

# TECHNOLOGIA BETONU

# Możliwości optymalizacji procesów w prefabrykacji wielkowymiarowej

Jędrzej Zdziechowski

# Optymalizacja – co to jest?

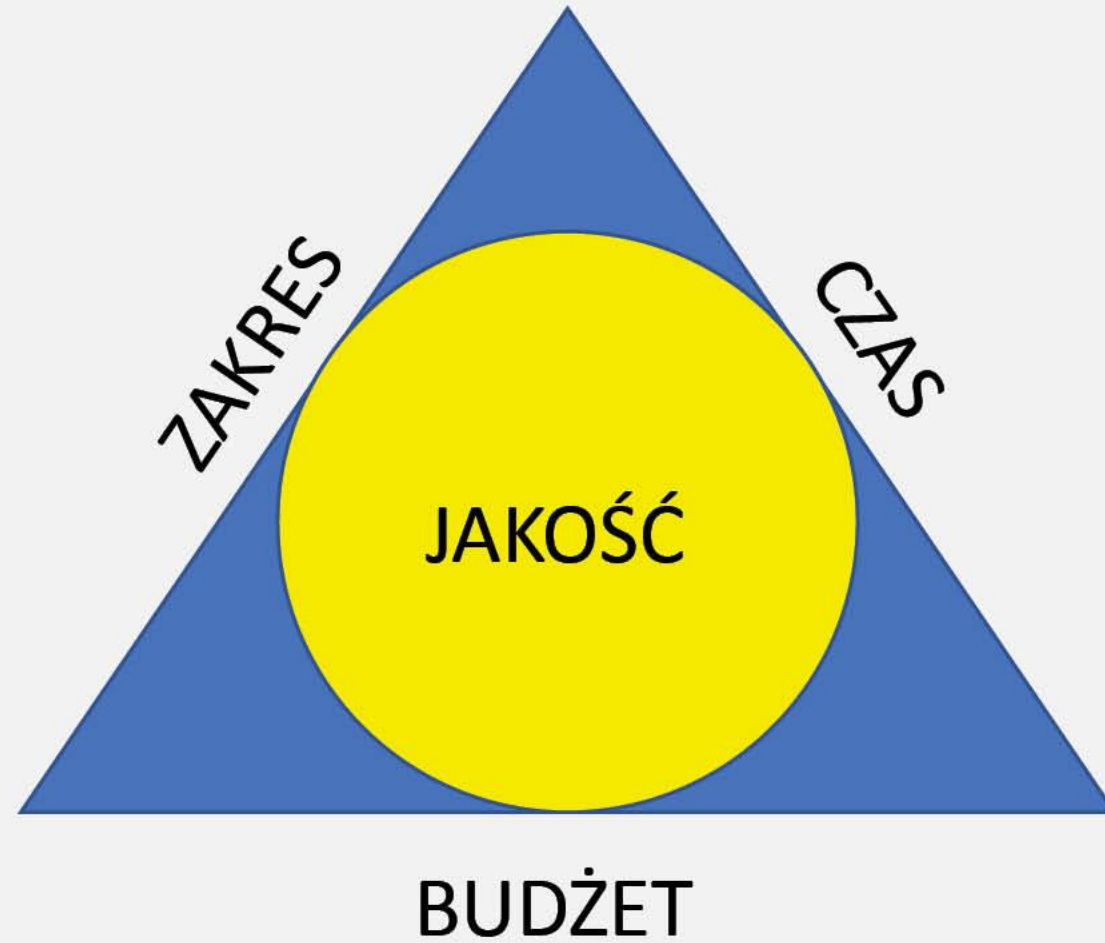


Za <https://pl.wikipedia.org/wiki/Optymalizacja>





**Optymalizacja** - metoda wyznaczania najlepszego (optimalnego) rozwiązania (poszukiwanie **ekstremum** funkcji) z punktu widzenia określonego kryterium (**wskaźnika**) jakości (np. kosztu, drogi, wydajności).

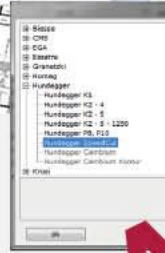
Stosuje się optymalizacje jedno i wielokryterialne. Optymalizacja wielokryterialna występuje w wielu różnych dziedzinach: w projektowaniu produktu i procesie produkcji, finansów, projektowaniu samolotów, w przemyśle chemicznym, projektowaniu samochodów, wszędzie tam gdzie optymalne decyzje muszą być podjęte w obecności kompromisów pomiędzy dwoma lub więcej sprzecznymi celami. Przykładem wielokryterialnej optymalizacji jest maksymalizacja zysków i **minimalizacji** kosztów produktu, maksymalizacja wydajności przy ograniczaniu zużycia paliwa pojazdu, czy też obniżenie masy urządzenia przy jednoczesnej maksymalizacji wytrzymałości poszczególnych jego komponentów.

# Trójkąt optymalizacji



# Główne składowe procesu prefabrykacji

-  Projektowanie
-  Przygotowanie produkcji
-  Produkcja elementów
-  Dostawa elementów na miejsce wbudowania
-  Montaż elementów na budowie



PLANOWANIE










# Segmentacja zadań a optymalizacja projektu



W większości przypadków proces inwestycji rozbity jest na etapy, które są wykonywane przez różne zespoły. Czasami są one zlecane na zewnątrz i nie są koordynowane przez jednego zarządzającego projektem.

-  Projektowanie – najczęściej ma za zadanie jak najszybciej wykonać obliczenia i rysunki warsztatowe (optymalizacja czasu). Czasami dostaje zadanie oszczędności masy zbrojenia (stal zbrojeniowa jest najdroższa w elementach);
-  Przygotowanie produkcji – zadaniem jest zamówienie zbrojenia, elementów do szalunków oraz akcesoriów, najlepiej najtańszych spełniających wymogi projektu;
-  Produkcja elementów – mieszanka betonowa powinna być jak najtańsza byleby spełniała minimum wymagań projektowych, szalunki powinny być jak najszybciej złożone i najlepiej aby jak najszybciej rotowały, przygotowanie zbrojenia powinno być jak najkrótsze;
-  Dostawa elementów na miejsce wbudowania – optymalizacja kosztów transportu (często korzystanie z giełdy transportowej).
-  Montaż elementów na budowie – optymalizacja kosztów a co za tym idzie dźwigi przyjeżdżają w ostatniej chwili, czasami osoby odpowiedzialne za montaż elementów nie robią wizji lokalnej.

# Czy „cięcie kosztów” mieszanki betonowej jest optymalizacją?



Najczęściej zadaniem technologa betonu jest zaprojektowanie mieszanki betonowej, która ma najniższe koszty składowych. Takie zadanie dostaje od przełożonych.

Niestety często dzieje się to kosztem czasu dojrzewania lub szybkości uzyskiwania wczesnych wytrzymałości. Wiąże się to z potrzebą dłuższego pozostawienia elementów w szalunkach lub nieodpowiednią jakością elementów (np. pozapadane kanały w kanałowych płytach sprężonych).

Próby „oszczędzania” na betonie w przypadku obniżonych temperatur kończą się tym, że część wyprodukowanych elementów w momencie pojawienia się pierwszych mrozów może nie nadawać się do użycia.



# Szersze spojrzenie na optymalizację prefabrykacji budowlanej



Najczęściej przetargi na wykonanie konstrukcji wygrywane są najniższą ceną. Stąd pokusa aby zastosować poniższe równanie:

**Najniższy koszt wykonania konstrukcji = najniższy koszt projektu + najniższy koszt składowych elementów + najniższy koszt produkcji + najniższy koszt transportu + najniższy koszt montażu**

Na proces prefabrykacji, tak jak na cały proces inwestycji budowlanej należy patrzeć jako na projekt.

Należy optymalizować wynik całego projektu a nie tylko jego części składowych.

Dlatego też proces prefabrykacji powinien być prowadzony przez jednego kierownika projektu, który „spina” w swoich rękach wszystkie decyzje dotyczące poszczególnych etapów i odpowiednio nimi steruje.



# Przykład







## Galeria handlowa na południu Polski

Powierzchnia użytkowa ponad 70.000m<sup>2</sup>

2 kondygnacje podziemne – parking i 3 kondygnacje nadziemne – handlowe. Na samej górze kino oraz klub fitness.

Konstrukcja prefabrykowana:

-  Kanałowe płyty sprężone HC, belki sprężone prostokątne, L i odwrócone T;
-  Słupy prefabrykowane prostokątne 60x60cm,
-  Prefabrykowane belki zębate, płyty L w kinie;
-  Płyty STT jako przekrycie dachu kina.

# Przykład – zdjęcia z budowy



# Przykład – zdjęcia z budowy





# Przykład – zdjęcia z budowy





# Przykład – zdjęcia z budowy











# Przykład – zdjęcia z budowy



# Przykład – różne podejścia do optymalizacji



-  Słupy jako zbrojone statycznie zostały zaprojektowane z betonu klasy C30/37.
-  Wycena kontraktu uwzględniała w sobie koszt takiej mieszanki betonowej oraz odpowiednio długi czas dojrzewania w formach.
-  W trakcie projektu w związku z problemami na budowie czas na produkcję słupów uległ znacznemu skróceniu.
-  W konsultacji z technologiem osoba odpowiedzialna za dostawy ustaliła, że należy zwiększyć klasę betonu o 2 tak aby można było rotować formy częściej i szybciej produkować elementy.
-  Nie poinformowano o tym projektantów i ci dalej wymiarowali słupy zakładając niższą klasę betonu.
-  Projektanci przypadkowo dowiedzieli się o fakcie podwyższenia klasy betonu i poprosili aby wszystkie słupy były produkowane przy użyciu takiej mieszanki.
-  Wtedy dyrektor techniczny zaproponował, że koszt 1 m<sup>3</sup> mieszanki zwiększy się o 5zł w stosunku do założonego w budżecie.
-  Po analizie wymiarowania okazało się, że w słupie o objętości około 3m<sup>3</sup> można zużyć ponad 150kg stali zbrojeniowej mniej przy założeniu wyższej klasy betonu. Dawało to oszczędność na słupie ponad 220zł.





# Możliwości optymalizacji elementów prefabrykowanych w trakcie projektowania

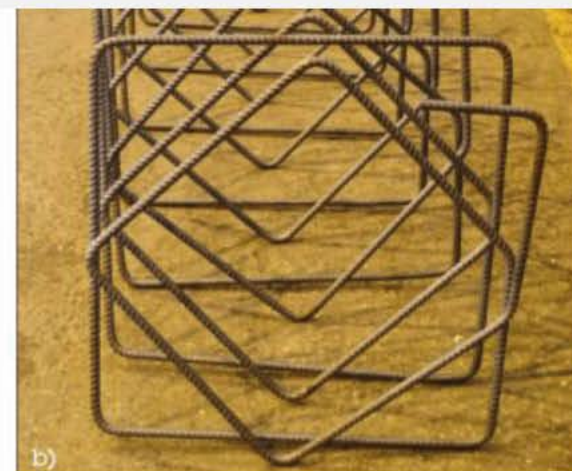
- Projektowanie jak najbardziej zunifikowanych gabarytów – przykład standardowe przekroje belek sprężonych, kanałowych płyt sprężonych z pokazanym rozmieszczeniem zbrojenia i ich numeracją;







# Możliwości optymalizacji elementów prefabrykowanych w trakcie produkcji

-  Przygotowanie produkcji – stosowanie standardowych typów akcesoriów (również skatalogowanych);
-  Produkcja elementów – ustawianie produkcji w taki sposób aby maksymalnie wykorzystać moce produkcyjne (powierzchnię hal, zbrojarzy, cieśli), stosowanie tych samych katalogów co projektanci;



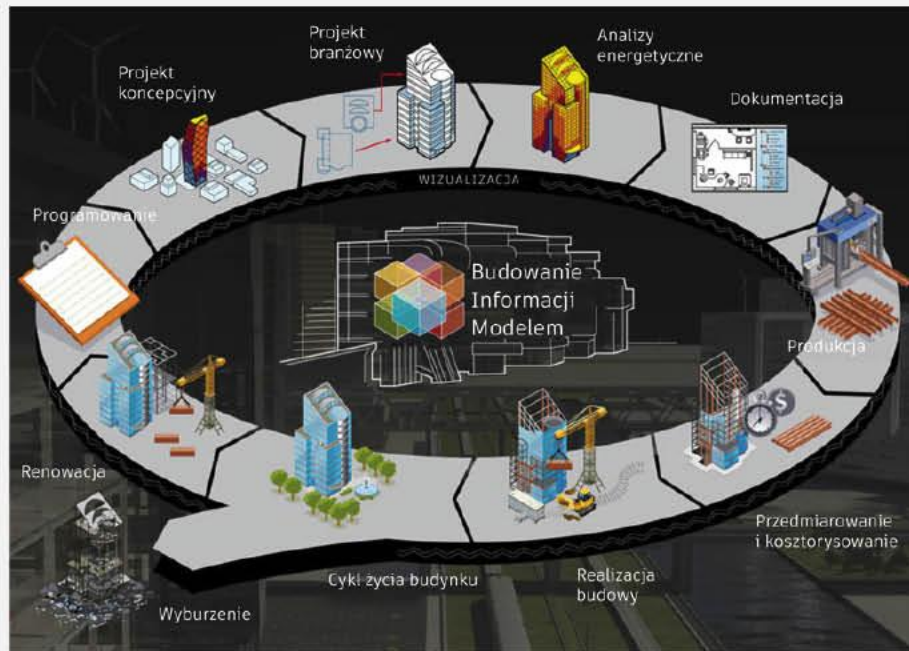
# Możliwości optymalizacji elementów prefabrykowanych podczas dostawy i montażu



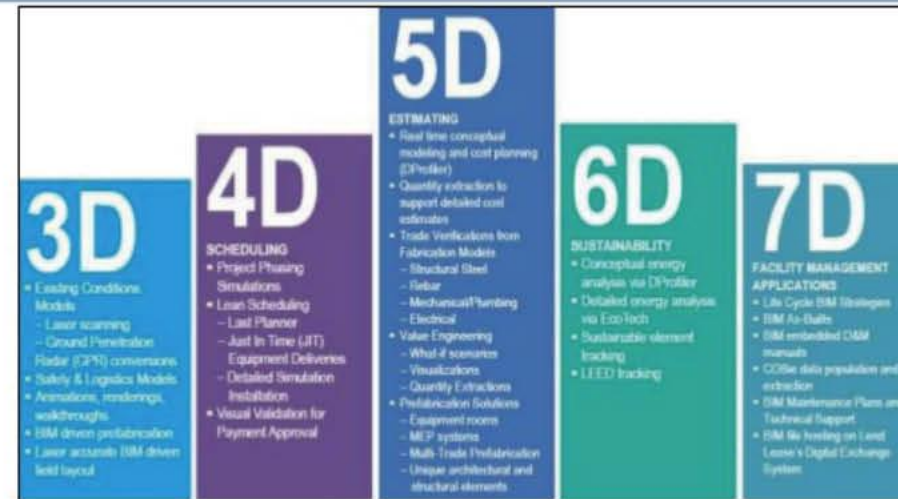
-  Dostawa elementów na miejsce wbudowania – wcześniejsze rozplanowanie dostaw w taki sposób aby maksymalnie wykorzystywać ładowność pojazdów;
-  Montaż elementów na budowie – dobieranie wymiarów elementów tak by można było maksymalnie dużo z nich zamontować przy użyciu jednego typu sprzętu.

# Możliwości optymalizacji procesu budowlanego

## BIM?



## BIM – Dimensions in Construction







®

SlideShare

#lafargepolska



# Dziękuję za uwagę

Jędrzej Zdziechowski