3.3.4. Spoiny łączące środnik z pasami	79
3.3.5. Interakcje obciążenia skupionego, momentu zginającego	80
3.3.6. Ścinanie środnika	81
3.3.7. Zginanie ze ścinaniem	82
3.3.8. Środnik w płaskim stanie naprężenia	82
3.4. Nośność belki z uwzględnieniem zwichrzenia	83
3.4.1. Nośność belki dwukierunkowo zginanej i skręcanej	83
3.4.2. Model pręta jednokierunkowo zginanego i ściskanego	85
3.4.3. Współczynnik wyboczenia i zwichrzenia	85
3.5. Przykłady	90
Przykład 3.1. Obliczanie nośności belki jednoprzęsłowej	90
Przykład 3.2. Obliczanie nośności belki dwuprzęsłowej	99
4. Nośność belek podsuwnicowych ze środnikami klasy 4	109
4.1. Naprężenie krytyczne idealnego panelu	109
4.1.1. Równania równowagi według teorii II rzędu	109
4.1.2. Rozwiązania dla płyt ściskanych jednokierunkowo	110

4.1.3.	Parametry niestateczności miejscowej tarcz zginanych	114
4.1.4.	Nośność płyt w stanach nadkrytycznych	117
4.2.	Nośność przekrojów zginanych według Eurokodu [N5]	120
4.2.1.	Uwagi wstępne	120
4.2.2.	Założenia i definicje	120
4.2.3.	Niestateczność środnika nieuźebrowanego podłużnie	123
4.2.4.	Niestateczność środnika z żebrami podłużnymi	126
4.2.5.	Sprawdzenie warunku nośności	132
4.3.	Nośność na ścinanie przekrojów belek podsuwnicowych ze środnikami klasy 4	133
4.3.1.	Postanowienia ogólne	133
4.3.2.	Niestateczność środników przy ścinaniu	134
4.3.3.	Stateczność pasa przy smukłym środniku	136
4.3.4.	Nośność obliczeniowa przekroju belki przy ścinaniu środnika	137
4.3.5.	Nośność środnika z żebrzem podłużnym przy obciążeniu skupionym	138
4.4.	Interakcyjne warunki nośności środników	138
4.4.1.	Interakcja momentu zginającego, siły podłużnej i obciążenia skupionego	138
4.5.	Interakcja siły poprzecznej, momentu zginającego i siły podłużnej	139
4.6.	Metoda naprężeń zredukowanych do sprawdzania środników i nośności belek podsuwnicowych (według rozdziału 10 normy [N5])	139
4.6.1.	Warunki stateczności środników	139
4.6.2.	Względna smukłość płytowa i składowe stanu naprężeń krytycznych	141
4.6.3.	Współczynniki redukcyjne ρ_x , ρ_z , χ_w	142
4.7.	Żebra usztywniające środnik	142
4.7.1.	Żebra podłużne	142
4.7.2.	Żebra poprzeczne pośrednie	143
4.7.3.	Żebra podporowe podatne	145
4.7.4.	Żebra podporowe sztywne	145
4.7.5.	Wymaganie konstrukcyjne zeber	146
4.8.	Przykłady	147
	Przykład 4.1. Obliczanie nośności przekrojów stężonej belki podsuwnicowej ze środnikiem klasy 4 i z żebrami podłużnymi metodą przekrojów efektywnych	147
	Przykład 4.2. Obliczanie nośności przekrojów stężonej belki podsuwnicowej ze środnikiem klasy 4 i z żebrami podłużnymi metodą przekrojów zredukowanych	165
5.	Projektowanie belek podsuwnicowych niestężonych i z tężnikami poziomymi	172
5.1.	Ogólne zasady kształtowania belek	172
5.2.	Belki podsuwnicowe bez tężników poziomych	173
5.3.	Tężniki hamowne	173
5.4.	Belka podsuwnicowa z tężnikiem poziomym pełnościennym	176
5.4.1.	Kształtowanie przekroju poprzecznego	176
5.4.2.	Sprawdzenie nośności belek głównych	176
5.4.3.	Nośność pasa zewnętrznego tężnika pełnościennego	179
5.5.	Belka podsuwnicowa z tężnikiem kratownicowym	180
5.5.1.	Kształtowanie belki	180

5.5.2.	Nośność belki podsuwnicowej	180
5.5.3.	Pas zewnętrzny tężnika kratownicowego	182
5.5.4.	Krzyżulce i słupki tężnika	183
5.6.	Projektowanie szczegółów konstrukcyjnych belek podsuwnicowych	183
5.6.1.	Sprawdzenie nośności łączników w połączeniu belki ze słupem	183
5.6.2.	Przemieszczenia elementów złącznych belek	184
5.6.3.	Rektyfikacja	186
5.6.4.	Odbojnice	188
5.7.	Przykłady	188
Przykład 5.1.	Obliczanie nośności belki podsuwnicowej z tężnikiem blaszanym	188
Przykład 5.2.	Obliczanie nośności belki podsuwnicowej z tężnikiem kratowni- cowym	197
6.	Podparcia, słupy i estakady podsuwnicowe	201
6.1.	Podparcia	201
6.2.	Schematy statyczne i obciążenia słupów	203
6.3.	Wytyczne projektowania słupów	205
6.4.	Nośność słupów podpierających belki podsuwnicowe	208
6.4.1.	Nośność słupów pełnościennych	208
6.4.2.	Nośność słupów złożonych skratowanych	212
6.5.	Odształcenia poziome słupów	215
6.6.	Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych słupów	215
6.7.	Przykłady	220
Przykład 6.1.	Projektowanie słupa estakady podsuwnicowej o przekroju peł- nościennym	220
Przykład 6.2.	Projektowanie dwugłęźnego skratowanego słupa estakady pod- suwnicowej	230
7.	Tory suwnic podwieszanych i wciągników jednoszynowych	234
7.1.	Uwagi ogólne	234
7.2.	Zasady określania obciążeń	235
7.2.1.	Suwnice podwieszane	235
7.2.2.	Wciągniki jednoszynowe	235
7.3.	Siły wewnętrzne	236
7.4.	Nośność torów	237
7.4.1.	Nośność globalna	237
7.4.2.	Lokalne zginanie pasa dolnego od oddziaływania pionowego kół	237
7.4.3.	Nośność pasów dolnych	240
7.5.	Ugięcie torów	242
7.6.	Połączenia torów jezdnych z konstrukcją wsporczą	242
7.7.	Przykład	243
Przykład 7.1.	Obliczanie nośności toru wciągnika z kształtownika HEB 260. .	243
8.	Wytrzymałość i trwałość zmęczeniowa	247
8.1.	Informacje ogólne	247
8.2.	Zachowanie się stali przy zmiennych naprężeniach	248

8.2.1. Zakres zmienności naprężeń	248
8.2.2. Linia Wöhlera, wytrzymałość zmęczeniowa	250
8.2.3. Wpływ karbów na wytrzymałość zmęczeniową	253
8.3. Uproszczona metoda oceny zmęczenia belek podsuwnicowych	258
8.3.1. Obciążenia i zakresy zmienności naprężeń	258
8.3.2. Warunki nośności na zmęczenie	260
8.4. Wytrzymałość eksploatacyjna	262
8.5. Przykłady	265
Przykład 8.1. Obliczanie nośności belki jednoprzęsłowej	265
Przykład 8.2. Obliczanie nośności belki dwuprzęsłowej	267
Przykład 8.3. Obliczanie nośności na zmęczenie szczegółu konstrukcyjnego eksploatowanej belki podsuwnicowej	270
Literatura	273

W 2010 roku wyznaczniki normy krajowej zastąpione w pracy *Projektowanie torów kolejowych suwnic i elektrycznych* [26] zastąpił je pakietem norm Eurokod, które są wyszczególnione w spisie literatury niniejszej i oznaczone [N1]–[N10]. Zmiany w tych normach znacząco zmieniły dotychczasowe zasady zestawiania obciążeń i wyznaczania torów jezdnych, zarówno belek podsuwnicowych suwnic naziemnych, jak i torów suwnic pomostowych podwieszanych i wciągników jednostronnych.

W normach [N1]–[N10], szczególnie tych związanych bezpośrednio z zestawianiem obciążeń i podsuwaniem i projektowaniem torów jezdnych [N2], [N3], wprowadzono bardzo dużo nowych informacji dotyczących zarówno konstrukcji dwuigie (suwnice, wciągniki), jak i modeli obliczeniowych torów jezdnych. Nowo wprowadzone zasady i wytyczne są trudne nie tylko dla studentów, lecz także dla doświadczonych projektantów.

W książce nie przedstawiono porównań zasad projektowania i wyników obliczeń torów jezdnych według obowiązujących do 2010 roku krajowych norm Eurokodów.

Publikacja jest opracowaniem dotyczącym zasad projektowania belek podsuwnicowych i słupów hał lub estakad je podpieraających, a ponadto torów wciągników i suwnic podwieszanych do konstrukcji cygli ram.

Opisy teoretyczne podanych zasad projektowania są szeroko rozwinięte i uzupełnione komentarzami i wyjaśnieniami założeń projektowania według Eurokodów. Uwzględniono w nich najnowsze osiągnięcia naukowe i projektowe. Poparto je przykładami obliczeniowymi rozwiązań projektowych.

Książka składa się z ośmiu rozdziałów. W pierwszym rozdziale podano podstawowe wiadomości o rodzajach i budowie dźwignie oraz charakterystykę szyn i belek podsuwnicowych.

W drugim rozdziale opisano zasady zestawiania obciążeń belek podsuwnicowych od pionowych i poziomych nacisków kół suwnic.

W trzecim i czwartym rozdziale omówiono zasady wyznaczania belek podsuwnicowych ze środnikami odpowiednio klasy 1, 2, 3 i oddzielnie klasy 4.