

T A
Č R

Tento projekt je financován se státní podporou
Technologické agentury ČR
v rámci programu BETA2

www.tacr.cz
Výzkum užitečný pro společnost



STÁTNÍ BÁŇSKÁ SPRÁVA
ČESKÉ REPUBLIKY

VŠB TECHNICKÁ | HORNICKO | KATEDRA
UNIVERZITA | GEOLOGICKÁ | HORNICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
OSTRAVA | FAKULTA | A BEZPEČNOSTI

TITACBU033

Stanovení optimální sestavy (varianty) uspořádání separátního větrání dlouhých ražených děl

**O: SW a grafické vyjádření navrhovaného separátního
větrání tj. lutnových tahů, zvláštních prvků využitých v
návrhu, výkonové křivky ventilátorů a odporová
charakteristika větrní sestavy lut. tahu**

Závěrečná zpráva za 5. kvartál

Výzkumný tým: **doc. Ing. Pavel Zapletal, Ph.D. – hlavní řešitel**
Ing. Pavel Malíček
Bc. Petr Jonas
Bc. Giovanni Caruso Mac-Donald

duben 2023

T A
Č R

Program veřejných zakázek v aplikovaném výzkumu a inovacích pro potřeby státní správy BETA2 byl schválen usnesením vlády České republiky č. 278 ze dne 30. 3. 2016 a je zaměřen na podporu aplikovaného výzkumu a inovací pro potřeby orgánů státní správy. Poskytovatelem finančních prostředků je Technologická agentura ČR

V rámci dopracování tohoto úkolu se pracovalo na připomínkách, které byly předloženy ze strany resortu v rámci posledního KD. Některé úpravy byly jednoduché, jiné si vyžádaly zásadní zásahy a úpravy ve zdrojovém kódu programu, z toho vyplývá i delší doba, která byla potřebná na provedení požadovaných úprav.

Na první pohled nejmenší opravy znamenaly několikadenní hledání zdroje problému ve zdrojovém kódu, který má tři vzájemně propojené a ovlivňující se struktury a následná oprava s ověřováním provedených úprav.

V rámci SW jsou modelovány složení LT v základních variantách, resp. základních děleních, tak jak jsou nejběžněji používány v praxi při ražbách důlních, resp. podzemních děl. Jsou to tyto sestavy:

- Sériové zapojení luten a zdroje tlaku (ventilátoru/ů) – Ventilátor na ústí, dva ventilátory na ústí zapojené v sérii, nebo paralelně, dva úseky a v každém je umístěn ventilátor.
- Paralelní větvení luten, kdy v rozdvojených větvích se nenachází žádné ventilátory

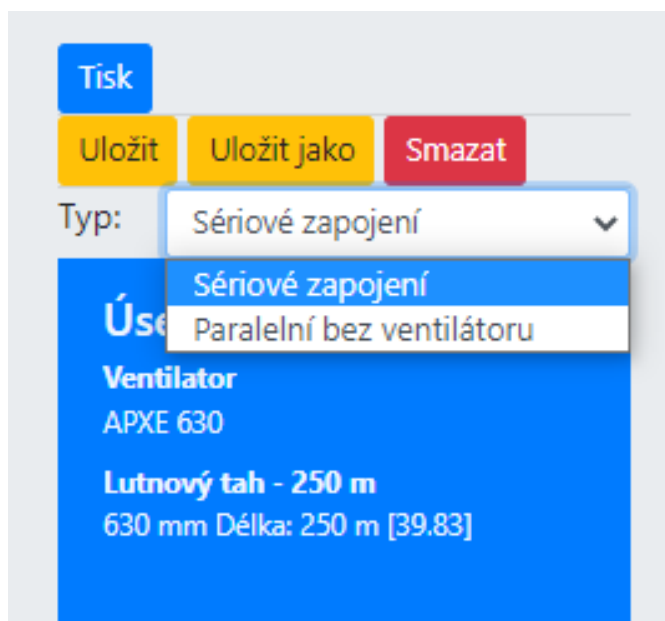
Pro náročnost a minimální použitelnost nebyla možnost paralelního větvení luten, kdy v rozdvojených větvích se nachází ventilátory, programována.

Výsledný zdrojový kód je nahrán na bibucketu a také je aktuální verze zpřístupněna na stránkách SBS (<http://www.cbusbs.cz/cs/ostatni/veda-a-vyzkum>)

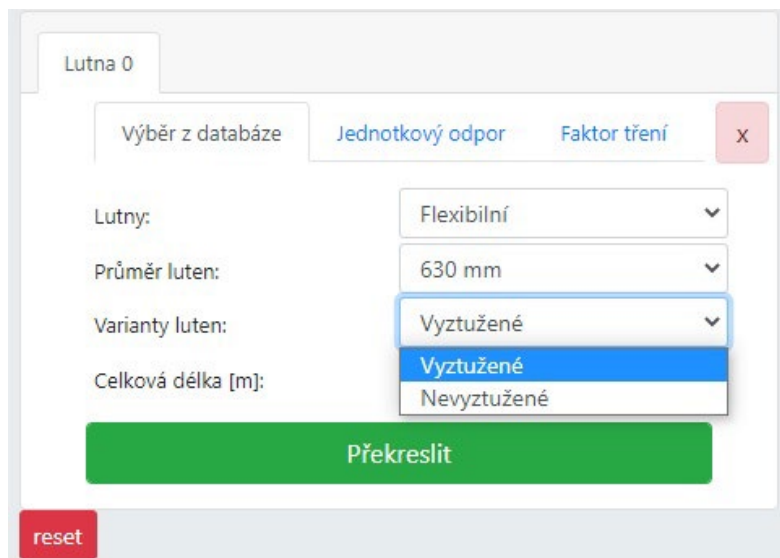
Následující text popisuje připomínky a jejich opravu a řešení po posledním KD:

Připomínky:

- 1) Když se rozklikne roletka u „Typ zapojení“, tak je na výběr (druh odporu, sériové zapojení, paralelní zapojení). Druh odporu je navíc – **vyřešeno a umazáno**.



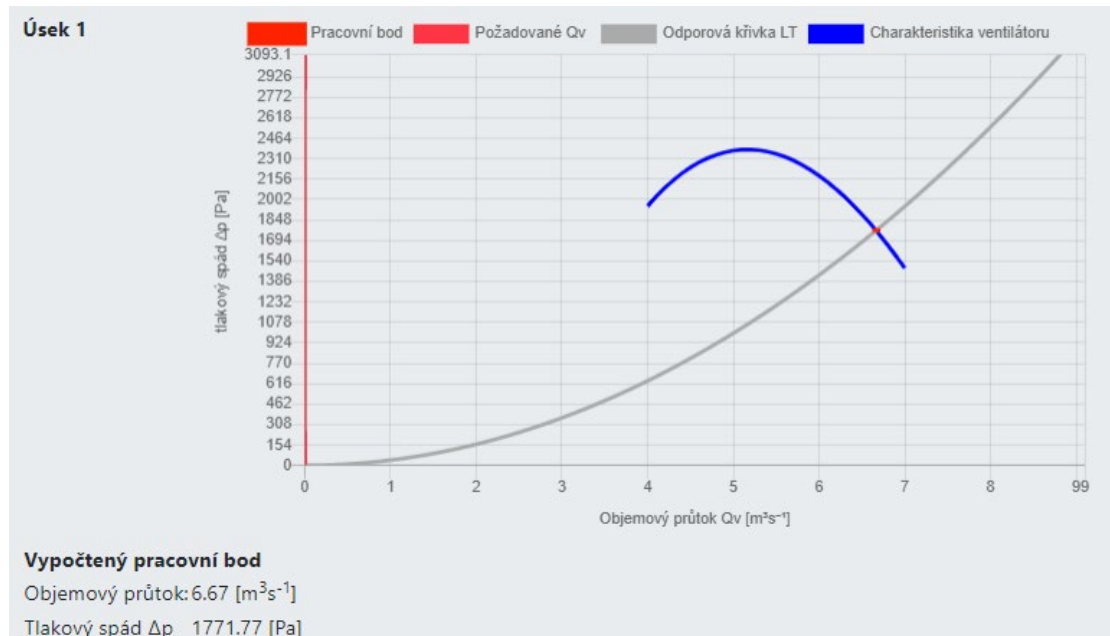
- 2) U „varianty luten“ po rozkliknutí roletky je na výběr (varianta lutny, vyztužené, nevyztužené, Nevyztužené). Navíc se nabízí varianta lutny a Nevyztužené. – **vyřešeno a umazáno.**



- 3) Přepínání v úsecích, změna a doplnění dílčích prvků LT v jednotlivých úsecích – Zde byla připomínka nefunkčnosti přepínání v úsecích a vracení se zpět k zadaným parametrům a komponentům LT. – **tento problém je vyřešen** a nyní lze přepínat mezi jednotlivými úseky a tak v těchto úsecích provádět potřebné úpravy. Projektant ale nesmí zapomenout na zásadu, že to co v úseku změní, je nutno i kliknout na tlačítko překreslit, aby se oprava promítla i do grafu.
- 4) V tiskové sestavě chyběly některé parametry, jako např. odpor luten – **vyřešeno**

Lutnový tah	
Úsek1	Úsek2
Ventilátor	Ventilátor
APXE 630	APXE 630
Komponenty LT:	Komponenty LT:
typ: Výběrem z databáze	typ: Výběrem z databáze
Lutny: Vyztužené	Lutny: Nevyztužené
Průměr luten: 630	Průměr luten: 630
Varianty luten: Flexibilní	Varianty luten: Flexibilní
Délka: 200	Délka: 400
Odpor LT: 59.46	Odpor LT: 63.72
Celkový odpor: 123.18	

- 5) Na posledním KD byl vznesen požadavek na přidání provozního bodu ventilátoru. Provozní bod je průsečík charakteristiky ventilátoru (resp. úseku) s odporovou charakteristikou lutnového tahu. Tento bod byl pro jednotlivé výsledky přidán i s popisem pod výsledným grafem s údaji o objemovém průtoku větrů a tlakovým spádem ventilátoru. – vyřešeno



- 6) Na posledním KD bylo probíráno, zda budou v lutnovém tahu zohledněny jednotlivé spoje a s nimi související možná netěsnost lutnového tahu. Tento problém byl řešen již v předchozím projektu a po dohodě mezi rezortem a tvůrcem SW bylo kvůli složitosti a nejasnosti v grafickém vyjádření od tohoto problému upuštěno. Nicméně v rámci doplňujících výpočtů, které jsou součástí programu, si může projektant ověřit, zda bude vyprojektovaný objemový průtok i v případě nastavení koeficientu netěsnosti dostatečný pro odvětrání pracoviště – **vyřešeno přidáním výpočtu.**

Na následujícím výřezu je uveden příklad výpočtu, kdy byl vypočítaný požadovaný objemový průtok Q_v stanoven na $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Společné proměnné

L Délka lutnového tahu [m] 160

D Průměr luten [m] 0.5

Lutnový tah netěsný

p	Koeficient netěsnosti luten	dostačující těsnost	0,001
R	Odpor těsného lutnového tahu	[kg m^{-7}]	113,92
l	Délka jedné lutny	[m]	3
Q_C	Potřebný objemový průtok větrů pro odvětrání pracoviště [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]		2,5

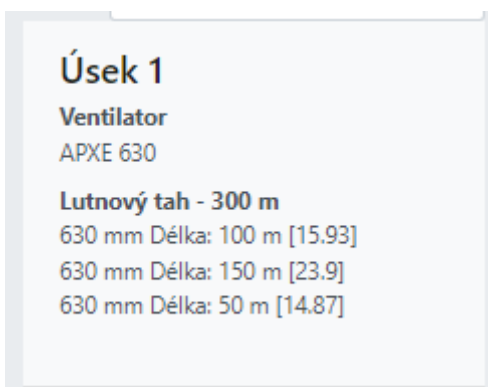
Výpočet netěsného tahu ukazuje na skutečnost, že v případě výběru dostačující těsnosti vyjádřenou empiricky stanoveným koeficientem je potřeba pro dodržení stanovené hodnoty objemového $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ o $0,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ větší objemový průtok (*obráceně projektant si výpočtem ověří, že při zvolené těsnosti LT bude mít na čelbě o $0,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ méně*).

- Lutnový tah netěsný: 2.66 [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
- Stanovení optimálního průměru luten: 0 [m]
- Propčet tlakové ztráty v lutnovém tahu: 0 [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
0 hodin
- Propočet výměny vzduchu: 0.00 minut
0.00 sekund
0 za hodinu
- Propočet objemového průtoku v profilu díla: Q_v , 0 [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

- 7) Další připomínka byla u jednotek, kdy ve výpočtu byla špatně uvedená jednotka u přípustné koncentrace konvenčního CO ve zplodinách po TP. **Vyřešeno – kontrola a oprava jednotek a popisu jednotlivých veličin ve výpočtech.**

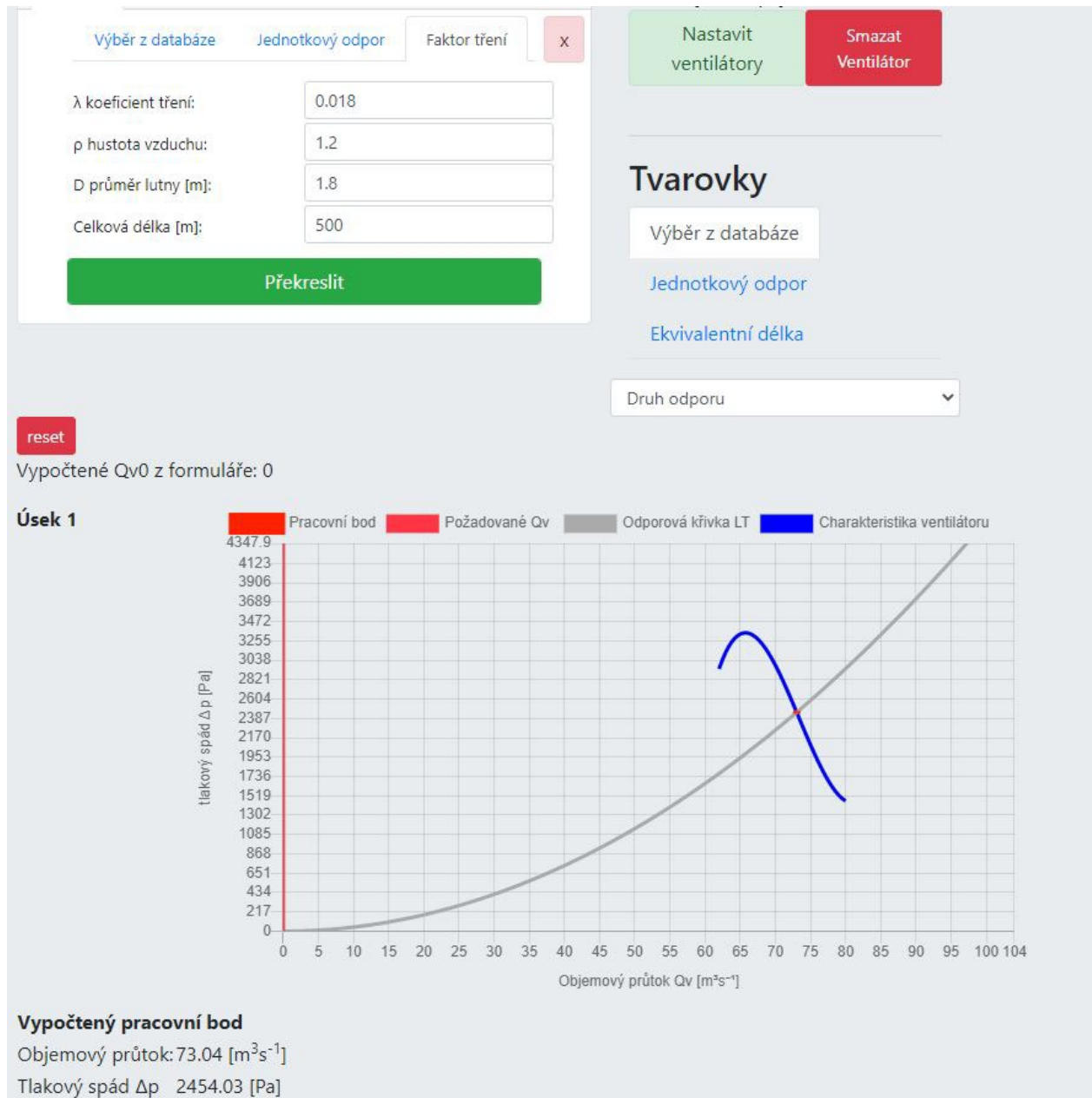
b Celkový objem jedovatých zplodin ze zvolené trhaviny vyjádřené hodnotou konvenčního CO

- 8) Požadavek z připomínek: Zobrazovat jak už při samotném modelování LT, tak i v návrhu separátního větrání celkovou délku LT (přehlednější orientace v celkové délce, když se zadává více úseku). **Vyřešeno** – v rámci zadávání a i v tiskové sestavě se zobrazuje jak celková délka LT, tak i jednotlivé a celkové odpory LT, které jsou pro přehlednost zaokrouhlovány na 2 desetinná místa.

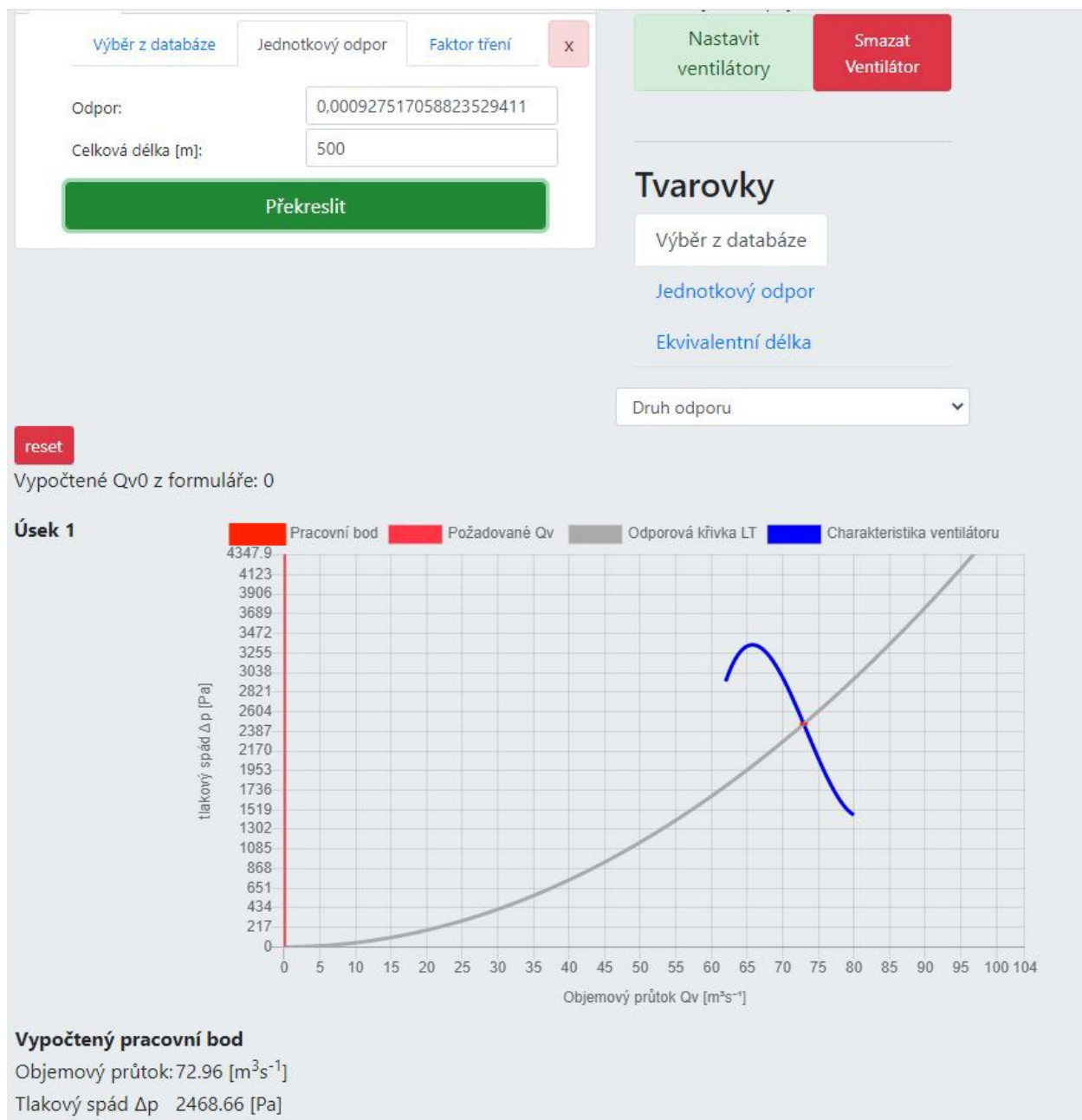


- 9) Rozdíl v odporové křivce LT mezi výběrem luten z databáze a zadáním pomocí jednotkového odporu. Při kontrole kódu a grafického vyjádření zjištěn nesoulad při různém zadávání stejného typu LT třemi možnými způsoby (výběr z databáze, jednotkovým odporem, koeficientem tření). **Chyba byla odstraněna a zdrojový kód opraven - viz následující obrázky.**

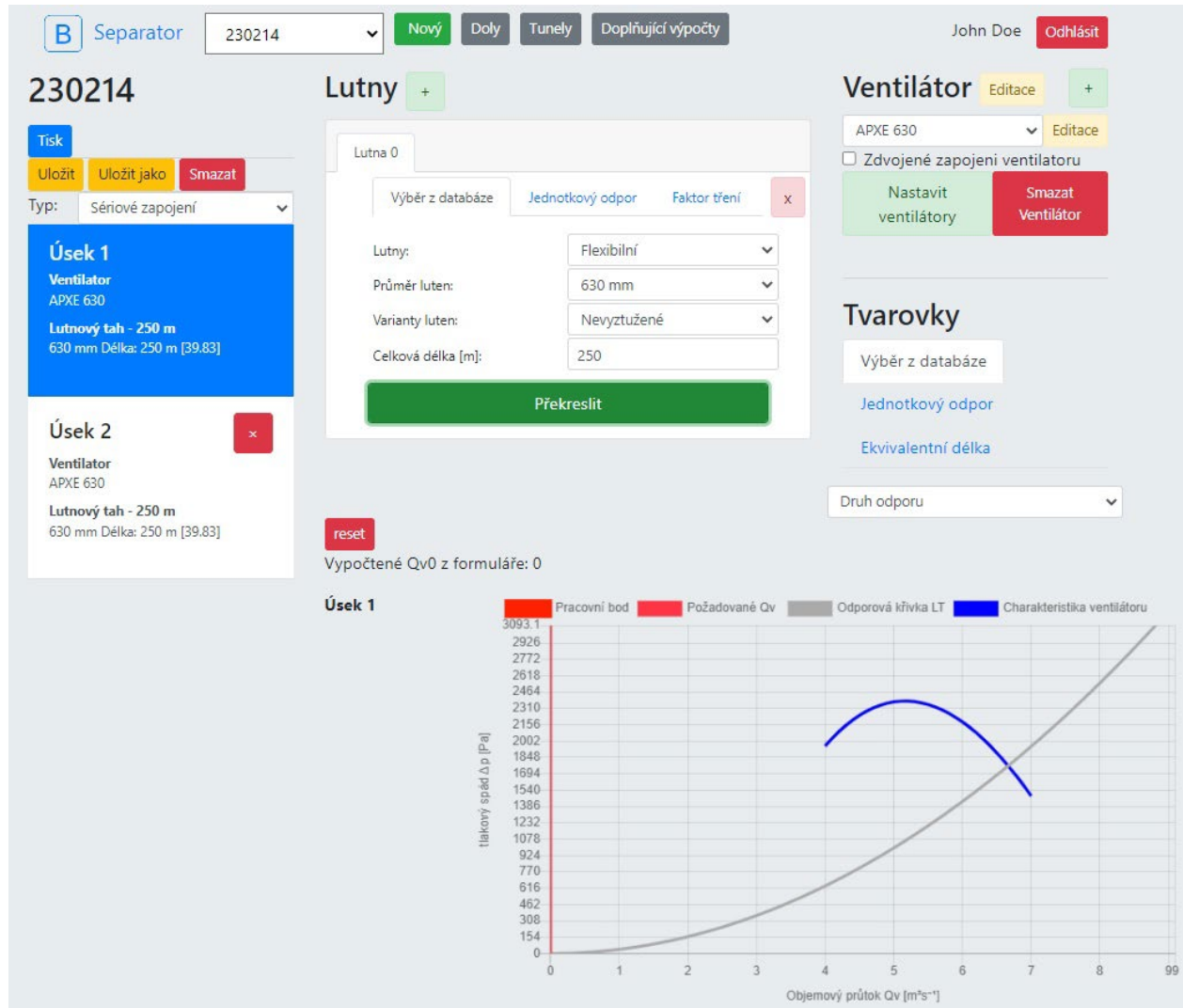
Pozn: Rozdíl ve vypočítaném provozním bodě činí $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což při zaokrouhleném množství $73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je zcela zanedbatelné. Tento nepatrný rozdíl je způsoben jiným postupem výpočtu a s tím souvisejícím dílčím zaokrouhlováním v rámci dílčích korektur výpočtu.



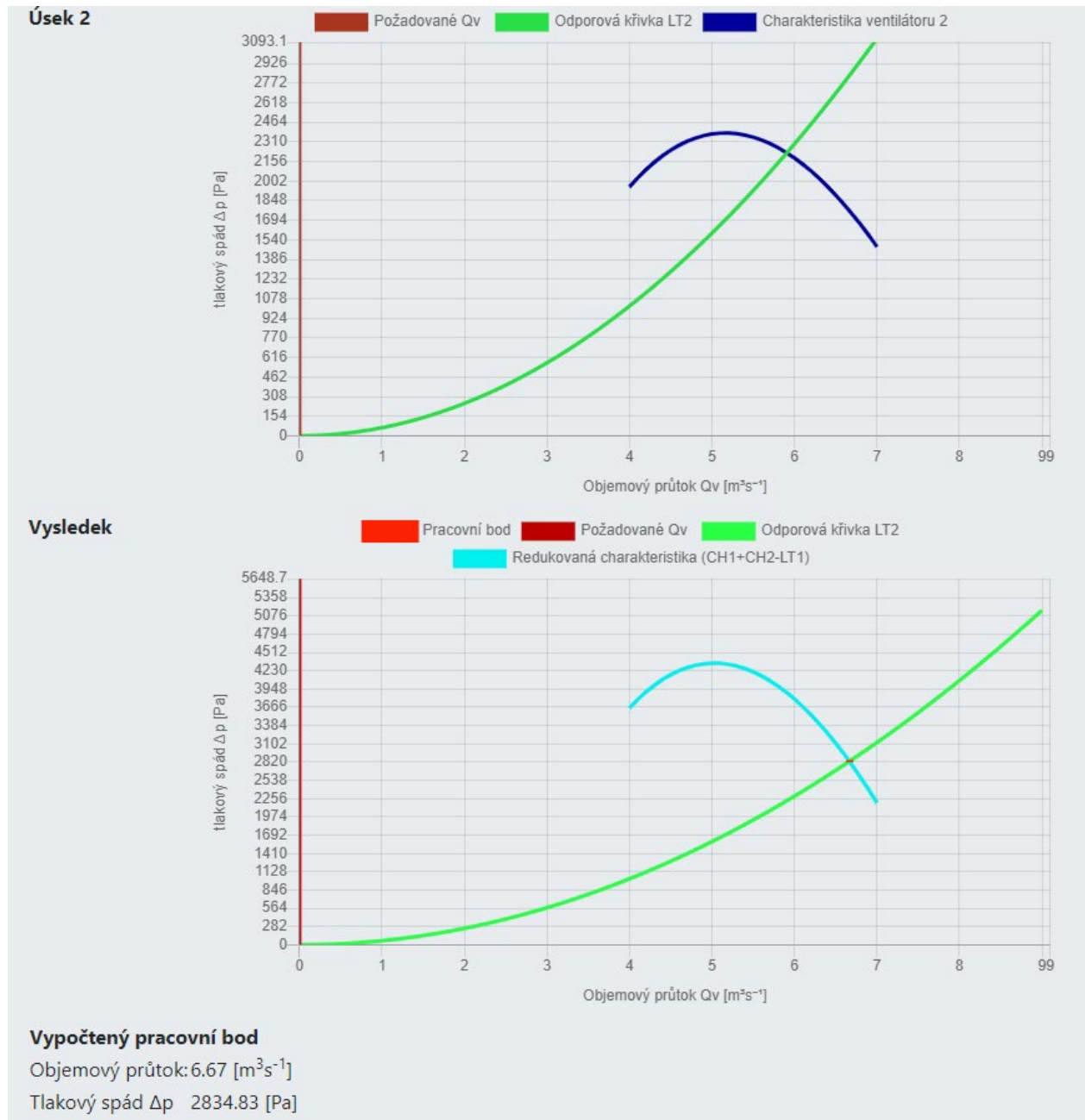
Obr. 1 Zadání LT pomocí „faktoru tření“



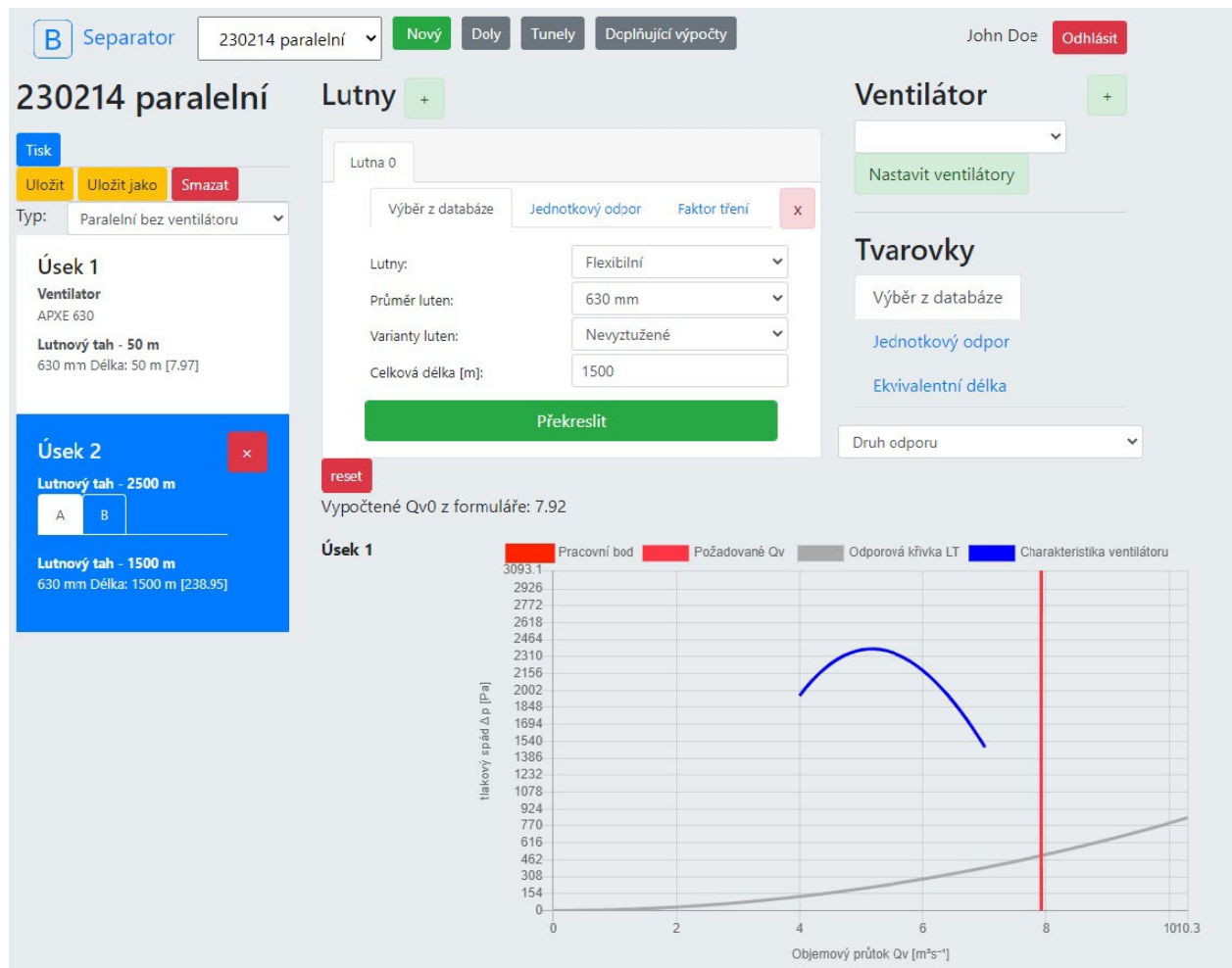
Obr. 2 Zadání LT pomocí jednotkového odporu



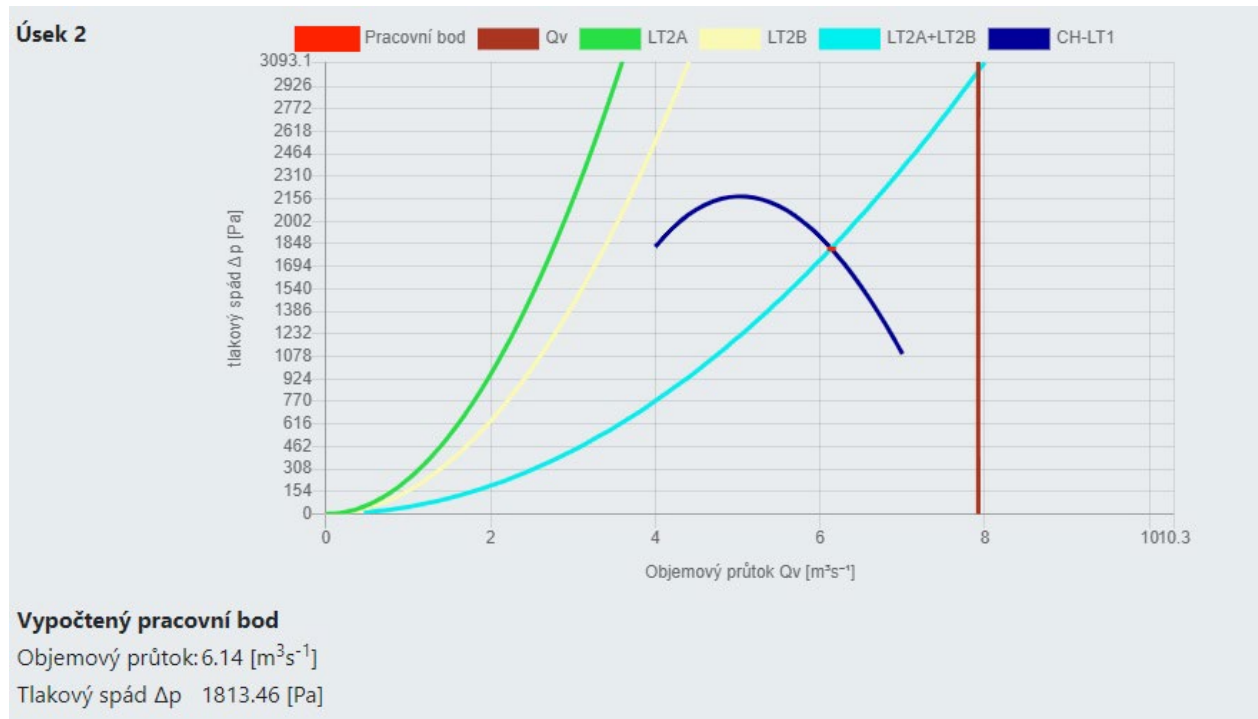
Obr. 3 Zadání sériově zapojeného LT – Úsek 1



Obr. 4 Zadání sériově zapojeného LT – Úsek 2 a výsledek včetně provozního bodu



Obr. 5 Zadání paralelně zapojeného LT – Úsek 1



Obr. 6 Zadání paralelně zapojeného LT – Úsek 2 včetně provozního bodu



Doplňkové vzorce

Společné proměnné

L Délka lutnového tahu [m] 160

D Průměr luten [m] 0.5

Lutnový tah netěsný

p Koefficient netěsnosti luten **dostačující těsnost** 0,001

R Odpor těsného lutnového tahu [kg m⁻⁷] 113,92

l Délka jedné lutny [m] 3

Q₂ Potřebný objemový průtok větrů pro odvětrání pracoviště [m³s⁻¹] 2,5

- Lutnový tah netěsný: 2.66 [m³s⁻¹]
- Stanovení optimálního průměru luten: 0 [m]
- Propočet tlakové ztráty v lutnovém tahu: 0 [m³s⁻¹]
- Propočet výměny vzduchu: 0.00 minut
- Propočet objemového průtoku v profilu díla: Q₂, 0 [m³s⁻¹]

Obr. 7 Doplnují vzorce pro dopřesnění optimální sestavy LT