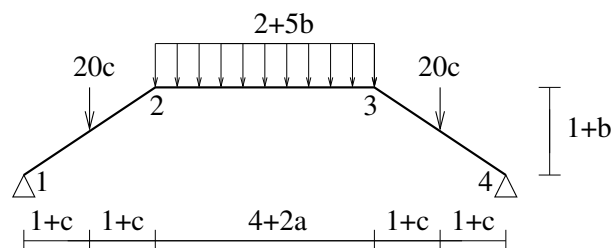


Symetrický rám skládající se ze 3 prutů je symetricky zatížen podle obrázku. Zatížení je uvedeno v kN/m a kN, rozměry v metrech. Průřezy všech prutů jsou stejné a mají normálovou tuhost $EA = (50 + 30b)$ MN a ohybovou tuhost $EI = (10 + 10a)$ MNm².



Obecnou deformační metodou vypočtete a vykreslete průběhy vnitřních sil. Při řešení můžete využít webovou aplikaci EduBeam nebo jakýkoliv jiný vhodný výpočetní nástroj. Zároveň ale ručně proveďte následující dílčí kroky výpočtu a запиšte je do odevzdávaného řešení:

- Sestavte první tři základní rovnice deformační metody (tedy podmínky rovnováhy styčnicku 2) v tom tvaru, v jakém by se sestavily **bez využití symetrie**. To znamená, že v tomto kroku budete pracovat se šesti základními neznámými (pootočení styčnicků 1 a 4 jako základní neznámé nezavádějte). V systému Student proveďte numerickou kontrolu jednotlivých koeficientů v prvních třech řádcích matice tuhosti, uvažované jako matice 6×6 sestavovaná bez využití symetrie. Zkontrolujte i hodnoty ekvivalentního zatížení na pravé straně těchto rovnic. Při kontrole zadávejte tuhosti v mega-jednotkách (konkrétní jednotky se liší podle významu jednotlivých koeficientů, např. MN/m, MN, MNm). Jednotlivé sloupce matice tuhosti odpovídají neznámým $u_2, w_2, \varphi_2, u_3, w_3, \varphi_3$ (v tomto pořadí). Veličiny na pravé straně při kontrole udávejte v kilo-jednotkách (kN nebo kNm).
- Vezměte v úvahu symetrii, ze které plynou vztahy mezi přemístěními styčnicků 2 a 3. Posuny a pootočení styčnicku 3 vyjádřete pomocí posunů a pootočení styčnicku 2 a dosadte do odvozených rovnic. Tím vznikne soustava tří rovnic o třech neznámých.
- Vzniklou soustavu buď sami vyřešte, nebo ověřte, že hodnoty styčnickových přemístění získané pomocí EduBeam tyto rovnice splňují.
- Vypočtete a vykreslete průběhy vnitřních sil na celé konstrukci.
- Vypočtete reakce a pro celou konstrukci ověřte splnění silové podmínky rovnováhy ve svislém směru (splnění silové podmínky ve vodorovném směru a momentové podmínky automaticky plyne ze symetrie).

Pro kontrolu budete kromě výše zmíněných tuhostních koeficientů a pravé strany základních rovnic DM potřebovat hodnotu styčnickových přemístění, ohybového momentu pod osamělou silou, maximálního ohybového momentu na vodorovném prutu, posouvající a normálové síly těsně u levé podpory, normálové síly ve vodorovném prutu a vodorovné reakce v levé podpoře. Výsledky zadávejte v mm, mrad, kNm a kN. Reakci uvažujte jako kladnou, pokud působí doprava. Ohybové momenty uvažujte jako kladné, pokud táhnou spodní vlákna.

Poznámka: Při symetrickém zatížení by za normálních okolností bylo možné tuto konstrukci považovat v duchu zjednodušené deformační metody za rám s neposuvnými styčnickými a sestavit pouze jednu základní rovnici pro jednu neznámou φ_2 . ZDM je ale založena na předpokladu, že normálová tuhost prutů je obrovská a jejich osové stlačení či protažení je tudíž zanedbatelné. V našem příkladu je však zadána neobvykle nízká normálová tuhost průřezu a výpočet pomocí ZDM by vedl k výsledkům zatíženým značnou chybou. Proto je nutné použít ODM.