

01LIP – Lineární Programování

Zápočtový miniprojekt

V případě dotazů: buresj11@cvut.cz

Hlavní cíl

Cílem miniprojektu je vyzkoušet si formulovat a vyřešit úlohu lineárního či smíšeného celočíselného programování (LP/MILP). Během řešení je potřeba prokázat porozumění převodům mezi standardními tvary, základům duality a citlivostní analýze. Výstupem je **PDF report** + **zdrojový kód** s krátkou **obhajobou** prokazující porozumění.

Zadání

Zvolte problém inspirovaný praxí (výroba, doprava, směny, směsi, plánování, portfolio, přiřazení, řezání apod.) nebo formulujte vlastní vhodný problém a proveďte následující rozbor:

1. Formulace problému

- Stručný popis kontextu problému, který budete řešit. Vysvětlete, proč je vhodný pro LP/MILP.
- **Rozměr modelu:** alespoň $n \geq 8$ rozhodovacích proměnných a alespoň 6 **netriviálních** omezení.
- **Proměnné:** uveďte jejich názvy, jednotky, význam. U MILP případně uveďte, které proměnné jsou binární/celočíselné a proč.
- **Meze:** pro každou proměnnou uveďte dolní/horní mez a volby odůvodněte.
- **Účelová funkce a typ úlohy:** popište optimalizovanou účelovou funkci a definujte typ úlohy, tj. zda jde o maximalizaci nebo minimalizaci, LP vs. MILP.

2. Převod na *maximalizační nerovnicový tvar* (kanonický LP tvar)

- Stručně uveďte nutné kroky: změna znamének, posuny konstant a proměnných, dekompozice volných proměnných, atd.
- **Explicitně запиšte přípustnou množinu** úlohy v tomto tvaru.
- U MILP převedte pouze LP-relaxaci.

3. Převod na *rovnicový tvar*

- Přidejte pomocné (*slack/surplus*) proměnné podle typu nerovností.
- **Explicitně запиšte přípustnou množinu** úlohy v tomto tvaru.

4. Řešení pomocí kódu

- Pro řešení použijte libovolný dostupný nástroj: Python (Pyomo, PuLP, OR-Tools), Julia (JuMP), MATLAB (linprog/intlinprog), R (lpSolve), AMPL, GAMS, CBC, GLPK, SCIP, Gurobi, CPLEX apod., nebo použijte vlastnoručně naimplementovaný řešič.
- Odevzdejte všechny použité kódy společně s PDF reportem v jednom archivu .zip.
- Uveďte optimální řešení nalezené řešičem.

5. Duální úloha

- Pro uvažovanou úlohu odvoďte úlohu duální.

- Uveďte význam duálních proměnných v kontextu úlohy.
- U MILP odvoďte duál *LP-relaxace*.
- Pomocí řešiče vyřešte odvozenou duální úlohu, uveďte optimální řešení a okomentujte ho.

6. Základní citlivostní analýza

- Zvolte alespoň **dva** scénáře a okomentujte dopad na optimum. Příklady: změna složek vektoru **b** pravé strany (kapacity, poptávky, atp.), změna koeficientů **c** (ceny, marže, atp.), přidání/odebrání omezení, uvolnění/zpřísnění mezí.
- Vhodně prezentujte – tabulkou/grafem, stručnou interpretací.

7. Prezentace a obhajoba

- Krátká demonstrace kódu a pipeline řešení. Vysvětlete volbu formulace a převody tvarů.
- Připravte se na dotazy k interpretaci proměnných, aktivním omezením, a k dualitě (komplementární podmínky).

TL;DR: Co odevzdat

- **PDF report:** stručný, strukturovaný, s rovnicemi a případnými obrázky.
- **Zdrojový kód** použitý k řešení úlohy.

Dodatečná pravidla a doporučení

- **Rozsah a složitost:** Vyhněte se řešení zjevně triviálních úloh.
- **Jednotky a škálování:** Uveďte jednotky a případné škálování dat.
- **Spolupráce a zdroje:** Každý student odevzdává samostatnou práci. Externí zdroje a nástroje uveďte v seznamu referencí. AI nástroje využijte v souladu s Rámcovými pravidly používání umělé inteligence na ČVUT.
- **Termín a odevzdání:** Termín odevzdání konzultujte individuálně s přednášejícím.

Odevzdání a obhájení miniprojektu je nutná podmínka k získání zápočtu a možnosti skládat zkoušku z 01LIP!