

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. Alternativně lze odevzdat **Jupyter notebook** (tj. formát používaný na cvičeních), který kombinuje jak formální popis úlohy, tak zdrojový kód.

Zadání

Zvolte problém inspirovaný praxí (výroba, doprava, směny, směsi, plánování, portfolio, přiřazení, řezání apod.) nebo formulujte vlastní vhodný problém a provedte 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 uvedte 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 zapište přípustnou množinu** úlohy v tomto tvaru.
- U MILP převeďte pouze LP-relaxaci.

3. Převod na *rovnicový tvar*

- Přidejte pomocné (*slack/surplus*) proměnné podle typu nerovností.
- **Explicitně zapište 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 všechn použity kód společně s PDF reportem v jednom archivu **.zip**.
- Uveďte optimální řešení nalezené řešičem.

5. Duální úloha

- Pro uvažovanou úlohu odvodte úlohu duální.
- Uveďte význam duálních proměnných v kontextu úlohy.
- U MILP odvodte 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/zprísňení mezd.
- 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.

nebo alternativně lze odevzdat

- **Jupyter notebook**, který kombinuje jak formální popis úlohy, tak zdrojový kód.

Dodatečná pravidla a doporučení

- **Rozsah a složitost:** Vyhnezte 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 uvedte 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!