

Zapisovanie na zmeny

Lenka Obergriesová

September 2020

Obsah

1	Popis súčasného stavu	1
2	Cieľ	1
3	Popis simulácie	1

1 Popis súčasného stavu

Zamestnanci sa zapisujú na zmeny dopredu v rozmedzí 1 deň až niekoľko mesiacov. Dátum zmeny si môžu vybrať ľubovoľne bez obmedzení, až kým nie je kapacita danej zmeny naplnená. Ak nastane situácia, kedy na zmenu nie je zapísaný dostatočný počet pracovníkov, rozpošlú sa SMS správy, v ktorých sú ešte nezapísaní zamestnanci požiadaní aby sa na zmenu dopísali.

2 Cieľ

Cieľom úlohy je nájsť lepší spôsob zapisovania na zmeny, ktorý by vedel dynamicky reagovať na aktuálnu situáciu a bol by menej nákladný. V prípade malého počtu potenciálnych pracovníkov pre danú zmenu by sa správal rovnako ako “súčasný stav”, teda na zmenu by sa mohli zapísať všetci tí, čo chcú pracovať, aby bol počet hodín zmeny čo najviac pokrytý. V prípade väčšieho počtu potenciálnych pracovníkov by systém uprednostnil tých s vyššou výkonnosťou.

3 Popis simulácie

Simulujeme prácu brigádnikov počas jedného roku v sklade v Liberci. Na začiatku roku si vygenerujeme náhodných zamestnancov a ich výkonnosť, počet dní, ktoré budú v rámci roku pracovať a pravdepodobnosť, že budú chcieť pracovať (generujeme na základe dát o skutočných zamestnancoch z roku 2019). Každý pracovný deň pozostáva z pracovnej, náborovej a plánovacej fázy. V pracovnej fáze odpočítame všetkým pracujúcim zamestnancom počet hodín, ktoré mali na daný

deň zapísané. Uložíme si mzdové náklady za danú zmenu a vyradíme tých zamestnancov, ktorí už majú odpracovaných viac než 300 hodín alebo dali “výpoved” (= odpracovali už svoj počet dní). V náborovej fáze najímame nových ľudí; maximálny možný denný prírastok nových pracovníkov je 30. V plánovacej fáze zapisujeme pracovníkov na zmeny. Predpokladáme, že zápis trvá dva týždne (10 pracovných dní) a ľudia sa zapisujú rovnomerne. V tejto časti sme použili a následne porovnali tieto prístupy:

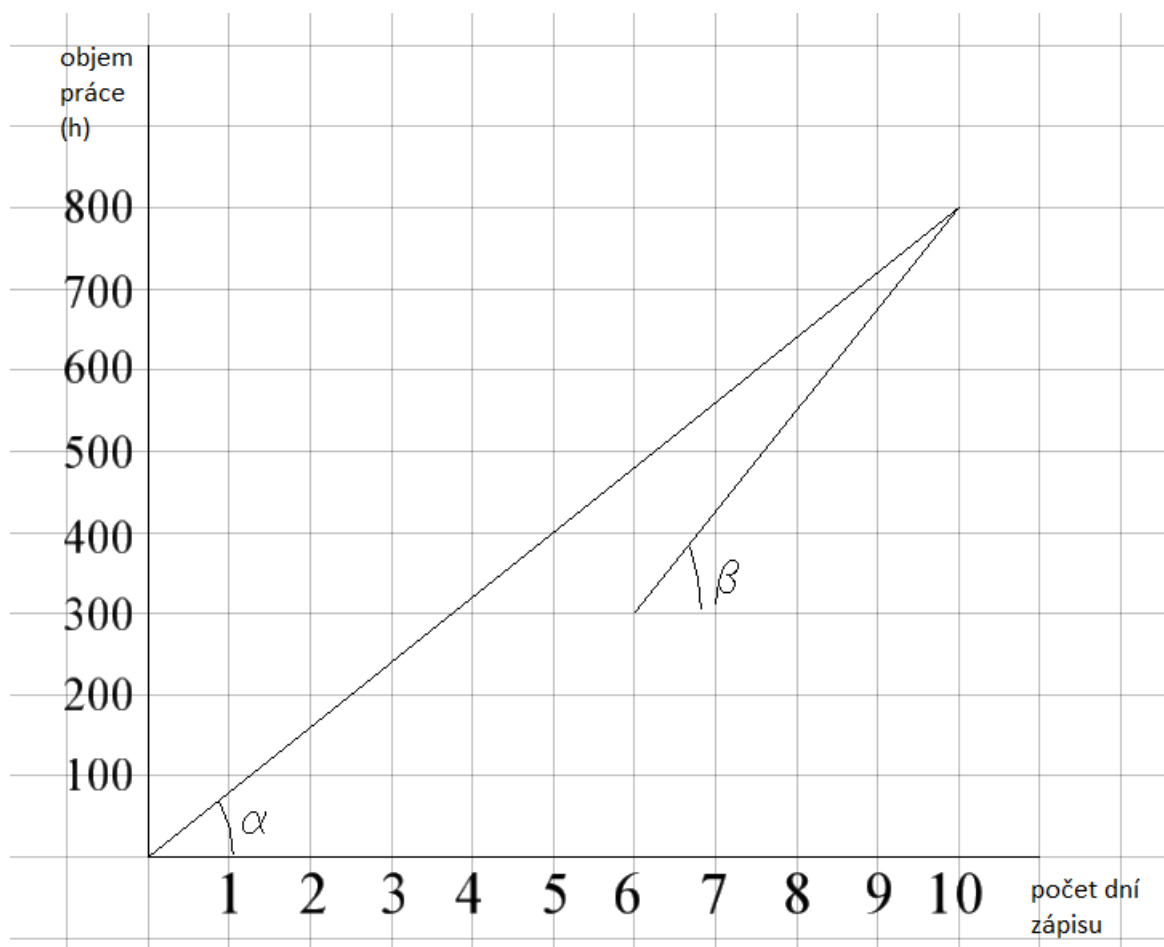
- **Basic-1** je jednoduchý spôsob priradovania maximálnej dĺžky zmeny podľa výkonnosti. Nadpriemerným pracovníkom, majúcim výkonnosť ≥ 1 , umožníme pracovať až 8 hodín a podpriemerným len 4 hodiny.
- **Dynamic-t** je spôsob zapisovania na zmenu, kde hodnotu tolerancie ¹ určíme porovnaním sklonov dvoch priamok plnenia zmeny. Na začiatku zapisovania pracovníkov na zmenu poznáme (v skutočnosti odhadneme) objem práce pre danú zmenu; odtiaľ vieme určiť koľko hodín by sme mali mať približne zapísaných každý deň. Ak sa od tohto optimálneho rovnomerného plnenia vychýlime smerom na dol (tj. máme zapísaných menej hodín/ľudí než by sme mali mať), aktuálnu hodnotu tolerancie znížime, aby sme umožnili väčšiemu počtu ľudí zapísať si dlhšie zmeny a opäť sa dostali na ideálny sklon plnenia zmeny. Ak sa vychýlime smerom na hor (napr. na konci tretieho dňa zápisu by sme mali mať zapísaných 240 hodín práce, ale máme zapísaných už 300 hodín), hodnotu tolerancie zvyšujeme na maximálne cca. 1.08 Táto časť sa môže zdať zprvu neintuitívna, ale simulácie ju opakovane potvrdili. Prečo tomu tak je môžeme vysvetliť tým, že menej výkonných pracovníkov len obmedzujeme v práci, ale nezakazujeme im ju úplne. Ak máme dostatočnú zásobu pracovníkov (objem práce, ktorú by zamestnanci vykonali, ak by pracovali vždy keby chceli a koľko by chceli je $\gg$ reálny objem práce), tak sme schopný väčšinu objemu práce zmeny pokryť 4-hodinovými zmenami pracovníkov, ktorí sa nachádzajú pod hodnotou tolerancie.

Na obrázku 1 je znázornená situácia, keď má zmena odhadnutý objem práce 800 hodín. Tieto hodiny by sme chceli ideálne rozložiť tak, aby sa každý deň zápisalo 80 hodín. Avšak na začiatku šiesteho dňa zápisu (4 dni do začiatku zmeny) máme zapísaných len 300 hodín namiesto 480. Uhol α vypočítame ako $\tan^{-1}(\text{objem práce zmeny} / \text{počet dní zápisu}) = \tan^{-1}(800/10) = 89,2838$ a uhol β ako $\tan^{-1}(\text{počet ešte nezapísaných hodín} / \text{počet dní do smeny}) = \tan^{-1}(500/4) = 89,5416$. Keď dáme do pomeru tieto dva uhly dostaneme hodnotu 0.9971, ktorou prenásobíme aktuálnu hodnotu tolerancie.

Aby sme zamedzili ”skokom” medzi jednotlivými dňami (napr. v šiesty deň zápisu je ideálna hodnota zapísaných hodín 480, táto hodnota však skôr určuje ideálnu hodnotu na konci šiesteho dňa, to znamená že na začiatku dňa je v poriadku keď máme zapísaných 400 hodín = koniec piateho dňa), v simulácii odhadujeme koľko ľudí sa príde daný deň zapísať a na základe toho simulujeme priebeh jedného dňa.

¹Tolerancia je hodnota výkonnosti, ktorá rozdeľuje pracovníkov na tých, ktorým budeme obmedzovať dĺžku zmeny a tých, ktorým nie.

Napríklad predpokladajme, že na základe historických dát vieme odhadnúť približný počet ľudí (napr. 150), ktorý by chcel na danú zmenu zapísať, ďalej opäť predpokladajme, že sa títo ľudia budú zapisovať rovnomerne počas 10 pracovných dní (15 ľudí denne). Ak máme teda počas šiesteho dňa zapísaného len jedného človeka, predpokladáme, že sme blízko začiatku piateho dňa; ak ale už máme zapísaných napr. 13 pracovníkov predpokladáme, že sa blížime ku koncu šiesteho dňa.



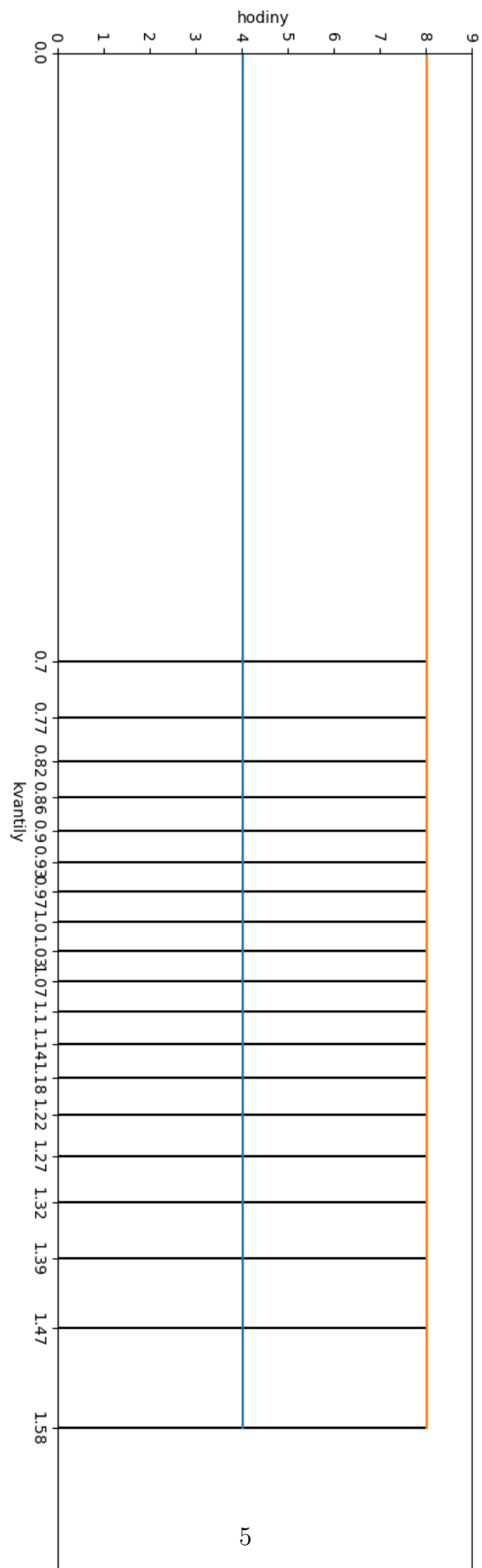
Obr. 1: Dynamic-t

- **Dynamic-q** je spôsob zapisovania zamestnancov na zmenu, ktorý je založený na rozdelení pracovníkov na základe ich výkonností do intervalov, pre ktoré platí, že v každom intervale je rovnaký objem práce. Na obrázku 2 môžeme vidieť tieto kvantily pre lognormálne rozdelenie (0, 0.27). V simulácii určíme aktuálnu hodnotu tolerancie tak, že sa najprv pozrieme aká bola jej priemerná hodnota doteraz (hodnota na ose x na obrázku 2). Odtiaľ zistíme aký vykonaný objem práce tomu odpovedá (počet obdĺžnikov na obrázku 2). Potom spočítame koľkonásobok aktuálnej vykonanej práce by sme ešte potrebovali a späťne dopočítame aká hodnota tolerancie tomu odpovedá.

Ak napríklad máme zapísaných o 1.2-krát menej hodín než by sme chceli mať a spočítame, že priemerná tolerancia doteraz bola cca 1.03; dopočítame, že tejto tolerancii odpovedá 29 obdĺžnikov z obrázku 2. Následne spočítame aký objem práce by sme potrebovali (koľko obdĺžnikov), v tomto prípade približne 35 ($29 * 1.2 = 34.8$), čomu odpovedá hodnota tolerancie 0.9. Podobne ako v Dynamic-t, hodnota tolerancie nad cca. 1.08 nedáva zmysel a taktiež uvažujeme spojité prechody medzi jednotlivými dňami (prejaví sa to v pomere hodín, ktoré máme zapísané a ktoré by sme chceli mať zapísané).

- **FIFO** predstavuje súčasný stav zápisov, teda pracovníkov nijako neobmedzuje. V rámci simulácie slúži hlavne na porovnanie s ostatnými prístupmi (Referenčný rámec).

Pre viac informácií viď.: `python-analyzy/projects/nabor/simulace6e.py`



Obr. 2: Kvantily