

Open Source pankreas

L'ubor Jurena | OpenAlt 2025 | 2.11.2025

O mne

- Ľubor Jurena



- CCIE R&S, CCIE DC, CCDP
- skHosting.eu
 - Individuálne hostingové riešenia
 - Správa infraštruktúry
 - CDN

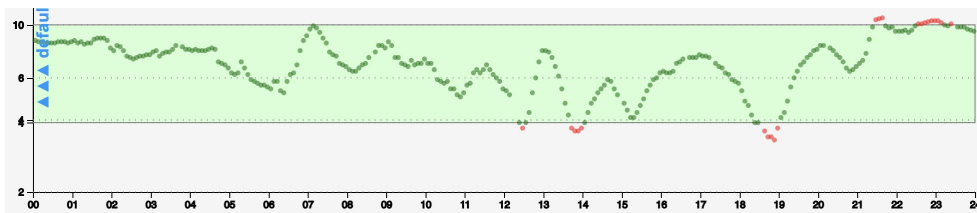


Diabetes Mellitus 1. typu

- “cukrovka”
- autoimunitné ochorenie
- imunitný systém človeka ničí vlastné β -bunky pankreasu
 - zodpovedajú za tvorbu inzulínu
- choroba nie je spôsobená stravou ani životným štýlom
- genetická predispozícia
- poškodením buniek pankreasu telo prestáva tvoriť inzulín
- chýba inzulín → glukóza sa nedostáva do buniek → stúpa hladina glukózy v krvi → akútne a chronické komplikácie

Liečba

- podávanie inzulínu vzhľadom na:
 - aktuálnu hladinu glukózy v krvi (glykémia)
 - jedlo
 - aktivitu
- každý deň je iný
- optimálne rozmedzie glykémie je 3.5 - 7.8 mmol/l



42 Factors that affect Blood Glucose

FOOD	BIOLOGICAL
↑↑ 1 Carbohydrate quantity ↑↑ 2 Carbohydrate type ↑↑ 3 Fat ↑↑ 4 Protein ↑↑ 5 Caffeine ↑↑ 6 Alcohol ↑↑ 7 Meal timing ↑ 8 Dehydration ? 9 Personal microbiome	↑ 20 Too little sleep ↑ 21 Stress and illness ↓ 22 Recent hypoglycemia ↑↓ 23 During-sleep blood sugars ↑ 24 Dawn phenomenon ↑ 25 Infusion set issues ↑ 26 Scar tissue / lipodystrophy ↓ 27 Intramuscular insulin delivery ↑ 28 Allergies ↑ 29 A higher BG level (glucotoxicity) ↓ 30 Periods (menstruation) ↑↑ 31 Puberty ↓↑ 32 Celiac disease ↑ 33 Smoking
MEDICATION	ENVIRONMENTAL
↑↓ 10 Medication dose ↓↑ 11 Medication timing ↓↑ 12 Medication interactions ↑↑ 13 Steroid administration ↑ 14 Niacin (Vitamin B3)	↑ 34 Expired insulin ↓↑ 35 Inaccurate BG reading ↓↑ 36 Outside temperature ↑ 37 Sunburn ? 38 Altitude
ACTIVITY	BEHAVIOR & DECISIONS
↑↓ 15 Light exercise ↓↑ 16 High-intensity & moderate exercise ↑↓ 17 Level of fitness/training ↓↑ 18 Time of day ↓↑ 19 Food and insulin timing	↓ 39 More frequent BG checks ↓↑ 40 Default options and choices ↓↑ 41 Decision-making biases ↓↑ 42 Family and social pressures

The arrows show the general effect these 42 factors seem to have on blood glucose based on scientific research and/or our experiences at diaTribe. However, not every individual will respond in the same way, so the best way to see how a factor affects you is through your own data: check your blood glucose more often with a meter or wear a CGM and look for patterns.

Vývoj inzulínu

- 1921 Toronto
- izolovaný inzulín z pankreasu psov
 - neskôr z hovädzieho dobytku a prasiat
- 1922 prvé podanie človekovi
- 1923 Nobelova cenu za fyziológiu a medicínu
- 1982 prvé biotechnologické inzulíny
- jeden z najväčších úspechov modernej medicíny



Dávkovanie inzulínu

- predplnené pero alebo liekovka
- dávkovanie po 0.5J alebo 1J
- inzulínova pumpa
 - dávkovanie po 0.05J



Kedy podávať inzulín?



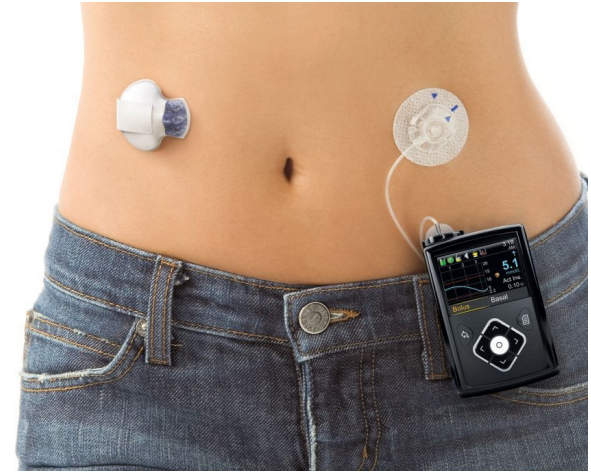
CGM

- Continuous Glucose Monitoring
- “senzor”
- BLE
- meranie aktuálnej glukózy z podkožia
 - 1-5 min interval
- mobilná aplikácia
- notifikácie
- zdieľanie údajov



Inzulínová pumpa

- zariadenie pripojené k telu
- nepretržite podáva inzulín v malých dávkach
- nahrádza podávanie injekciami
- Bluetooth
- prvé pumpy nevedeli komunikovať s CGM



#WeAreNotWaiting

- 2013 na Stanforde
- open source iniciatíva
- frustrácia z pomalého vývoja komerčných riešení
- inzulínové pumpy boli dostupné, ale “hlúpe”
- dáta z CGM sa dali čítať len čítačkou od výrobcu
- vznik Nightscout Foundation



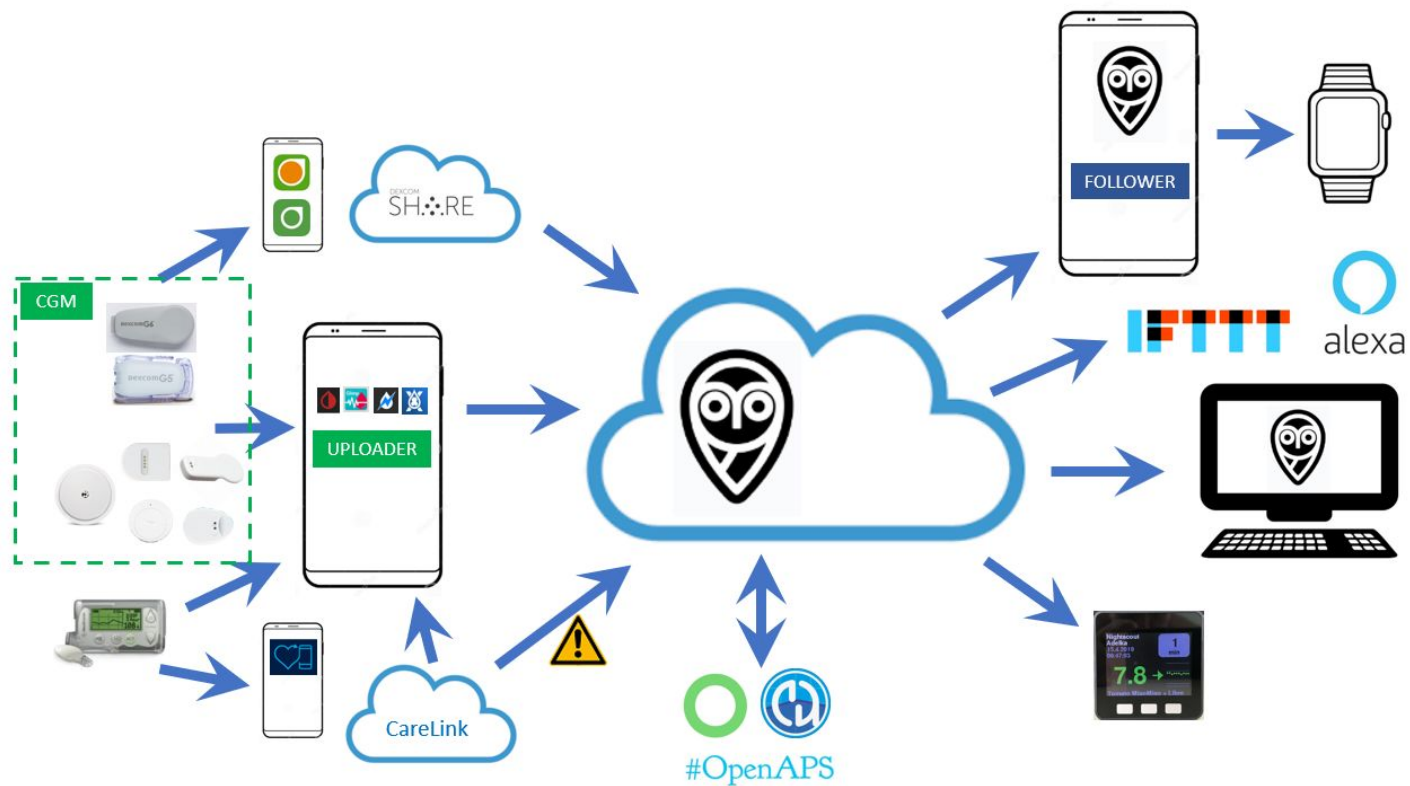
Nightscout

- AGPL
- 2014 John Costik
- rodičia nemali prístup k údajom CGM svojho dieťaťa
- žiadne komerčne dostupné riešenie pre vzdialený monitoring

Nightscout

- komplexné prenášanie dát z CGM na server s Web UI
- API
- exporty pre lekárov
- riadenie prístupu
- stále jedinečné riešenie, ktoré nemá komerčnú náhradu

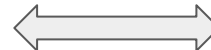
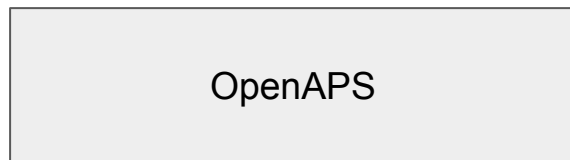
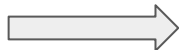
Nightscout - integração



OpenAPS

- 2015
- Artificial Pancreas System
- vývoj algoritmu pre riadenie uzatvorenej slučky
 - automatizovaný, presný a bezpečný algoritmus pre dávkovanie inzulínu

OpenAPS



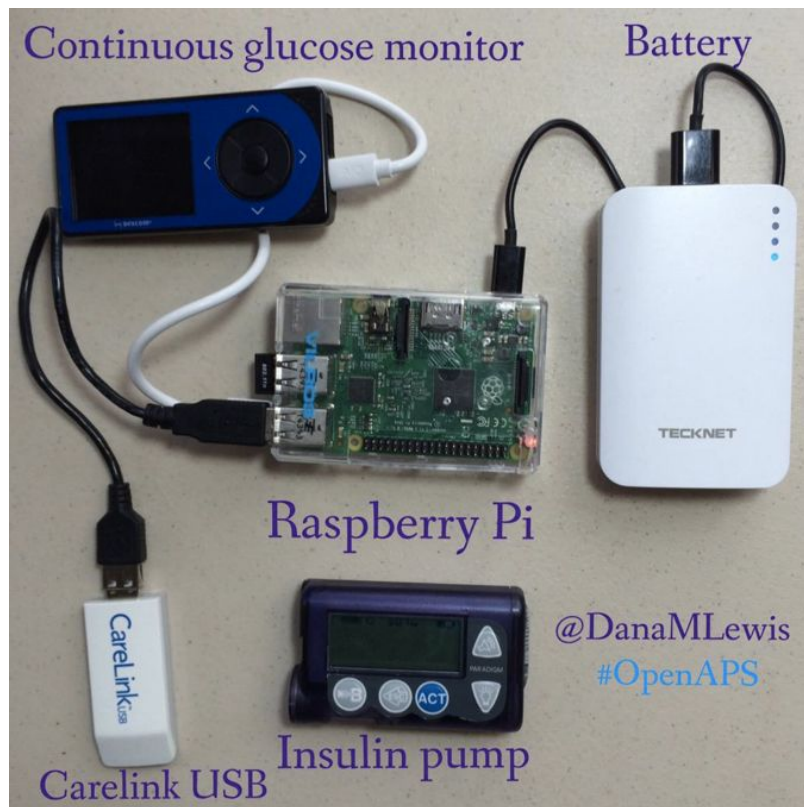
OpenAPS - oref0

- JavaScript
- MIT licencia
- prediktívne znižovanie/zvyšovanie bazálu
- nepodáva korekčné bolusy
- jednoduchý algoritmus

OpenAPS - oref1

- 2017
- základ z oref0
- “super pokročilé funkcie”
- podáva mikrobolusy
- rozpoznáva jedlo na základe vývoja glykémie
- dynamické limity
- predikcia pôsobenia a aktivity inzulínu
- predikcia vstrebávania sacharidov

OpenAPS



AndroidAPS

- 2016
- vývoj pod Nightscout Foundation
- GNU Affero General Public License
- hl. vývojár Ing. Miloš Kozák
- integruje algoritmy OpenAPS
- pacient musí prejsť niekoľko týždňovým testom
 - každý level mu odomkne časť funkcionality
 - niektoré kroky sú časovo obmedzené
 - pacient je edukovaný a pozná fungovanie systému
- bluetooth komunikácia s pumpou, CGM, smart hodinkami
- integrácia s nightscout

AndroidAPS

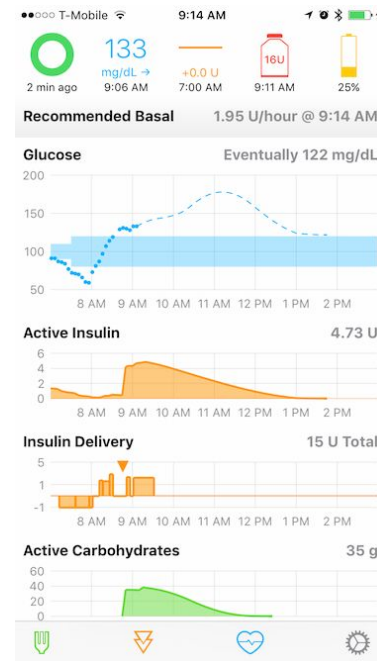


AndroidAPS

- distribuované vo forme zdrojových kódov
- pacient si musí sám zostaviť APK
- veľká komunita (facebook, discord)

Loop

- iOS
- 2019
- MIT
- konzervatívny vývoj
- vlastný algoritmus naprogramovaný v Swift



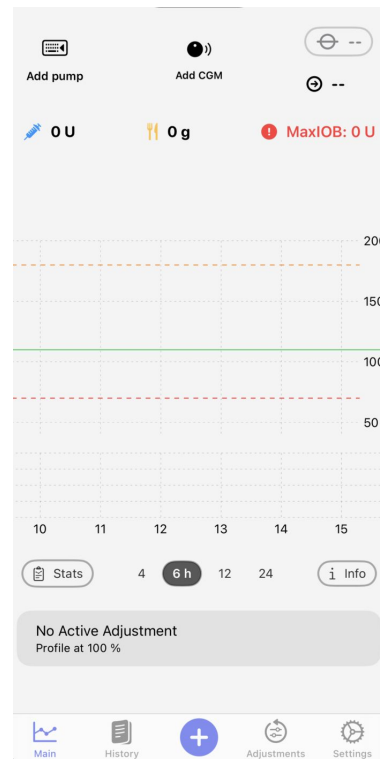
iAPS

- iOS
- pôvodne FreeAPS X
- MIT
- používa algoritmy OpenAPS
- agilný vývoj
- kompletná integrácia do Apple ekosystému
 - UI, Apple Watch, Skratky
- najpokročilejšie možnosti
 - viaceré algoritmy a pokročilé matematické funkcie



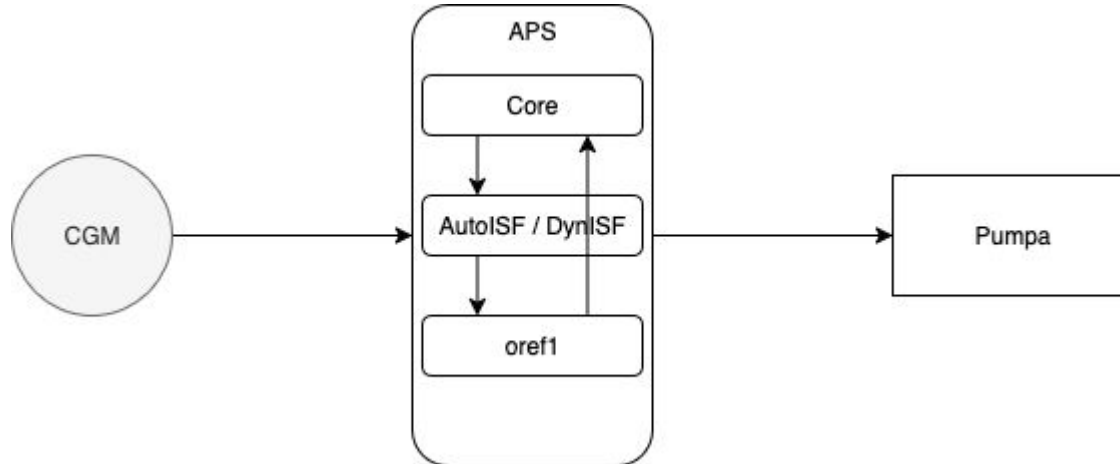
Trio

- fork iAPS
- MIT
- vývoj pod Nightscout Foundation
- používa OpenAPS
- konzervatívny vývoj
- vyššia bezpečnosť



Rozširujúce algoritmy

- aplikácie priniesli ďalšie pokročilé algoritmy
- lepšie reagujú na dynamické potreby



Rozširujúce algoritmy - DynISF

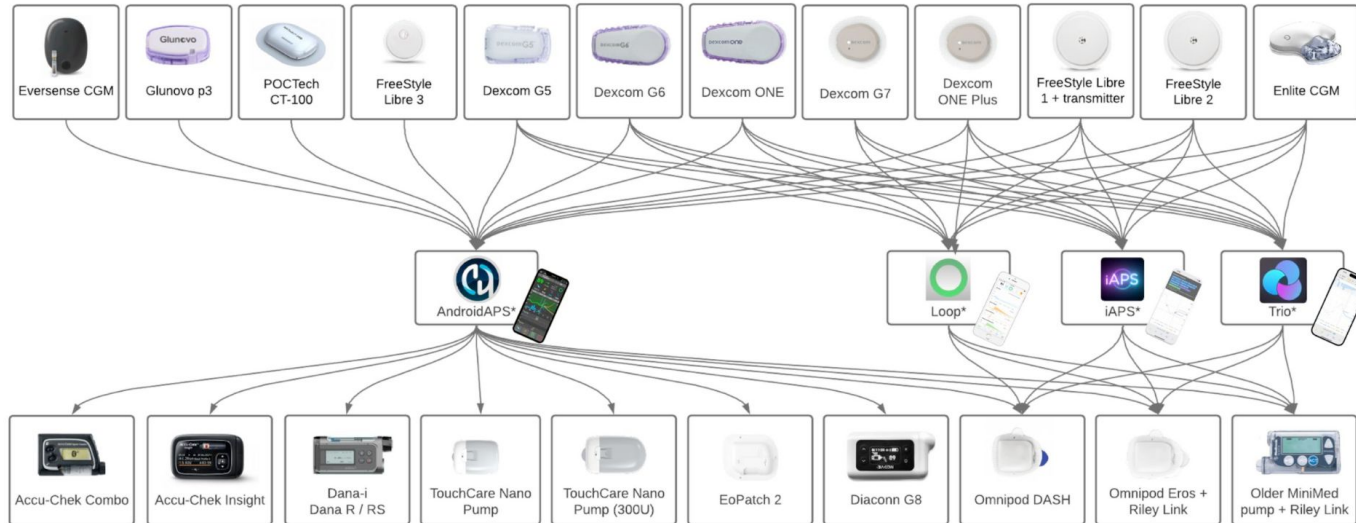
- DynISF
 - porovnáva vývoj za dlhšie časové obdobie
 - lepšie riadi zvýšenú potrebu inzulínu (napr. počas choroby)
 - logaritmická funkcia (AAPS, iAPS, Trio)
 - sigmoidova funkcia (iAPS, Trio)

Rozširujúce algoritmy - AutoISF

- najpokročilý algoritmus
- nepotrebuje mať informáciu o jedle
- pracuje s:
 - akceleráciou
 - $\Delta_{5\text{min}, 15\text{min}, 45\text{min}}$
 - čím je pacient dlhšie mimo svojej cieľovej glykémie, tým je algoritmus agresívnejší
- iAPS
- AndroidAPS-dev
- Tai (fork Trio)

Kompatibilita

Available OPEN-SOURCE Automated Insulin Delivery Systems - Summer 2024

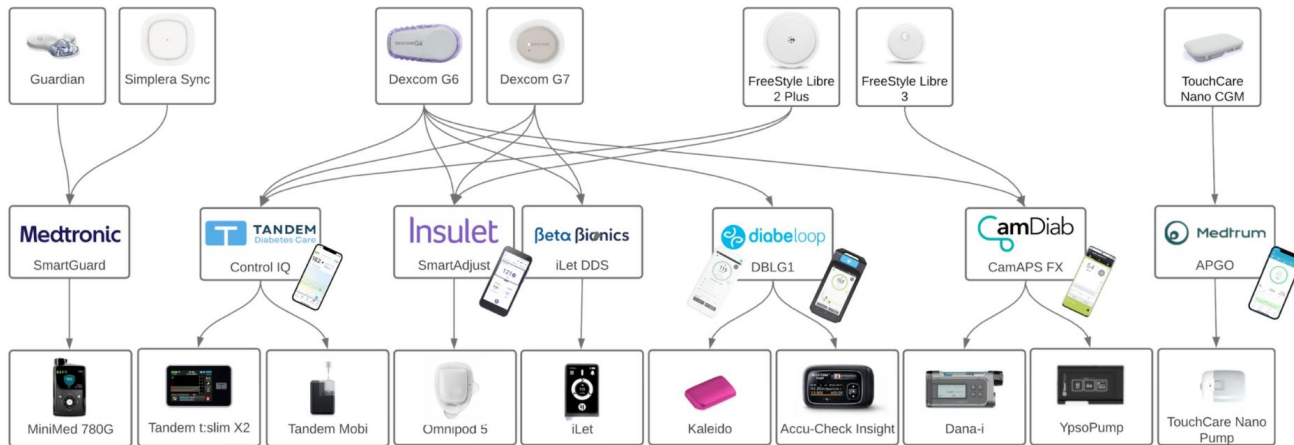


Komerčné uzatvorené slučky

- 2018 v USA
- 2020 v CZ
- uzatvorené riešenie
 - s vlastným CGM
- niektoré systémy sa snažia naučiť parametre pacienta
- mobilné aplikácie
 - často nefunkčné
 - obmedzená funkcionality
 - problémy s aktualizáciami
- spoliehajú sa na vstupné údaje od pacienta
 - presné zadávanie sacharidov

Komerčné uzatvorené slučky

Available COMMERCIAL Automated Insulin Delivery Systems - Summer 2024



Komerčné uzatvorené slučky - bezpečnejšie?

- firma Medtrum odmieta zverejniť štúdie
 - problémy s patentami - zákaz vo FR a časti DE
 - bezpečnostné varovanie v UK
 - ale je schválená...

DTN statement regarding the use of Medtrum HCL systems

The DTN committee are aware that questions have arisen since the inclusion of the Medtrum HCL system in the framework, provided by NHS Supply Chain, for the procurement of HCL systems to support the implementation of NICE TA 943. The committee has 4 key concerns regarding provision of the Medtrum hybrid closed loop system to people with type 1 diabetes in the UK:

1. We have requested published evidence of the safety and efficacy of the Medtrum HCL system from the company, who are currently unable to provide this. The safety of people with type 1 diabetes is clearly of paramount concern.
2. There were a small number of users of the Medtrum system included in the NHS England Pilot of these systems. Some of these users experienced adverse events, including an increased risk of hypoglycaemia. The safety concerns raised led to DTN recommending that Medtrum users be switched to an alternative system. While we understand that there have been updates to the Medtrum system since this pilot took place, we have not seen any evidence to date to demonstrate that these issues have been resolved.
3. We have received communication from international colleagues that current users of the Medtrum Hybrid Closed Loop system are experiencing similar issues to those observed during the NHS England Pilot.
4. There are alternative, cost-effective systems included on the framework where published evidence of efficacy and safety is available.

Sú komerčné uzatvorené slučky lepšie?

- SLA
 - 24/7 podpora v lokálnom jazyku
- chýbajúca automatizácia
- nedokážu poskytnúť kompenzáciu podľa najnovších odporúčaní

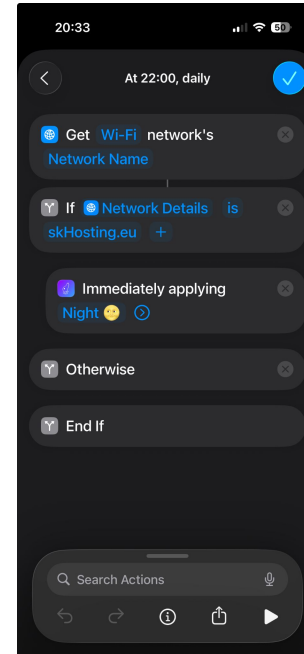
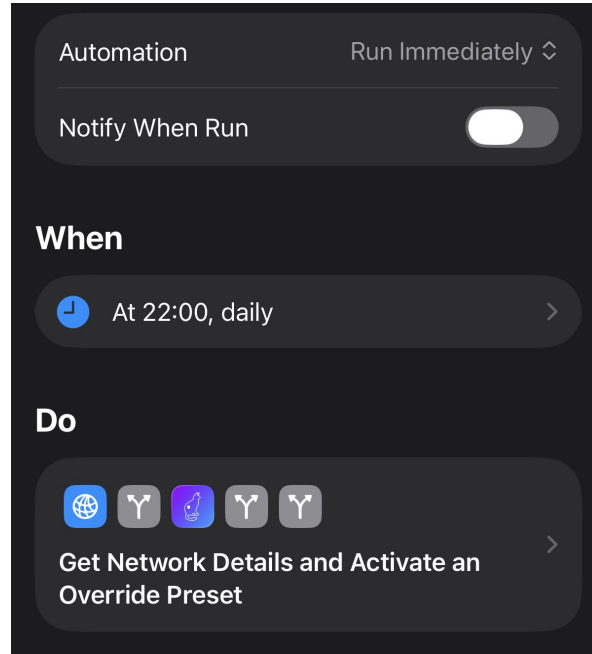
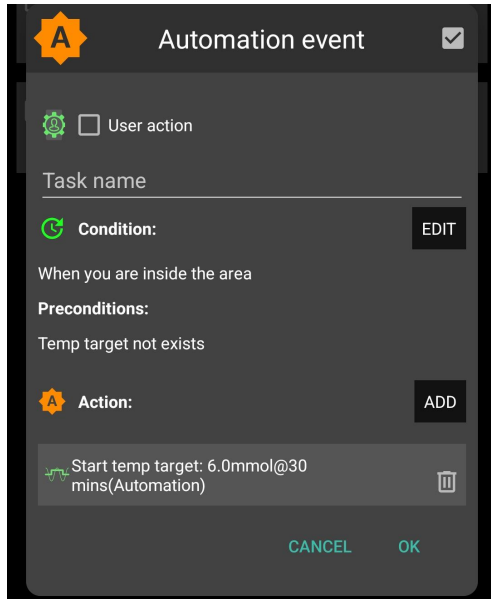
Sú komerčné uzatvorené slučky lepšie?

- základné porovnanie algoritmov

Systém	najnižší cieľ	korekcia
Open-Source	4.0-4.4 mmol/l	každých 1-5min
780G	5.5 mmol/l	každých 5min
Control-IQ	6.2 mmol/l	1x za 60min
CamAPS FX	4.4 mmol/l	každých 8-12min

Open Source slučky

- automatizácia



Open Source slučky

- AI



Hotovo

Food Search

Food Search...

AI Food analysis

What I see: A plate with scrambled eggs, a slice of toast with ricotta and avocado, and cherry tomatoes. The arrangement is neat with distinct sections for each food item.

Confidence level: Hoch 3 Portions

Total nutritional values of the meal

23 g Carbs	20 g Protein	25 g Fat
------------------	--------------------	----------------

Seperat Foods

scrambled eggs

+ Pridať

Portion: approximately 2 large eggs
USDA Standard: 1 large egg
Multiplikator: 2,0x

2,0g KH	12,0g P	10,0g F
------------	------------	------------

Hotovo

Food Search

Food Search...

AI Search Results

scrambled eggs
2.0g carbs per 100g
12.0g protein 10.0g fat 140 kcal

whole grain toast with ricotta and avocado
20.0g carbs per 100g
8.0g protein 15.0g fat 250 kcal

cherry tomatoes
1.0g carbs per 100g
0.0g protein 0.0g fat 5 kcal

App Store a Google Play

- neakceptujú neschválené liečebné aplikácie
- Apple iOS
 - neumožňuje inštaláciu mimo oficiálnych zdrojov
 - nutný vývojársky účet
- Android
 - Google zatiaľ povoľuje priamu inštaláciu APK
 - zákaz inštalácie APK od 2026
 - podpíšte petíciu [Keep Android Open](#)

Legislatívne problémy

- nejde o schválené zdravotnícke pomôcky
- lekár nemôže tieto systémy poskytovať ani nastavovať
- používateľ preberá zodpovednosť

Výzvy do budúcná

- pumpy využívajú silnejšie šifrovanie
- jazykové preklady
- prvé pokusy s AI a strojovým učením
 - AndroidAPS AIMI
- spolupráca s výrobcami
 - prichádzajú prvé pumpy postavené na open source slučkách

Ďakujem za pozornosť