

II 3/8  
lat.

POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
ZAKŁAD BADAWCZY BUDOWNICTWA

---

Zeszyt 2

ST. BRYŁA

NOWE PRZEPISY OBLICZANIA  
KONSTRUKCYJ STALOWYCH  
PN/B-190

UZUPEŁNIONA ODBITKA Z CZASOP. „PRZEGLĄD TECHNICZNY” Nr. 26. R 1937

W A R S Z A W A

1 9 3 8

POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
ZAKŁAD BADAWCZY BUDOWNICTWA

---

Zeszyt 2

ST. BRYŁA

NOWE PRZEPISY OBLICZANIA  
KONSTRUKCYJ STALOWYCH  
PN/B-190

UZUPEŁNIONA ODBITKA Z CZASOP. „PRZEGLĄD TECHNICZNY” Nr. 26, R 1937

W A R S Z A W A

1 9 3 8

624.014.2:624.0 4.2



nr. 4650



DRUKARNIA TECHNICZNA  
Sp. Akc.  
Warszawa, ul. Czackiego 3-5  
Telef.: 614-67 i 277-98

II 378

BZ12PK/006-64

1945 d.

Przepisy obliczania konstrukcyj stalowych w budownictwie zostały wydane w Polsce przez Ministerstwo Robót Publicznych w roku 1923, a zmienione w r. 1926 i w tej zmienionej formie przetrwały bez zmiany do dnia dzisiejszego. W międzyczasie wydało jedynie Ministerstwo Spraw Wewnętrznych przepisy dotyczące konstrukcyj spawanych w budownictwie, które zresztą uwzględniły same połączenia spawane i wykonanie spawania; zmiany te natomiast nie objęły zupełnie zasad obliczania i projektowania konstrukcyj stalowych w ogóle.

Jednakże rozwój konstrukcyj stalowych w okresie tych jedenastu lat był bardzo duży. Rozwój ten polegał nie tylko na wprowadzeniu spawania, aczkolwiek był to tego postępu i tego rozwoju powód największy.

Ponadto pogląd na teoretyczne zasady obliczania uległ ogromnej metamorfozie; jeżeli bowiem do niedawna przy obliczaniu nie wykraczaliśmy zupełnie poza granicę sprężystości materiału stalowego, to dzisiaj przy obliczaniu konstrukcyj statycznie niewyznaczalnych, weszliśmy w zasięg plastyczności materiału, co z jednej strony zbliża nas do rzeczywistego stanu rzeczy, z drugiej pozwala na osiągnięcie znacznych korzyści pod względem ekonomii. Wytworzyły się zatem nowe podstawy obliczania konstrukcyj stalowych.

Następnie w produkowaniu stali w ogóle, a w Polsce w szczególności, zaszły również zmiany, które musiały znaleźć swój oddźwięk w konstrukcjach stalowych. Zaczęto wytwarzać stale wysokowartościowe o znacznej granicy wytrzymałości i znacznej minimalnej gwarantowanej granicy plastyczności. Wprawdzie przepisy z r. 1926 dawały możliwość zastosowania tych stali na podstawie § 15 pkt. 2, który pozwala na podniesienie naprężeń dopuszczalnych w tym stosunku, w jakim granica plastyczności stwierdzona dla danej stali jest wyższa od  $2400 \text{ kg/cm}^2$ . Jednakowoż granicę plastyczności tej wielkości spotykamy u nas dopiero przy stalach o wyższych wytrzymałościach; zasada ta nie była zatem zgodna z rzeczywistym stanem rzeczy.

Wreszcie w kierunku zwiększenia naprężeń dopuszczalnych działała również coraz bardziej wprowadzana zasada ekonomii konstrukcji, uzasadniona doskonaleniem metod pracy i wykonywania. W konstrukcjach żelazobetonowych podniesiono naprężenia dopuszczalne w przepisach wydanych przez P. K. N. w roku 1934. Tym bardziej należało zastosować to w konstrukcjach stalowych, gdzie gwarantuje się za wszystkie dane granice, a rzeczywistość daje wyniki znacznie wyższe od gwarantowanych.

Zmodernizowanie przepisów dotyczących konstrukcyj stalowych konieczne było również pod kątem współczynników na wyboczenie i szeregu innych szczegółów. Wreszcie zaś żeliwo, oraz żelazo spawane, o których mówią jeszcze przepisy z r. 1926, są dzisiaj nieużywane w budownictwie.

Wszystkie te powody skłoniły Radę Stalową do zainicjowania zmiany obowiązujących przepisów obliczania konstrukcyj stalowych, którą to pracę przeprowadziła Komisja Budownictwa Stalowego P. K. N., działająca w porozumieniu z Radą Stalową.

Przepisy obejmują jedynie zasady obliczania, natomiast zasady wykonywania ujęte będą oddzielnie. Dotyczą one również jedynie konstrukcyj budowlanych, natomiast dla mostów, suwnic, wysokich masztów itd. wydane zostaną przepisy później.

Przepisy obliczania konstrukcyj stalowych, zatwierdzone przez P. K. N., stające się dziś normą P. N. 190., składają się z 10-ciu paragrafów.

Paragraf 1 podaje naprężenia dopuszczalne, normując je, podobnie jak w przepisach dotychczasowych, dla dwóch rodzajów obciążeń. Pierwszy rodzaj obciążenia przewiduje jednostajne działanie ciężaru własnego, obciążenia użytkowego oraz śniegu, a zatem jedynie obciążenia pionowe; drugi rodzaj obciążenia przewiduje natomiast obciążenie objęte pierwszym rodzajem obciążenia, a nadto najniekorzystniejsze działanie wiatru, wpływu zmian temperatury, wpływu sztywnych połączeń w konstrukcjach szkieletowych, oraz ewentualnie innych obciążeń. Zatem przy obliczaniu konstrukcyj szkieletowych należy uwzględnić wpływ sztywnego połączenia, co się daje odczuć specjalnie mocno zwłaszcza w słupach zewnętrznych. Podobnie przeciętne go dachu można nie liczyć na parcie wiatru, ale wtedy przyjmować trzeba naprężenia dopuszczalne niższe. Z reguły warto będzie liczyć na II rodzaj obciążenia.

Jeżeli konstrukcja obliczana obciążona jest jedynie ciężarami pionowymi według pierwszego rodzaju obciążenia, to jednak można liczyć ją wedle naprężeń dopuszczalnych dla drugiego rodzaju naprężeń dopuszczalnych z uwzględnieniem wszystkich innych paragrafów. Np. belki stropowe można liczyć zatem na naprężenia według drugiego rodzaju naprężenia, ale trzeba przeliczyć przy tym również i strzałkę ugięcia według paragrafu 6.

Na rynku znajduje się dzisiaj przeważnie t. zw. stal (żelazo) w gatunku handlowym, którego wytrzymałość wynosi 3400—4200 kg/cm<sup>2</sup>, jednakowoż

własności tej stali nie są kontrolowane i dlatego w normach figuruje pod nazwą stali bez znaku, aczkolwiek w rzeczywistości jest to prawie ten sam materiał, co stal 010 W. Należy podkreślić, że kontrola materiału stalowego jest znacznie ostrzejsza i pewniejsza od kontroli materiału betonowego, gdyż przy stali kontrolowanej wykluczone jest, aby  $Q_r$  (granica płynności), wzgl.  $R_r$  (wytrzymałość na rozciąganie) była niższa od przewidzianej, a badanie przeprowadza się dla wszystkich wytopów. Natomiast w konstrukcjach betonowych dopuszczalne jest nawet odrzucenie próby, która daje wyjątkowo niski rezultat, nadto zaś beton na budowie jest zazwyczaj gorszy niż w próbach, tak często z powodu wykonania, a prawie zawsze z powodu warunków, w jakich wiąże i tężyje. Przy stali bez znaku gwarancji powyższej wprawdzie nie ma, ale odchyłka w dół co do wytrzymałości jej zachodzi tylko wyjątkowo i wtedy jest wręcz minimalna (parę procent).

Normy przewidują zastosowanie w konstrukcjach stalowych 4 gatunków stali. Są to: stal bez znaku, stal 010W, stal 015W i stal 020W, przy czym naprężenia dopuszczalne przyjmuje się dla nich wedle tabeli I.

Dla nitów i śrub przewiduje się następujące warunki i naprężenia dopuszczalne według tabeli II.

Stal bez znaku (stal handlowa) jest dzisiaj stosowana w niemal wszystkich konstrukcjach budowlanych, podobnie jak stal 010W stosowana jest w konstrukcjach mostowych.

W ogóle należy rozróżnić następujące gatunki stali budowlanych:

- 1) stale węglowe (znaczone W, z wyjątkiem nieznaczonej stali);
- 2) stale specjalne (znaczone S).

W tabeli I ujęte są cztery gatunki stali węglowych. Podzielić je można również na kategorie: a) gatunek handlowy (stal niekwalifikowana) i b)

TABELA I.

Znak stali		Bez znaku		010W		015W		020W	
Własności mechaniczne	Wytrż. na rozciąg. $R_r$ w $\text{kg/cm}^2$	Nie określono		3400 do 4200		3700 do 4500		4200 do 5000	
	Gran. płynności $Q_r$ w $\text{kg/cm}^2$			2100		2300		2500	
	Wyjłuzenie $A_{10}$ w $\%$			25		22		20	
Napężenia dopuszczalne	Rodzaj obciążeń	I	II	I	II	I	II	I	II
	Zginanie rozciąganie ściskanie	1200	1400	1300	1500	1400	1700	1500	1800
	Ścinanie	960	1120	1040	1200	1340	1340	1200	1440

stale kwalifikowane (znaczone W). O ile jednak stal 010W istnieje na rynku w znacznej ilości i jest do otrzymania za dopłatą 6 zł. za tonnę do zasadniczej ceny, to stal 015W dostarczana bywa jedynie na specjalne życzenie za dopłatą 13 zł. od tonny, zaś stali 020W u nas się jeszcze nie walcuje, tak, że norma w tej rubryce zrobiona jest pod kątem przyszłości, możliwej, ale jeszcze zupełnie niepewnej.

W grę mogą wejść raczej stale budowlane specjalne, t. j. nie stale węglowe, ale niskostopowe, takie, w których dodatków stopowych jest ilość raczej niewielka. Z dodatków wchodzi tu w grę pod kątem uzyskania wyższych wartości mechanicznych i technologicznych mangan, krzem, chrom, nikiel i molibden, zaś pod kątem rdzoodporności miedź. Stale te posiadają przy tym własności korzystniej-



sze od stali węglowych nawet wysokowartościowych; wykazują bowiem wyższą zwłaszcza granicę płynności, według której normuje się naprężenie dopuszczalne w budownictwie, nadto są mniej kruche i łatwiej spawalne. Dlatego też, kto wie, czy one raczej nie zajmą miejsca, które w normach P. K. N. a zarazem w tabeli I zajmuje stal węglowa 020W. Ponieważ jednak jeszcze nie są wyrabiane na większą skalę, a częściowo są jeszcze w stadium prób, przeto nie można było objąć ich normami. Jednakowoż uwzględniają je przepisy z góry, pozwalają bowiem w nich dopuścić naprężenia wyższe,

TABELA II.

Znak stali		Nity		Śruby surowe		Śruby toczone	
		010 Nt		015 Sr		015 Sr	
Wła- ności me- cha- niczne	Wytrz. na rozciąg. $R_r$ w $\text{kg/cm}^2$	3400 do 4200		3800 do 5000		3800 do 5000	
	Gran. płynności $Q_r$ w $\text{kg/cm}^2$	nie określa się					
	Wydłużenie $A_{10}$ w %	26		900/ $R_r$		900/ $R_r$	
Na- prze- nia dopu- szcza- ne $\text{kg/cm}^2$	Rodzaj obciążeń	I	II	I	II	I	II
	Ciśnienie na ścianki otworów	2400	2880	1500	1800	2200	2640
	Rozciąganie lub wyrwanie główek	—	—	1000	1200	1100	1350
	Ścinanie	1100	1350	900	1080	1000	1200

o wiele (20—30% i nawet więcej) niż stal handlowa, to też w wielu wypadkach trzeba się będzie zastanowić, które materiały zastosować.

Stale wysokowartościowe, których wyrób zdaje się być dzisiaj bliższy, są to stale specjalne (nisko-stopowe) o wytrzymałości około 5000—6000 kg/cm<sup>2</sup>. Znak ich nie jest jeszcze ustalony; najprawdopodobniej jednak przyjęte będzie oznaczenie S-52 (t. j. „stal specjalna” o wytrzymałości 52 kg/mm<sup>2</sup>). Będzie ona droższa oczywiście od stali handlowej, natomiast ciężar konstrukcyj z nich wykonanych będzie znacznie mniejszy. Trudno będzie określić z góry cyfrę szczegółową. Wszędzie tam, gdzie w grę wchodzi wyboczenie lub też strzałka ugięcia, korzyści otrzymane ze stali wysoko wartościowej będą mniejsze. Tam natomiast, gdzie czynniki te odgrywają rolę mniejszą, korzyść będzie większa, np. dla ramownic większa, niż dla słupów i belek stropowych.

Natomiast należy wziąć pod uwagę moment inny: wobec pewnego braku żelaza, jest rzeczą wskazaną możliwie wykorzystać rudy, z których wytapia się żelazo. Nie byłoby żadnego sensu ograniczać zastosowania stali tam, gdzie ona jest materiałem najwłaściwszym, natomiast wskazane jest możliwe wykorzystanie tego, co mamy, i przejdźcie na produkcję materiałów szlachetnych. Ważne to jest zwłaszcza pod kątem potrzeb państwa, a przede wszystkim potrzeb wojska. I dlatego też wskazane jest, aby stal wysokowartościową, zwłaszcza stale specjalne, wprowadzić w Polsce na możliwie szeroką skalę.

Konstrukcje ze stali wysoko wartościowych posiadają większą lekkość, ale też mniejszą sztywność. Nie trzeba przeceniać znaczenia sztywności, aczkolwiek, jeżeli ma się konstrukcję sztywniejszą z materiału nieco gorszego, albo mniej sztywną z materiału nieco lepszego, przy tej samej cenie, to zazwyczaj padnie wybór na pierwszą z nich,



chyba, że w grę wchodzi walory lekkości i smukłości, które niejednokrotnie są bardzo ważne (np. duże hale).

W ogóle przy przeciętnej konstrukcji będzie można będzie uzyskać niekiedy nawet do kilkunastu procent oszczędności w cenie ogólnej konstrukcji przy zastosowaniu stali specjalnej.

Przepisy mówią, że w stalach specjalnych naprężenia dopuszczalne będzie można przyjąć dla nich o tyle wyższe w tym samym stosunku, w jakim wyższa jest granica płynności dla danej stali od takiejże granicy stali 020 W, t. j. 2500 kg/cm<sup>2</sup>. Stal więc, która będzie miała granicę płynności 3000 kg/cm<sup>2</sup>, może otrzymać naprężenie dopuszczalne 1800 kg/cm<sup>2</sup> (wzgl. 2160 kg/cm<sup>2</sup>).

Od tych norm będzie można odstąpić, jeżeli konstrukcja odpowiada wysokim wymaganiom, a obliczenie będzie przeprowadzone ściśle, np. o ile przeliczy się naprężenie dodatkowe, dynamiczne itd. Wtedy jednak konieczne jest zatwierdzenie przez zwierzchnią władzę budowlaną, a więc przez Ministerstwo Spraw Wewn., Ministerstwo Spraw Wojsk. itd.

Oczywiście dla części narażonych na wpływy dynamiczne, w których naprężenia są często zmienne, np. w konstrukcjach dźwigających maszyny itp. należy w obliczeniu uwzględnić odpowiedni współczynnik dynamiczny.

Paragraf 2 omawia obliczanie części rozciąganych. Zgodnie z dotychczasowymi przepisami należy oczywiście uwzględnić przekroje netto, czyli po potrąceniu dziur na nity.

Paragraf 3 ujmuje obliczenie elementów ściskanych. I tutaj przy obliczaniu naprężeń ściskanych należy odtrącić dziury na nity, jednakowoż zmniejszenia tego nie trzeba uwzględniać przy obliczaniu momentu bezwładności przekroju we wzorach na wyboczenie. Oba te punkty zgodne są z analogicznymi punktami przepisów dotychczasowych.

Natomiast zmiany widzimy w przepisach obliczania części ściskanych na wyboczenie. Wprowadzie zasada obliczania pozostała ta sama: dla odpowiednich smukłości elementu ściskanego  $l/i$  podaje tabela współczynniki wyboczeniowe (współczynniki zmniejszające)  $\beta$ , podobnie jak w przepisach dotychczasowych i podobnie, jak widzimy to w przepisach innych państw europejskich, wydanych w ostatnim czasie. Jednakowoż współczynniki te są inne niż dotychczas, są mianowicie wyższe zwłaszcza dla mniejszych smukłości, t. j. do granicy, od której ważny jest wzór *Eulera*. Tym samym wysoce niekorzystne współczynniki używane dotychczas ulegają zmianie zgodnie z tym, co widzimy i w innych państwach europejskich.

Współczynniki  $\beta$  według nowych przepisów wyższe są od dotychczasowych w myśl powyższego, aż do smukłości  $\frac{l}{i} = 100$ .

Poniżej zestawione są współczynniki  $\beta$  według przepisów dotychczasowych i według nowej normy.

$\frac{l}{i}$	Współczynnik zmniejszający $\beta$		$\frac{l}{i}$	Współczynnik zmniejszający $\beta$	
	według dotychczasow. przepisów	według nowej normy		według dotychczasow. przepisów	według nowej normy
5	0,88	0,98	55	0,68	0,79
10	0,85	0,97	60	9,66	0,77
15	0,83	0,96	65	0,64	0,74
20	0,81	0,94	70	0,62	0,71
25	0,79	0,93	75	0,60	0,67
30	0,77	0,91	80	0,58	0,64
35	0,75	0,89	85	0,56	0,61
40	0,73	0,87	90	0,54	0,57
45	0,72	0,85	95	0,52	0,54
50	0,70	0,82	100	0,50	0,50

Dla większych stosunków  $l/i$  pozostaje współczynnik wybozeniowy  $\beta$  taki sam, jak uprzednio, podaję go tutaj tylko do  $l/i = 150$ .

$\frac{l}{i}$	$\beta$	$\frac{l}{i}$	$\beta$
105	0,47	130	0,33
110	0,45	135	0,31
115	0,42	140	0,29
120	0,39	145	0,27
125	0,36	150	0,25

Długość wybozeniową  $l$  — należy przyjmować równą:

0,8  $L$  — dla słupów o wszechstronnym utwierdzeniu obu końców,

1,0  $L$  — dla słupów przytrzymanych przegibnie na obu końcach.

W częściach kratownic długość wolną przyjmuje się jak następuje:

Element	W płaszczyźnie kraty	Prostopadle do płaszczyzny kraty
Pasy nieusztywn. poprzecznie (wiatrownicami)	0,8 $L$	Należy przeliczyć dla każdego wypadku
Pasy usztywnione poprzecznie	0,8 $L$	0,9 $L - L^1$ )
Pręty kratownicy	0,8 $L - L^1$ )	$L$

<sup>1)</sup> Zależnie od stopnia utwierdzenia np. od wielkości blachy węzłowej.

Długość teoretyczną  $L$  przyjmuje się równą odległości od osi do osi stężeń poprzecznych lub dźwigarów usztywniających poprzecznie dany element. Jeśli pręt ściskany osadzony jest na płycie, wówczas długość  $L$  należy liczyć od górnej powierzchni płyty.

Zupełnie inaczej niż w dawnych przepisach ujęty jest dział omawiający obliczanie prętów (i słupów) ściskanych o przekroju złożonym. Dotychczas pręty takie obliczane były tak samo, jak pręty lite lub łączone na całej długości, a odległość przewiązek ujęta była jedynie w ten sposób, że „pewność przeciw wyboczeniu każdej części z osobna między łącznikami miała być conajmniej dwukrotnie większa od pewności na wyboczenie całego słupa na całkowitej długości”. Przepisy wprawdzie pozwalały na obliczenie odległości przewiązek w sposób ściślejszy, jednakowoż nie precyzowały w jaki sposób to obliczenie miało być przeprowadzone. Nie zwracano natomiast uwagi na to, że pręt taki o przekroju złożonym jest na wyboczenie mniej wytrzymały, niż pręt lity lub łączony na całej długości. Obecne przepisy ujmują punkt ten w sposób następujący:

Zespół współpracujących elementów niezwiązanych z sobą na całej długości, a jedynie połączonych w odstępach  $l$ , przewiązkami, lub kratą należy obliczać jak pręty o przekroju jednolitym j. w., lecz o długości na wyboczenie względem osi  $y$ — $y$  równej

$$l_y = \gamma l;$$

$l$  oznacza tu długość teoretyczną, a więc niezredukowaną w myśl tabelki wyżej podanej. We wzorze tym

$$\gamma = \sqrt{1 + \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_y}\right)^2}$$

jest współczynnikiem zwiększającym, przy czym

$$\alpha_1 = \frac{l_1}{i_1} =$$

=  $\frac{\text{odstęp między przewiązkami}}{\text{promień bezwładn. pojedynczego elementu}}$

$$\alpha_y = \frac{l}{i_y} =$$

=  $\frac{\text{teoretyczna długość całego pręta}}{\text{promień bezwładn. całego przekr. wzgl. osi } y-y}$

Odstęp między przewiązkami należy tak dobrać, by  $\alpha_1 < \alpha_y$ , oraz  $\alpha_1 \leq 50$ .

Pobieżne zanalizowanie powyższych wzorów, uzasadnionych zresztą zupełnie teoretycznie, aczkolwiek nieco (nieznacznie) komplikujących obliczenie, prowadzi do następujących wniosków:

Pręty złożone i wiązane przewiązkami lub krata posiadają będą mniejszą nośność obliczeniową, niż pręty lite lub złożone na całej długości. Różnica ta odbije się specjalnie wtedy, gdy odległość między elementami, z których złożony jest taki przekrój, jest nieznaczna, oraz, gdy odstęp przewiązek jest raczej duży. Dla odległości między przewiązkami  $l$ , równej około  $30 i_1$ , różnica będzie stosunkowo nieznaczna (ok. 5 do 7%). Wzrastać jednakowoż będzie dla większych odstępów niekiedy prawie do 20% (dla smukłości  $\frac{l}{i}$  równającej się około 50. W ogóle  $\gamma$  w swoich skrajnych wartościach może wahać się od 1 do 1,41.

Przepisy faworyzują w tym punkcie zatem takie słupy, w których odległości przewiązek od siebie są małe.

Wedle dotychczasowych przepisów nie było różnicy między słupami pełnymi, a słupami skratowanymi. Zato współczynniki wybočeníowe były aż do  $\frac{l}{i} = 100$  mniej korzystne. W porównaniu zatem z dotychczasowymi przepisami pręty i słupy złożo-

ne będą obecnie niekiedy lżejsze, a niekiedy cięższe.

W dalszym ciągu paragraf 3 zajmuje się słupami i prętami ściskanymi mimoosiowo, przy których należy wyznaczyć naprężenie złożone, wywołane obciążeniem i momentem zginającym. Przepisy podkreślają, że ustęp ten dotyczy nie tylko słupów, ale też krzyżulców i przekątni kratownic przytwierdzonych mimoosiowo. Należą tu np. krzyżulce złożone z jednego profilu, przynitowane do blach węzłowych jednostronnie. W konstrukcjach spawanych można nawet profil pojedynczy przytwierdzić osiowo, wycinając go odpowiednio i zakładając na pionową część pasy. I tu więc są połączenia spawane korzystniejsze od nitowanych. Przepisy polecają nawet, przy tak jednostronnie przytwierdzonych prętach, uwzględnić wygięcie tych prętów, powstające na skutek mimoosiowego przytwierdzenia. W ogóle zatem nie będzie sensu — i słusznie — wykonywać belki kratowe z krzyżulcami przytwierdzonymi jednostronnie.

W konstrukcjach szkieletowych mamy zazwyczaj utwierdzenie sztywne belek do słupów; przepisy polecają utwierdzenie to uwzględnić w obliczeniu. Szczegółowsze wytyczne dotyczące obliczenia konstrukcji szkieletowej będą podane w innej normie, mianowicie w normie obciążeń i zasad obliczenia,

Również ostatni ustęp § 3 dotyczy przeważnie konstrukcyj szkieletowych. Pozwala on mianowicie styki słupów pracujących wyłącznie na ściskanie, wykonanych dokładnie i z zastosowaniem frezowania kształtówek słupowych, obliczać na połowę siły osiowej słupa. Trzony słupów można połączyć z płytami stopowymi, względnie głowicowymi, wyłacznie na ściskanie, obliczając połączenie na czwartą część siły osiowej słupa, o ile powierzchnie styku dzięki sfrezowaniu i dokładnemu wykonaniu dają gwarancję bezpośredniego docisku.

Wiadomo, że belka zginana nie usztywniona poprzecznie, narażona jest w swej części ściskanej na wyboczenie poprzeczne (zwichrzenie). Dotychczas-



sowe przepisy nie ujmowały tego. Przepisy obecne natomiast wprowadzają dla tego rodzaju belek zmniejszenie naprężenia dopuszczalnego, zresztą nieznaczne (§). Przepisy polecają mianowicie obliczać belki takie na naprężenia mniejsze w nast. sposób:

$$k_1 = k \left( 1 - 0,0005 \frac{L}{i_y} \right),$$

gdzie  $k$  jest naprężeniem dopuszczalnym według § 1,  $L$  długością teoretyczną belki według § 3, zaś  $i_y$  promieniem bezwładności części ściskanej względem osi  $y - y$ , przy czym należy przy belkach walcowanych przyjąć  $i_y$  stopki, zaś przy blachownicach  $i_y$  pasa. Nie dotyczy to belek między którymi leży płyta betonowa lub ceglana; tym samym belki stropowe liczy się na naprężenia według § 1.

Paragraf 5 omawia obliczanie rozpiętości i utwierdzenia belek. W stosunku do przepisów dotyczących czasowych wprowadza on tę zmianę, że dla belek leżących na murze należy przyjmować za rozpiętość obliczeniową ich rozpiętość w świetle  $l_0$ , a nie jak dotychczas  $1,05 l_0$ , co miało bardzo małe znaczenie, a było jednak bardzo niewygodne w obliczeniach. Dla belek opartych na podporach lub dla belek ciągłych przyjmuje się rozpiętości od środka do środka podpory. Również przepisy nowe określają, że na utwierdzenie belki w ścianie można liczyć, gdy nacisk  $P$  muru leżącego nad wpuszczoną częścią belki czyni zadość warunkowi  $P = \frac{3M}{a}$ ;

$M$  oznacza tutaj moment zamocowania (utwierdzenia) odpowiadający najniekorzystniejszemu obciążeniu belki,  $P$  nacisk muru leżącego nad wpuszczoną częścią belki o długości  $a$ .

Belki stalowe, (podobnie jak i drewniane) należy obliczać w domach mieszkalnych na ugięcie. Jest to czynnik, który ma swoje znaczenie częściowo wytrzymałościowe, częściowo raczej optyczne, chodzi bowiem też o to, by z powodu zbytniego ugięcia nie

występowały w sufitach pęknięcia. Ten czynnik zależy głównie zresztą od obciążenia ruchomego, mniej od własnego. § 6 przepisów pozwala, by strzałka ugięcia belek wolnopodpartych wynosiła najwyżej  $1/400$  objętości. Przepis ten ma automatycznie znacznie mniejsze zastosowanie w budynkach szkieletowych, gdzie belek wolnopodpartych prawie, że się nie stosuje.

Dla belek wspornikowych ugięcie nie powinno przekraczać  $\frac{1}{50}$  wysięgu wspornika.

Według § 7 można nie uwzględniać w obliczeniach naprężeń drugorzędnych i dodatkowych.

Według § 8 należy przy obliczeniu konstrukcji statycznie niewyznaczalnych podlegających zmianom temperatury przyjmować zmiany tejże temperatury w granicach  $\pm 25^{\circ}$  (od temperatury montażowej. Dla konstrukcyj stalowych osłoniętych betonem, cegłą itd. granice te zmniejsza się do  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ . Współczynnik rozszerzalności należy przy tym przyjmować dla stali  $0,000012$  na  $1^{\circ}\text{C}$ .

Współczynnik sprężystości unormowany jak w § 9; należy go przyjmować w wysokości  $2100000$   $\text{kg/cm}^2$ .

Paragrafy te mało się różnią od dotychczasowych przepisów. Dopiero § 10 wprowadza ważną zmianę: mianowicie pozwala wyraźnie na obliczenia belek statycznie niewyznaczalnych na podstawie t. zw. teorii plastyczności. Zasada ta jest z jednej strony uzasadniona licznymi już dzisiaj doświadczeniami, z drugiej strony daje możliwość znacznych oszczędności, tym samym zaś możemy lepiej wykorzystać materiał konstrukcyjny.

Paragraf 11 dotyczy stali już używanej, która ma być zastosowana ponownie do celów budowlanych. Jest on już właściwie normą P N./B 640. Wprowadza on naprężenie dopuszczalne dla stali materiału poprzednio używanego, w wysokości nie większej jak  $600$   $\text{kg/cm}^2$ , przy czym najmniejszy

rzeczywisty przekrój nie może być po usunięciu rdzy mniejszy, niż 80% przekroju pierwotnego.

Dla starych szyn kolejowych przyjąć należy według tego paragrafu wskaźnik wytrzymałości równy  $0,06 h^2$  gdzie  $h$  jest wysokością szyny w cm.

Jak widać z tego zestawienia, nowe przepisy zmodernizowały w znacznym stopniu zasady obliczania konstrukcyj stalowych. Dotyczy to tak uwzględnienia materiałów, jakie przychodzą na rynek, jakoteż i sposobów obliczania. Są one od dotychczasowych nieco śmielsze, uwzględniają jednako w całości postęp nauk inżynierskich i dlatego z pewnością przyczynią się do rozwoju sztuki inżyniersko-budowlanej w Polsce.



nr P4650