

## ROZSAH SLUŽEB

### ALLPLAN BRIDGE CODE-BASED DESIGN

Modul Allplan Bridge Code-Based Design je doplňkem k nástrojům Allplan Bridge Modeler a Allplan Bridge Linear Analysis. Statický model automaticky odvozený z geometrického modelu a výsledky statického výpočtu tvoří základ pro návrh a posouzení průřezů dle platných norem. Po vytvoření relevantních obálek vnitřních sil může uživatel provést automatický návrh pro určení potřebného množství výztuže. Posuzování na mezní stav únosnosti a použitelnosti je možné provést pro vypočtené nebo uživatelem zadané množství výztuže. Uživatel tak může vždy snadno a rychle vytvořit bezpečný a ekonomicky úsporný návrh pro libovolný typ betonového mostu.

#### VÝPOČET LINEÁRNÍHO NAPĚTÍ

Návrh předpjatých betonových mostů se řídí úrovní předpětí. Je proto nezbytné navrhnout pečlivě geometrii předpínací výztuže a předpínací sílu. Proto Allplan Bridge nabízí výpočet lineárního elastického napětí. Udržováním napětí v určitých mezích může uživatel vyladit průběh kabelů a předpínací sílu. Normálové napětí se počítá ve všech významných vláknech použitých průřezů a v uživatelem definovaných bodech průřezů. Minimální a maximální napětí se počítají se zohledněním ideálních průřezových charakteristik a výsledků statického výpočtu fázi výstavby. Uživatel může výsledek zobrazit libovolným způsobem, například jako celkové minimum a maximum v celém průřezu nebo minimum a maximum v zadaném bodě průřezu. To dává uživateli možnost lépe pochopit chování mostu, navrhnout předpínací sílu a geometrii kabelu, což umožňuje snadnější doladění konstrukce. Lineární výpočet napětí je nezávislý na normách.

#### NÁVRH VÝZTUŽE

Allplan Bridge lze použít také k návrhu plochy betonářské výztuže, která je nezbytná pro splnění všech podmínek únosnosti, použitelnosti a bezpečnosti založených na platných normách. Návrh podélné a smykové výztuže využívá uživatelem definovanou polohu výztuže pro výpočet její potřebné plochy s ohledem na působící vnitřní síly a některé konstrukční zásady. Metoda umožňuje nejen optimalizaci plochy výztuže pro více obálek vnitřních sil, ale umí zohlednit i uživatelem zadané minimální vyztužení a v případě potřeby vypočítat nutné dodatečné vyztužení. Konečným cílem je poskytnout uživateli jednoduchý postup pro určení potřebné plochy podélné a příčné výztuže, kterou lze umístit do průřezu a která vyhoví všem požadavkům norem. Výstupem je pro každý řez krátký dokument, který mohou použít konstruktéři pro zpracování výkresu výztuže. Pro usnadnění pracovního postupu zohledňuje výpočet fáze výstavby a respektuje všechny změny v konstrukci.

#### KOMPLETNÍ NORMOVÁ POSOUZENÍ PRŮŘEZŮ

Allplan Bridge obsahuje modul pro posouzení všech mezních stavů předpjatých a/nebo železobetonových průřezů. Posouzení lze provádět kdykoli během virtuálního procesu výstavby nebo ve finálním stavu konstrukce, a to bez omezení tvaru průřezu a se zohledněním dotvarování, smršťování a relaxace. Výpočty prováděné v rámci posouzení využívají nelineární vztahy mezi napětím a poměrným přetvořením materiálu; uživatel tak může dosáhnout co nejehospodárnějších výsledků. Výsledky všech typů posouzení jsou z podstatné části vizualizované, což dává inženýrům dobrý přehled o chování konstrukce.

Obecně platí, že všechna posouzení se provádí jedinečnými a inovativními metodami vhodnými pro obecný plně parametrický tvar průřezu. Posouzení ohybové únosnosti pro kombinaci dvouosého ohybového momentu s osovou silou je založeno na principu vyhodnocení průsečíků 3D interakční plochy s vektory vnitřních sil od všech posuzovaných obálek. V případě štíhlých prutů zatížených tlakem, typicky pilířů, se analyzují účinky 2. řádu s ohledem na geometrické imperfekce a vliv dotvarování betonu. Části průřezů, které efektivně přispívají k únosnosti ve smyku a kroucení, jsou identifikovány automaticky na základě rozložení lineárního elastického smykového napětí od jednotkového zatížení  $Q_z$ ,  $Q_y$  a  $T_x$ . Účinky všech složek vnitřních sil  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ,  $V_y$ ,  $V_z$  a  $T$  působících současně lze posuzovat ve vzájemné interakci. V posouzení podle norem mají často na návrh průřezu zásadní vliv podmínky použitelnosti. Normálová napětí i šířka trhlin od účinků provozního zatížení se počítají za předpokladu, že beton nedokáže přenést tahová napětí. Normové postupy pro výpočet šířky trhliny byly rozšířeny do podoby obecné a inovativní metody, která je vhodná pro posuzování skutečných mostních průřezů. Vyztužené průřezy libovolného tvaru se převedou na lokální oblasti vzniku trhlin, ve kterých se určí účinná plocha taženého betonu. Přitom výpočet přetvoření vyztužných vložek zohledňuje geometrii celého průřezu.

---

## NORMA AASHTO

Návrh a posouzení průřezů je možné provádět podle normy AASHTO LRFD 9. Ve všech návrhových situacích se automaticky použijí odpovídající součinitele únosnosti  $\Phi$ . Mezní stav únosnosti lze posuzovat v ohybu (i pro tlačené pruty), smyku a kroucení, ale i v jejich vzájemné interakci, kdy působí vnitřní síly jako jedno komplexní zatížení průřezu. Mezní stav použitelnosti lze vyhodnocovat prostřednictvím podmínek pro omezení napětí a kontrolu trhlin. Uživatel může buď omezit tah posouzením napětí v betonu nebo šířku trhliny (vzdálenost prutů) určenou přímým výpočtem. Aby se zabránilo šíření trhlin během životnosti modelovaného mostu, kontroluje se mezní stav únavy. Kromě toho byly implementovány návrh a posouzení minimální plochy vyztuže, která zajišťuje prevenci křehkého způsobu porušení tím, že zajišťuje alespoň minimální vyztuž pro vytvoření dostatečné rezervy v ohybové únosnosti. V každé návrhové situaci respektuje program řadu konstrukčních zásad pro podélnou vyztuž, příčnou vyztuž a kabely.

Při návrhu a posouzení průřezu betonových prvků se zohledňuje stav průřezu v čase – aplikace předpětí, injektáž kabelových kanálků, stárnutí betonu a historie vzniku a vývoje trhlin. Všechny typy kombinací klasifikované podle normy jsou přímo propojeny s konkrétními posudky a pro konkrétní posudek jsou vždy v příslušných dialogích filtrovány. Na průřez lze zadat buď stupně vlivu korozivního prostředí betonového prutu (mírné nebo těžké podmínky), nebo lze respektovat specifické požadavky projektu aplikací součinitele expozice  $\gamma_e$ .

---

## NORMA EUROKÓD

Pro návrh a posouzení průřezů jsou k dispozici i funkce odpovídající evropským normám včetně nejnovějších verzí norem EN 1992-1-1 a EN 1992-2. Ve všech návrhových situacích se automaticky používají odpovídající dílčí součinitele  $\gamma$ . Mezní stav únosnosti lze posuzovat v ohybu (i pro tlačené pruty), smyku i kroucení, ale i v jejich vzájemné interakci, kdy působí vnitřní síly jako jedno komplexní zatížení průřezu. Do souboru návrhových situací Eurokódu bylo přidáno posouzení křehkého porušení, aby se zabránilo náhlému selhání mostu v průběhu životnosti konstrukce.

K vyhodnocení nebezpečí křehkého porušení se používají dílčí součinitele pro mimořádné návrhové situace a častá kombinace zatížení. Mezní stav použitelnosti lze vyhodnocovat prostřednictvím podmínek pro omezení napětí a kontrolu trhlin. Podmínky použitelnosti se uplatňují v souladu se stupni vlivu korozivního prostředí definovanými pro daný betonový prvek. V každé návrhové situaci respektuje program řadu konstrukčních zásad pro podélnou výztuž, příčnou výztuž a kabely.

Při návrhu a posouzení průřezu betonových prvků se zohledňuje stav průřezu v čase – aplikace předpětí, injektáž kabelových kanálků, stárnutí betonu a historie vzniku a vývoje trhlin. Všechny typy kombinací klasifikované podle normy jsou přímo propojeny s konkrétními posudky a pro konkrétní posudek jsou vždy v příslušných dialogích filtrovány.

## AUTOMATICKÁ TVORBA VÝSTUPŮ

Všechny výsledky návrhu a posouzení jsou prezentovány v automaticky generovaných dílčích protokolech platných pro vybrané řezy a lze je uživatelsky vkládat do celkového protokolu ve formátu Microsoft Word. Tyto dílčí protokoly obsahují všechny relevantní informace o návrhu, resp. posouzení: pro jaký průřez, v jakém čase a staničení konstrukce a s jakým výsledkem byly návrh či posouzení provedeny. Tímto způsobem může inženýr kontrolovat a lépe pochopit všechny detaily a předpoklady výpočtů, které předepisuje norma, a tím může doložit správnost výsledků a svého návrhu.

Aktuální systémové požadavky najdete na [allplan.com/info/sysinfo](https://allplan.com/info/sysinfo)

**ALLPLAN Česko s.r.o.** > Žerotínova 1133/32 > 130 00 Praha > Tel.: +420 225 384 880  
[info.cz@allplan.com](mailto:info.cz@allplan.com) > [allplan.com](https://allplan.com)

**ALLPLAN Slovensko s.r.o.** > Bajkalská 19B > 821 01 Bratislava > Tel.: +4212 492 51120  
[info.sk@allplan.com](mailto:info.sk@allplan.com) > [allplan.com](https://allplan.com)