

Рисунок 1 – График движения текущего запаса стали арматурной в течение года

Применение рассмотренных расчетов позволит принимать оптимальные управленческие решения по вопросам воспроизводства материальных ресурсов. Необходимо помнить, что в реальных системах управления материальными ресурсами перечень номенклатуры производимой продукции может измеряться сотнями и даже тысячами наименований. Поэтому суммарный показатель возможного повышения эффективности системы может оказаться весьма существенным.

#### Список цитированных источников

1. Асанович, В. Оптимизация стратегий управления запасами с учётом временной стоимости денег // Финансовый директор – 2008. – № 9.
2. Бизнес-план на 2008 год по филиалу «Завод ЖБК» ОАО «Стройтрест №8» г. Брест.
3. «Технологическая карта на плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений ТК-3-03» Министерство Архитектуры и Строительства РБ, 2003.
4. Ивашкевич, В.Б Организация управленческого учёта по центрам ответственности и местам формирования затрат // Бухгалтерский учёт. – 2000. – № 5. – С. 56–59.

## PRZEGRODY PRZEZROCZYSTE - WYMAGANIA CIEPLNE I WARUNKI OSWIETLENIA POMIESZCZEŃ ŚWIATŁEM DZIENNYM

Ujma Adam

**Wprowadzenie.** Parametry fizyczne przegród przezroczystych związane z przepływem przez nie ciepła, w tym promieniowania słonecznego, wpływają na warunki oświetlenia pomieszczeń światłem dziennym oraz bilans energetyczny w okresie grzewczym i chłodniczym. Wpływają również w pewnej mierze na zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia pomieszczeń światłem sztucznym, w okresach gdy natężenie światła naturalnego docierającego do wnętrza budynku jest niewystarczające. Wybrane właściwości i funkcjonowanie przegród przezroczystych omówione zostały m.in. w pracach [1, 2, 3, 4].

W obliczu wdrażania wymagań dotyczących określenia świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, właściwe opisywanie warunków funkcjonowania przegród przezroczystych, pod kątem ich wpływu na zużycie energii (ciepła – na potrzeby pokrycia strat związanych z ogrzewaniem i energii elektrycznej – na potrzeby działania oświetlenia sztucznego oraz urządzeń systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych), jest szczególnie istotne. Waga tego problemu staje się znacząca również w związku z coraz mocniej wyrażaną potrzebą podnoszenia efektywności energetycznej różnorodnych elementów i systemów technicznych budynków. W tym kontekście zagadnienie kształtowania przegród przezroczystych budynków, pod kątem zagwarantowania podstawowych potrzeb użytkowych przy zoptymalizowanym zużyciu energii, staje się bardzo aktualne. Potrzebie racjonalizacji rozwiązań konstrukcyjnych przegród przezroczystych przy zminimalizowanym zapotrzebowaniu na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia sztucznego poświęcone są m.in. prace [5, 6].

### 1. ZMIANY WYMAGAŃ BUDOWLANYCH DOTYCZĄCYCH PRZEGROD PRZEZROCZYSTYCH

W nowych warunkach technicznych budowlanych obowiązujących od 2009r. [8] zaostrzone zostały radykalnie wymagania odnoszące się do przegród przezroczystych (tab. 1), w różnego rodzaju budynkach, przy różnych temperaturach powietrza wewnętrznego i strefach klimatycznych lokalizacji obiektu.

Zmodyfikowane zostały nieznacznie również wymagania w zakresie dopuszczalnej maksymalnej powierzchni  $A_{Omax}$  przegród przezroczystych (tab. 2), mające za zadanie nie dopuszczanie do nadmiernych strat ciepła z budynków przez ten typ przegród. Jedynie wymagania w zakresie minimalnej powierzchni przegród przezroczystych  $A_{Omin}$ , związane z doswietleniem pomieszczeń światłem naturalnym, pozostały niezmiennione (tab. 2).

Tabela 1 – Zmniejszenie wartości dopuszczalnej współczynnika przenikania ciepła  $U_{max}$  przegród przezroczystych w przepisach budowlanych z 2008r. [8]

Rodzaj budynku	Rodzaj przegrody przezroczystej	$t_i$ °C	Strefa klimatyczna	$U_{max 2002}$	$U_{max 2008}$
				W/(m <sup>2</sup> K)	
Mieszkalny i zamieszkania zbiorowego	Okno, drzwi balkonowe i przegroda przezroczysta nieotwieralna	≥ 16	I, II, III	2,6	1,8
		> 16	IV, V	2,0	1,7
	Okno połaciowe	> 16	I - V	2,0	1,8
		< 16	I - V	-	
Użyteczności publicznej	Okno, drzwi balkonowe i przegroda przezroczysta nieotwieralna	> 16	I, II, III IV, V	2,3	1,8
		(8 – 16)		2,6	2,6
	Okno połaciowe i świetlik	< 8		bez wymagań	bez wymagań
		-	I - V	2,0	1,7
Produkcyjny	Okno i drzwi balkonowe w pomieszczeniach o szczególnych wymaganiach higienicznych	-	I - V	2,3	1,8
	Okno i świetlik (WT2002) Okno i przegroda przezroczysta nieotwieralna (WT2008)	> 16	I, II, III IV, V	2,6	1,9 1,7
(8 – 16)		I - V	4,0	-	
< 8		I - V	bez wymagań	-	
Okno połaciowe	> 16	I - V	-	1,8	

Po raz pierwszy w przepisach budowlanych pojawiły się wymagania odnoszące się do przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez przegrody przezroczyste (tab. 3), co z kolei związane jest z potrzebą ograniczenia nadmiernych zysków ciepła, jakie w pomieszczeniach pojawiają się w okresie letnim. W przypadku stosowania tam systemów wentylacji mechanicznej, a szczególnie klimatyzacyjnych, powinno przełożyć się zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w wymienionych systemach technicznych.

Tabela 2 – Zmiana wymagań dotyczących dopuszczalnego pola powierzchni przegrod przezroczystych według przepisów z 2002r. [7] i 2008r. [8]

WTB 2002			WTB 2008		
Maksymalna powierzchnia okien (przegrod szklanych, przezroczystych) (według wymiarów modułowych) $A_{0,max}$					
Rodzaj budynku	$U$	$A_{0,max}$	Rodzaj budynku	$U$	$A_{0,max}$
	$W/(m^2K)$	$m^2$		$W/(m^2K)$	$m$
• Jednorodzinny	> 2,0	$0,15 A_z + 0,03 A_w$	• Mieszkalny • Zamieszkania zbiorowego	> 1,5	$0,15 A_z + 0,03 A_w$
Użyteczności publicznej <sup>*)</sup>		$0,15 A_z + 0,03 A_w$	Użyteczności publicznej <sup>*)</sup>		$0,15 A_z + 0,03 A_w$
Produkcyjny: • jednokondygnacyjny	-	$0,15 A_e$	Produkcyjny, magazynowy, gospodarczy: • jednokondygnacyjny	-	$0,15 A_e$
• wielokondygnacyjny		$0,30 A_e$	wielokondygnacyjny		
Minimalna powierzchnia okien (w świetle ościeżnic) $A_{0,min}$					
Rodzaj pomieszczeń			$A_{0,min}$		
			$m$		
Przeznaczone na pobyt ludzi, stały - > 4 h/dobę i czasowy - (2 - 4) h/dobę			$0,125 A_n$		
Gdzie, oświetlenie dzienne nie jest wymagane			$0,083 A_p$		

Oznaczenia zastosowane w tabeli.

<sup>\*)</sup> - jeżeli nie jest to sprzeczne z innymi wymaganiami dotyczącymi doswietlenia pomieszczeń światłem dziennym

$A_p$  - pole powierzchni podłogi,  $m^2$

$A_z$  - pole pasa powierzchni podłogi o szerokości 5 m, biegnącego wzdłuż ściany zewnętrznej z oknami,  $m$

$A_w$  - pole powierzchni podłogi części wewnętrznej (poza pasem przyokiennym 5m),  $A_w = A_p - A_z$ ,  $m^2$

$A_e$  - pole powierzchni elewacji, włączając w nie powierzchnię okien,  $m^2$

Tabela 3 – Wymagania w zakresie przepuszczalności promieniowania słonecznego przez przegrody przezroczyste według przepisów z 2008r. [8]

Udział przegrod przezroczystych w powierzchni elewacji	Dopuszczalny poziom współczynnika przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przeszklenia, $g_g$
%	$g_c = f_c \cdot g_g$ , -
< 50	< 0,50
> 50	< 0,25/ $f_g$

Oznaczenia zastosowane w tabeli:

$f_c$  - współczynnik uwzględniający redukcję energii promieniowania ze względu na zastosowanie urządzenia ograniczającego przepływ promieniowania słonecznego, współczynnik ten przyjmuje wartości z bardzo dużego przedziału od 0,08 do 0,95, w zależności od rodzaju i barwy zasłon lub żaluzji, -

$g_g$  - współczynnik przepuszczalności energii całkowitej oszklenia, (tab. 4);

$f_g$  - udział powierzchni przegrod przezroczystych w powierzchni elewacji, -

Tabela 4 – Wartości obliczeniowe współczynnika  $g_G$  [8]

Rodzaj oszklenia	Współczynnik $g_G$
	–
Pojedyncze szklenie	0,85
Podwójne szklenie	0,75
Podwójne szklenie z powłoką selektywną	0,67
Potrojne szklenie	0,70
Potrojne szklenie z powłoką selektywną	0,50
Okna podwójne	0,75

W nowym jakościowo kryterium energochłonności budynku, w sposób kompleksowy charakteryzującym właściwości obiektu (wskaznik  $EP_{HC\ W+L}$ ), uwzględnia się energię na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, a w niektórych obiektach również na chłodzenie powietrza i oświetlenie pomieszczeń) [8]. Podobnie w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku, we wskaźniku  $EP$  uwzględniane są wszystkie znaczące składowe bilansu energetycznego budynku [9]. W związku z tym, że przegrody przezroczyste wpływają wielostronnie na właściwości energetyczne budynku (wpływają na zużycie energii przez system grzewczy i chłodzenia oraz związane z ich działaniem urządzenia elektryczne, a także oświetlenie pomieszczeń) okazują się być konstrukcjami, dla których poszukiwanie optymalnych rozwiązań technicznych jest bardzo istotne.

## 2. WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW POMIESZCZEN I OKIEN NA WARUNKI ŚWIETLNE W POMIESZCZENIACH

Analizę warunków świetlnych przeprowadzono dla przykładowego pomieszczenia budynku zlokalizowanego w Warszawie, przyjmując zroznicowane parametry przepuszczalności światła przez przegrody przezroczyste, różną głębokość pomieszczenia, różną orientację względem stron świata oraz różne pory roku oraz inne dane niezbędne do obliczeń (tab. 5).

Tabela 5 – Podstawowe dane przyjęte do obliczeń natężenia światła

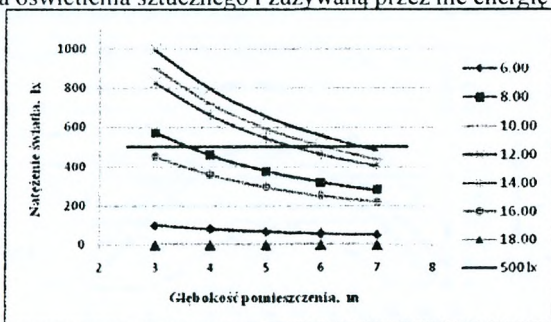
Zachmurzenie	niebo pochmurne
Płaszczyzna pracy	85 cm
Współczynnik odbicia światła od powierzchni wewnętrznych:	
• sufitu	70 %
• ściany	50 %
• podłogi	20 %
Czynniki światła dziennego:	
• czynnik zanieczyszczenia	1,00
• czynnik zaszczeblenia	1,00
Współczynnik odbicia szyby	10 %
Przyjęty czas użytkowania	od 6 <sup>00</sup> do 18 <sup>00</sup>
Wymagane natężenie światła na stanowisku roboczym	500 lx

Obliczenia wykonano przy pomocy programu DIALux 4.6. służącego przede wszystkim do projektowania oświetlenia sztucznego, ale uwzględniającego również natężenie światła naturalnego wpadającego do pomieszczenia przez przegrody przezroczyste. Do obliczeń założono w pomieszczeniach minimalnym poziom natężenia światła równy  $E_m = 500\text{ lx}$ , co odpowiada pracy polegającej na pisaniu ręcznym, pisaniu na maszynie, czytaniu, obsłudze klawiatury komputera, zgodnie z wytycznymi normy [10]. W okresach niedostatecznego natężenia światła naturalnego, wpadającego przez przegrody przezroczyste, zakłada się włączenie światła sztucznego.

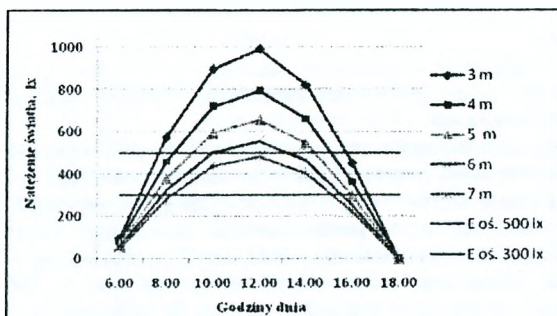
Wyniki obliczeń zmiany natężenia światła na płaszczyźnie roboczej w pomieszczeniu (szerokość - 8 m, powierzchnia okna = 12 m<sup>2</sup>, przepuszczalność

światła  $\tau = 0,8$ ) o różnej jej głębokości (rys. 1 i 2) wskazują na to, że wraz ze wzrostem głębokości radykalnie pogarszają się średnie warunki świetlne. W wielu przypadkach nie można spełnić wymogu uzyskania dopuszczalnego poziomu natężenia światła  $500 \text{ lx}$ , co będzie skutkowało koniecznością włączenia oświetlenia sztucznego.

Ponieważ przegrody przezroczyste charakteryzują się zroznicowanymi parametrami przepuszczalności światła i z reguły współczynnik ten kształtuje się na poziomie od 40 % do 80 %, to też taki przedział tego współczynnika przyjęto do oceny zmiany natężenia światła w przykładowym pomieszczeniu o powierzchni -  $8 \times 5 \text{ m}$ , oknach -  $12 \text{ m}^2$ , orientacji okien południowej (rys. 3). Wyniki obliczeń wskazują na bardzo duże zroznicowanie warunków świetlnych w pomieszczeniu w zależności od przepuszczalności światła dziennego, co również będzie miało wpływ na czas włączenia oświetlenia sztucznego i zużywaną przez nie energię elektryczną.

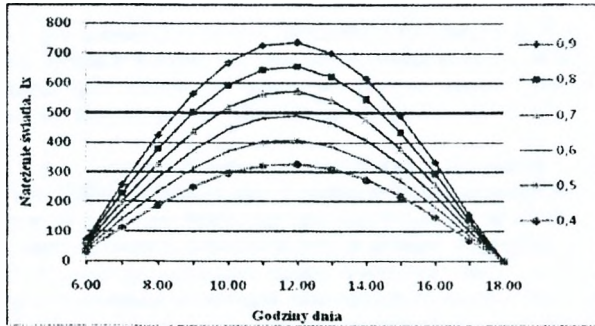


Rys. 1 – Przebieg linii natężenia światła na płaszczyźnie roboczej w zależności od głębokości pomieszczenia

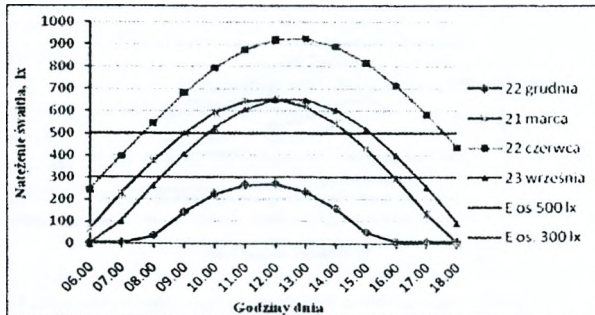


Rys. 2 – Przebieg linii natężenia światła na płaszczyźnie roboczej przy różnej godzinie dnia dla różnych głębokości pomieszczenia

Z kolei na rysunku 4 przedstawiono wyniki obliczeń natężenia światła w przykładowym pomieszczeniu o powierzchni i oknie j.w., oraz orientacji południowej, w różnych porach roku. Jak wynika z obliczeń w okresie zimowym przy założeniu nieba zachmurzonego przez cały dzień lub jego przeważającą część trzeba będzie używać światła sztucznego, również w okresie wiosennym i jesiennym znaczna część dnia będzie wymagała wykorzystania światła sztucznego.



Rys. 3 – Przebieg linii natężenia światła na płaszczyźnie roboczej w ciągu dnia przy różnych wartościach współczynnika transmisji szkła okiennego



Rys. 4 – Przebieg linii natężenia światła na płaszczyźnie roboczej w charakterystyczne dni roku (dzień najkrótszy, najdłuższy i równy nocy)

## WNIOSKI

1. Aktualne przepisy budowlane stawiają przegrodom przezroczystym nowe wymagania, które mają za zadanie ograniczyć zużycie ciepła i pośrednio energii elektrycznej w budynkach.

2. Przegrody przezroczyste mogą w istotnym stopniu wpływać na łączne koszty energetyczne eksploatacji pomieszczeń oraz wartość wskaźnika jakości energetycznej budynku. Decydujący wpływ mają w tym przypadku: współczynnik przenikania ciepła, współczynnik transmisji ciepła promieniowania słonecznego, współczynnik transmisji światła naturalnego. Przy rozpatrywaniu efektywności energetycznej pomieszczeń i całych budynków oraz poszukiwaniu optymalnych rozwiązań pod względem energetycznym, należy brać pod uwagę cały kompleks czynników wpływających na koszty energii (elektrycznej i ciepła).

3. Współczynnik transmisji światła naturalnego w znaczącym stopniu decyduje o czasie wyłączenia i włączenia oświetlenia sztucznego, co przekłada się bezpośrednio na koszty wykorzystania energii elektrycznej w układach oświetleniowych.

4. Głębokość pomieszczeń odgrywa istotną rolę w kształtowaniu warunków świetlnych w pomieszczeniach oraz czas wykorzystania światła sztucznego, co również przekłada się bezpośrednio na znaczące różnice w kosztach wykorzystania energii elektrycznej w układach oświetleniowych.

## Literatura

1. Ujma A.: Parametry fizyczne przegród przezroczystych i ich wpływ na zużycie energii w budynku. W: Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym. Praca zbiorowa pod red. Iadeusza Bobki, Jarosława Rajczyka. Częstochowa, Wydawnictwa Politechniki Częstochowskiej 2007. S. 375–384
2. Respondek Z.: Parametry techniczne nowoczesnych przegród szklanych. Cz. 2. Rodzaje szkła budowlanego. Parametry izolacyjności cieplnej. Świat Szkła 11, 2007. S. 34–38
3. Respondek Z.: Parametry techniczne nowoczesnych przegród szklanych. Cz. 3. Parametry przepływu promieniowania. Świat Szkła 12, 2007, s. 26–31
4. Ujma A., Grund A.: Właściwości izolacyjne i przepuszczalność świetlna przegród przezroczystych. Świat Szkła 5, 2006. S. 61–65
5. Heim D., Matusiak B.: Projektowanie energooszczędnych systemów oświetlenia dziennego – polki świetlne. Energia i Budynek 03, 2007. S. 28–31
6. Heim D., Szczepanska E.: Światło dziennego a energooszczędność oświetlenia uzupełniającego. Energia i Budynek 02, 2008. S. 48–52
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2002 Nr 75, poz. 690.
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.11.2008r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 2008 Nr 201, poz. 1238
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dz.U. 2008 Nr 201, poz. 1240
10. PN-EN 12464-1:2004 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach

## ПЕРЕХОД ОТ ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ СЕРТИФИЦИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ

Уйма А.

Для строительства в Польше последние десять лет характерен приём функциональных и конструктивных решений, направленных на ограничение потребления энергии, в первую очередь тепла. Некоторая часть этих работ проводилась на основании устава о стимулировании термической модернизации зданий. Термомодернизационные действия явились своего рода подготовкой к введению правил по определению энергетического качества или энергетического сертифицирования зданий, а период этот оказался переходным этапом от периода, когда не уделялось особого внимания энергосбережению в строительстве, к периоду, когда оно начинает играть первостепенную роль.

Все большая часть термомодернизационных работ выполняется в настоящее время в Польше согласно уставу о стимулировании термической модернизации жилых и некоторых типов общегражданских зданий [1]. Устав поощряет утепление ограждающих конструкций, замену окон, модернизацию источников тепла и теплосетей, снабжающих теплом упомянутые выше здания, в том числе замену традиционных источников тепла нетрадиционными, возобновляемыми и т.п. Стимулирование заключается в возможности использования льготного кредита и выполнении некоторого объёма термомодернизационных работ за счёт дотаций из государственных средств, в виде премий, которые предназна-