

Program spotProcessor

Optimalizace časových plánů

21.12.2024, ENcontrol s.r.o.

Úvod

Jednotka SpotProcessor může provádět předem definované časové plány. Ty mohou být definovány jako jednorázové, nebo mnohem častěji jako pravidelné s periodou od 1 minuty do 1 roku. Někdy je výhodné provádění takových plánů pozastavit v určitých hodinách, kdy cena nebo jiné podmínky nejsou ekonomicky výhodné. Za tímto účelem byla vyvinuta funkcionality optimalizace časových plánů.

Principem je, že se vytvoří časové plány speciálního typu OPTH a periodou opakování 1 hodina nebo kratší (obvykle to bývá 15 minut až 1 hodina). Pak se vytvoří programová makra, která na základě budoucích spotových cen (obvykle 24 hodin dopředu) nastaví, kdy se mají konkrétní „OPTH“ plány aktivovat a kdy deaktivovat. Tato makra se pak pravidelně spouští, obvykle 1x denně.

Následující odstavce popisují tuto oblast podrobněji.

Související příkazy makrojazyka ENcontrol

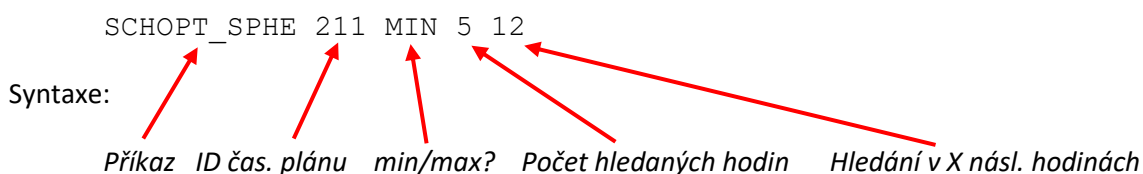
Popis příkazů

Příkazy SCHOPT_SPHE a SCHOPT_SPHEN

Příkazy **SCHOPT_SPHE** a **SCHOPT_SPHEN** provádí optimalizaci časových plánů (jejich přepínání) podle budoucích spotových cen. Zkratka „SPHE“ znamená „Spot Price in Hours – Electricity“. Písmenko „N“ na konci znamená „negativní“. Příkazy určují podle budoucích spotových cen elektřiny, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SPHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu, ostatní jako zakázané. Oproti tomu SCHOPT_SPHEN vybrané hodiny označuje pro daný plán jako zakázané, ostatní jako povolené. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Příklad použití příkazu:

Syntaxe: `SCHOPT_SPHE 211 MIN 5 12`



Příkaz *ID čas. plánu* *min/max?* *Počet hledaných hodin* *Hledání v X násl. hodinách*

Význam výše uvedeného příkladu: „Vezmi aktuální spotovou cenu a všechny budoucí ceny v této a následujících 12ti hodinách. Vyhledej mezi nimi 5 hodinových úseků (nemusí být v souvislé řadě za sebou), které mají nejnižší cenu. U existujícího časového plánu s ID=211 označ vyhledané hodiny jako ty, ve kterých se má časový plán spouštět.

Namísto konstant lze u specifikace počtu hledaných hodin (intervalu) a počtu následujících hodin (okno) použít proměnné. Příklad makra s použitím takových proměnných:

```
SET _INTERVAL CONST 5
SET _WINDOW CONST 12
SCHOPT_SDHE 211 MIN _INTERVAL _WINDOW
```

Důležité poznámky:

- Časový plán s daným ID (druhý parametr) **musí existovat** a musí mít v parametru **WeekDay speciální hodnotu OPTH**, aby se řídil výsledkem optimalizace.
- Třetí parametr *MIN* nebo *MAX* udává, zda se hledají **minimální nebo maximální ceny**.
- **První hodina je aktuální hodina**. Špičkové hodnoty pro optimalizaci se tedy hledají od času spuštění příkazu zpět od nejbližší celé hodiny. Pokud tedy spustíme příkaz třeba ve 14:13 s výhledem na 12 hodin dopředu, bude zkoumáno časové období mezi dnešními 14:00 hodin a zítřejšími 02:00 (celkem dvanáct hodinových úseků). Tento příkaz je tedy většinou vhodné naplánovat na počátku hodiny.
- Daný plán může mít **jakékoliv parametry včetně opakování**, výjimek, apod. Může být i neaktivní. Například, máme-li nějaký plán s opakováním každých 5 minut a budeme ho optimalizovat pomocí příkazu SCHOPT_SPHE, bude se provádět každých 5 minut pouze v optimalizaci vybraných hodinách. Mimo ně se nebude provádět vůbec.
- Minimální hodnota čtvrtého parametru (počet hodin) je 1 a maximální hodnota je hodnota pátého parametru mínus 1.
- Minimální hodnota pátého parametru (v kolika následujících hodinách hledat) je 2 a maximální 24.
- Jako poslední **pátý parametr lze přidat písmeno „C“** („continual“). Je-li zadán, příkaz vyhledá **souvislý úsek zadaného počtu hodin**, který má v součtu nejnižší cenu. Hodí se například v situacích, kdy je nutné dokončit nějaký započatý cyklus (například prací program pračky).
- V případě, kdy není dostupné měření (odečet hodnoty) spotové ceny (např. se nepodařilo ceny stáhnout), provedení příkazu se přeskóčí, aby nedošlo ke špatnému naplánování.

Příkazy SCHOPT_SDHE a SCHOPT_SDHEN

Příkazy **SCHOPT_SDHE** a **SCHOPT_SDHEN** provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen se zohledněním minimálního rozdílu mezi horní a dolní cenovou hladinou. Tento způsob řízení se může s výhodou uplatňovat například při řízení střídačů, kdy se střídače přepínají mezi různými režimy – například preference využití vlastní energie nebo preference přetoku energie do sítě.

Zkratka „SDHE“ znamená „Spot Difference in Hours Electricity“. Písmenko „N“ na konci znamená „negativní“. Příkazy určují podle budoucích spotových cen elektřiny, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SDHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu, ostatní jako zakázané. Oproti tomu SCHOPT_SDHEN vybrané hodiny označuje pro daný plán jako zakázané, ostatní jako povolené. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Příklad použití příkazu:

Syntaxe:

```
SCHOPT_SDHE 211 MIN 4 12 65.5
```

Min. rozdíl

Příkaz ID čas. plánu min/max? Počet hledaných hodin Hledání v X násl. hodinách

Význam výše uvedeného příkladu: „Vezmi aktuální spotovou cenu a všechny budoucí ceny v této a následujících 12ti hodinách. Vyhledej mezi nimi 4 hodinové úseky (nemusí být v souvislé řadě za sebou), které mají nejvyšší cenu. Tuto cenu zprůměruj a odečti zadanou hodnotu 65,5 EUR pro získání limitu MIN. U existujícího časového plánu s ID=211 označ jako aktivní ty hodinové úseky, které mají ceny nižší nebo rovnu limitu MIN.

Namísto konstant lze u specifikace počtu hledaných hodin (intervalu), počtu následujících hodin (okno) a minimálního rozdílu ceny použít proměnné. Příklad makra s použitím takových proměnných:

```
SET _INTERVAL CONST 4
SET _COSTS CONST 65.5
SCHOPT_SDHE 211 MIN _INTERVAL 12 _COSTS
```

Důležité poznámky:

- Vždy se berou jako základ výpočtu **nejvyšší ceny** (nikoliv nejnižší). Ve výše uvedeném příkladu jsou 4.
- Časový plán s daným ID (druhý parametr) **musí existovat** a musí mít v parametru **WeekDay speciální hodnotu OPTH**, aby se řídil výsledkem optimalizace.
- Třetí parametr **MIN** nebo **MAX** udává, zda se hledají **minimální nebo maximální ceny**.
- **První hodina je aktuální hodina**. Špičkové hodnoty pro optimalizaci se tedy hledají od času spuštění příkazu zpět od nejbližší celé hodiny. Pokud tedy spustíme příkaz třeba ve 14:13 s výhledem na 12 hodin dopředu, bude zkoumáno časové období mezi dnešními 14:00 hodin a zítřejšími 02:00 (celkem dvanáct hodinových úseků). Tento příkaz je tedy většinou vhodné naplánovat na počátku hodiny.
- Poslední parametr je **hodnota minimálního rozdílu** udaná v **EUR / 1 MWh**. Zadává se jako číslo s desetinnou tečkou.
- Daný plán může mít **jakékoliv parametry včetně opakování**, výjimek, apod. Může být i neaktivní. Například, máme-li nějaký plán s opakováním každých 5 minut a budeme ho optimalizovat pomocí příkazu SCHOPT_SCHE, bude se provádět každých 5 minut pouze v optimalizaci vybraných hodinách. Mimo ně se nebude provádět vůbec.

- Minimální hodnota čtvrtého parametru (počet hodin) je 1 a maximální hodnota je hodnota pátého parametru mínus 1.
- Minimální hodnota pátého parametru (v kolika následujících hodinách hledat) je 2 a maximální 24.
- V případě, kdy není dostupné měření (odečet hodnoty) spotové ceny (např. se nepodařilo ceny stáhnout), provedení příkazu se přeskočí, aby nedošlo ke špatnému naplánování.

Příkazy **SCHOPT_SCHE** a **SCHOPT_SCHEN**

Příkazy **SCHOPT_SCHE** a **SCHOPT_SCHEN** provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen se zohledněním dodatečných nákladů na 1 MWh. Tyto dodatečné náklady se mohou s výhodou uplatňovat například při akumulaci energie (nabíjení / vybíjení baterií), kdy baterie mají svoji životnost určenu předpokládaným počtem nabíjecích cyklů. Každý takový nabíjecí cyklus lze ohodnotit nějakými náklady (amortizace; obvykle pořizovací cena / počtem předpokládaných nabíjecích cyklů). Nabíjet/vybíjet baterie je pak vhodné pouze v situaci, kdy rozdíl spotových cen je vyšší než příslušná amortizace.

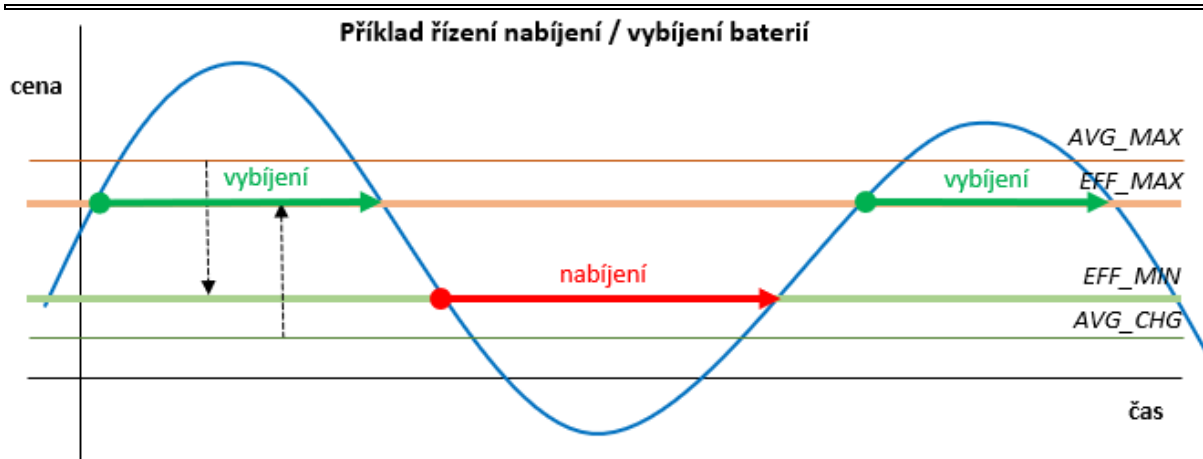
Zkratka „SCHE“ znamená „Spot incl. Costs in Hours Electricity“. Písmenko „N“ na konci znamená „negativní“. Příkazy určují podle budoucích spotových cen elektřiny, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz **SCHOPT_SCHE** vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu, ostatní jako zakázané. Oproti tomu **SCHOPT_SCHEN** vybrané hodiny označuje pro daný plán jako zakázané, ostatní jako povolené. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Příklad výpočtu amortizace: Pořizovací cena baterie = 30.000 Kč, kapacita baterie = 7,1 kWh a předpokládaný počet nabíjecích cyklů = 6.000. Celková uložitelná energie do baterií je tedy 42.600 kWh a vydělením předpokládaným počtem nabíjecích cyklů dostaneme hodnotu amortizace přibližně 0,7 Kč / kWh – tj. 27,5 EUR / MWh. Číslo 27,5 by tak vstupovalo jako parametr do příkazu.

Pro bližší vysvětlení způsobu určování optimalizovaných hodin je nutné vysvětlit některé proměnné, se kterými výpočet pracuje:

- **AMO** = hodnota dodatečných nákladů (amortizace) v EUR, která se zadává jako parametr
- **AVG_MAX** = průměrná cena několika hodin s nejvyšší cenou. Počet těchto špičkových hodin se zadává jako parametr
- **EFF_MIN** = hodnota vypočítaná jako $AVG_MAX - AMO$. Pod tímto limitem se vyplatí baterie nabíjet
- **AVG_CHG** = průměrná cena všech hodin, jejichž cena je pod limitem **EFF_MIN**. Jedná se o odhad průměrné ceny nabíjení baterií
- **EFF_MAX** = hodnota vypočítaná jako $AVG_CHG + AMO$. Jedná se o odhad ceny, za kterou se vyplatí vybíjet baterie.

Pro bližší vysvětlení způsobu určování optimalizovaných hodin si vezměme následující příklady vývoje spotové ceny a různé výše dodatečných nákladů při řízení nabíjení/vybíjení baterií:



Příklad použití optimalizačního příkazu:

Syntaxe: `SCHOPT_SCHE 211 MIN 5 24 27.5`

Dodat. Náklady v EUR/MWh

Příkaz
ID čas. plánu
min/max?
Počet hledaných hodin
Hledání v X násl. hodinách

Význam výše uvedeného příkladu: „Vezmi aktuální spotovou cenu a všechny budoucí ceny v této a následujících 24 hodinách. Vyhledej mezi nimi 5 hodinových úseků s **nejvyšší** cenou a vypočítej průměr `AVG_MAX`. Od něj odečti hodnotu dodatečných nákladů AMO a vypočítej hodnotu `EFF_MIN`. Ze všech cen pod limitem `EFF_MIN` vypočítej průměr jako `AVG_CHG`. K němu `AVG_CHG` přičti hodnotu AMO a vypočítej cenu `EFF_MAX`. Vyhledej všechny hodinové úseky v daném intervalu, které **mají spotovou cenu \leq `EFF_MIN`**. U existujícího časového plánu s ID=211 označ vyhledané hodiny jako ty, ve kterých má být časový plán aktivní.

Namísto konstant lze u specifikace počtu hledaných hodin (intervalu), počtu následujících hodin (okno) a dodatečných nákladů použít proměnné. Příklad makra s použitím takových proměnných:

```
SET _INTERVAL CONST 5
SET _WINDOW CONST 24
SET _COSTS CONST 27.5
SCHOPT_SDHE 211 MIN _INTERVAL _WINDOW _COSTS
```

Důležité poznámky:

- Časový plán s daným ID (druhý parametr) **musí existovat** a musí mít v parametru *WeekDay* speciální hodnotu *OPTH*, aby se řídil výsledkem optimalizace.
- Třetí parametr *MIN* nebo *MAX* udává, zda se hledají **minimální nebo maximální ceny**.
- **První hodina je aktuální hodina**. Špičkové hodnoty pro optimalizaci se tedy hledají od času spuštění příkazu zpět od nejbližší celé hodiny. Pokud tedy spustíme příkaz třeba ve 14:13 s výhledem na 12 hodin dopředu, bude zkoumáno časové období mezi dnešními 14:00 hodin

- a zítřejšími 02:00 (celkem dvanáct hodinových úseků). Tento příkaz je tedy většinou vhodné naplánovat na počátku hodiny.
- Poslední parametr je **hodnota dodatečných nákladů** (amortizace) udaných v **EUR / 1 MWh**. Zadává se jako číslo s desetinnou tečkou.
- Daný plán může mít **jakékoliv parametry včetně opakování**, výjimek, apod. Může být i neaktivní. Například, máme-li nějaký plán s opakováním každých 5 minut a budeme ho optimalizovat pomocí příkazu SCHOPT_SCHE, bude se provádět každých 5 minut pouze v optimalizaci vybraných hodinách. Mimo ně se nebude provádět vůbec.
- Minimální hodnota čtvrtého parametru (počet hodin) je 1 a maximální hodnota je hodnota pátého parametru minus 1.
- Minimální hodnota pátého parametru (v kolika následujících hodinách hledat) je 2 a maximální 24.
- V případě, kdy není dostupné měření (odečet hodnoty) spotové ceny (např. se nepodařilo ceny stáhnout), provedení příkazu se přeskočí, aby nedošlo ke špatnému naplánování.

Příkazy SCHOPT_SAHE a SCHOPT_SAHEN

Příkazy **SCHOPT_SAHE** a **SCHOPT_SAHEN** provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen podle toho, jak se cena mění kolem zadané hodnoty. Zkratka „SAHE“ znamená „Spot price Alternating in Hours Electricity“. Písmenko „N“ na konci znamená „negativní“. Příkazy určují podle budoucích spotových cen elektřiny, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SAHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu, ostatní jako zakázané. Oproti tomu SCHOPT_SAHEN vybrané hodiny označuje pro daný plán jako zakázané, ostatní jako povolené. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Příklad pro parametr MIN: Zadáme-li limit například 50 EUR, pak hodina, ve které je cena menší než 50 EUR, a zároveň v předchozí hodině byla cena vyšší nebo rovna 50 EU, označí ji pro vykonání. Následné hodiny s cenou nižší než 50 EUR už označeny nejsou.

Příklad pro parametr MAX: Zadáme-li limit například 50 EUR, pak hodina, ve které je cena vyšší než 50 EUR, a zároveň v předchozí hodině byla cena nižší nebo rovna 50 EU, označí ji pro vykonání. Následné hodiny s cenou vyšší než 50 EUR už označeny nejsou.

Příklad použití optimalizačního příkazu:

Syntaxe: `SCHOPT_SAHE 211 MIN 24 50.5` ← Limit v EUR/MWh

Příkaz ID čas. plánu min/max? Hledání v X násl. hodinách

Význam výše uvedeného příkladu: „Projdi postupně 24 hodinových spotových cen od aktuální hodiny dále. Při každém poklesu z ceny vyšší nebo rovno 50,5 EUR na nižší cenu označ u existujícího časového plánu s ID=211 označ tyto hodiny jako ty, ve kterých má být časový plán aktivní.

Namísto konstant lze u specifikace počtu následujících hodin (okno) a limitní ceny použít proměnné. Příklad makra s použitím takových proměnných:

```
SET _WINDOW CONST 24
SET _LIMIT CONST 50.5
SCHOPT_SAHE 211 MIN _WINDOW _LIMIT
```

Důležité poznámky:

- Časový plán s daným ID (druhý parametr) **musí existovat** a musí mít v parametru **WeekDay speciální hodnotu OPTH**, aby se řídil výsledkem optimalizace.
- Třetí parametr **MIN** nebo **MAX** udává, zda se hledají cenové **poklesy (MIN) nebo vzrůsty (MAX)**.
- **První hodina je aktuální hodina**. Hodnoty pro optimalizaci se tedy hledají od času spuštění příkazu zpět od nejbližší celé hodiny. Pokud tedy spustíme příkaz třeba ve 14:13 s výhledem na 12 hodin dopředu, bude zkoumáno časové období mezi dnešními 14:00 hodin a zítřejšími 02:00 (celkem dvanáct hodinových úseků). Tento příkaz je tedy většinou vhodné naplánovat na počátku hodiny.
- Poslední parametr je **hodnota cenového limitu v EUR / 1 MWh**. Zadává se jako číslo s desetinnou tečkou.
- Daný plán může mít **jakékoliv parametry včetně opakování**, výjimek, apod. Může být i neaktivní. Například, máme-li nějaký plán s opakováním každých 5 minut a budeme ho optimalizovat pomocí příkazu SCHOPT_SAHE, bude se provádět každých 5 minut pouze v optimalizaci vybraných hodinách. Mimo ně se nebude provádět vůbec.
- Minimální hodnota třetího parametru (v kolika následujících hodinách hledat) je 2 a maximální 24.
- V případě, kdy není dostupné měření (odečet hodnoty) spotové ceny (např. se nepodařilo ceny stáhnout), provedení příkazu se přeskočí, aby nedošlo ke špatnému naplánování.

Příkaz SCHOPT_COMP

Příkaz **SCHOPT_COMP** provádí označení hodin daného časového plánu „mezi“ dvěma jinými dříve optimalizovanými plány. Používá se v případech, kdy v časech s maximálními cenami chceme zasílat nějaké příkazy A, v časech s minimálními cenami chceme zasílat nějaké příkazy B a v ostatních časech (tedy „mezi“ nimi) chceme zasílat jiné příkazy C.

Zkratka „COMP“ znamená „Complement“. Příkaz vezme dva před tím optimalizované plány a hodiny, ve kterých není aktivní ani jeden z nich, označí jako aktivní pro právě optimalizovaný plán.

Příklad použití optimalizačního příkazu:

Syntaxe:

```
SCHOPT_COMP 103 101,102
```

Příkaz *ID čas. plánu* *ID plánu 1* *ID plánu 2*

Příklady praktického nastavení optimalizace

Příklad č. 1 – zakázání přetoků elektřiny do sítě při záporné ceně

Mějme například následující situaci: Máme střídač GoogWe připojený do distribuční sítě a zároveň komunikující přes Modbus TCP s jednotku spotProcessor. Při záporné ceně elektřiny je nutné střídači sdělit, že nemá žádnou energii dodávat do sítě. Při kladné ceně pak opět toto nastavení zrušit. Takovou úlohu je možné řešit několika způsoby, zde uvedeme ten nejjednodušší, který vychází z faktu, že v této situaci je nutné poslat do střídače pouze jeden příkaz (zapsat pouze jeden registr) při poklesu ceny pod nulu a jeden příkaz při vzrůstu ceny nad nulu. Pak v konfiguraci postupujeme takto:

- a) Zadáme do konfiguračního souboru **3 nové plány**:

```
[schedule]
#Optimalizace časových plánů 211 a 212, spouštěno v 00:00
ScheduleID=201
Active=true
RelationType=Macro
Action=SPOTPRICE_OPT1.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1d
RepeatWeek=PO-NE
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:30

[schedule]
#Přepnutí střídače do off-grid, reg. 134, 0:offgrid, 1:grid-tied
ScheduleID=211
```



```
Active=true
RelationType=Modbus
Action=06
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=134
IndicatorType=
High=0
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1h
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2024 00:01:00

[schedule]
#Přepnutí střídače do grid-tied, reg. 134, 0:offgrid, 1:grid-tied
ScheduleID=212
Active=true
RelationType=Modbus
Action=06
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=134
IndicatorType=
High=1
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1h
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2024 00:01:00
```

b) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT1.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace plánů 211, 212
#
##Výběr poklesů ceny pod 0 v následujících 24 hodinách
SCHOPT_SAHE 211 MIN 24
##Výběr vzrůstů ceny nad 0 v následujících 24 hodinách
SCHOPT_SAHE 212 MAX 24
EXIT
```

Významné hodnoty jsou zvýrazněny žlutě. Po restartu služby by se automaticky začalo optimalizovat až od půlnoci. Po okamžitou optimalizaci je možné na záložce Ovládání zadat výše uvedené 2 příkazy SCHOPT a kliknout na tlačítko Spustit příkazy. Tím se plány 211 a 212 zoptimalizují a začnou se provádět ihned.

Příklad č. 2 – využití časových konstant Shelly

Mějme například následující situaci: Máme do datové sítě připojeno externí zařízení Shelly č. 10 a na ně máme zapojen ohřev teplé vody v bojleru. Bojler chceme zapínat v noci (mezi 20 – 6 hodin) po dobu 5ti hodin a přes den (mezi 6 – 20 hodin) po dobu 3 hodin. Vždy v intervalech s minimálními spotovými cenami. Budeme využívat toho, že zařízení Shelly má implementovány bezpečnostní konstanty a umí se automaticky vypnout po zadané době. Takže nemusíme zařízení aktivně vypínat – pokud přestaneme posílat signály pro zapnutí, do dvou minut se vypne samo. Pak v konfiguraci postupujeme takto:

c) Zadáme do konfiguračního souboru **3 nové plány**:

```
[schedule]
#Optimalizace nahřívání bojleru od 06:00 (14 hodin)
ScheduleID=201
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/SPOTPRICE_OPT1.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1d
RepeatWeek=PO-NE
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
```

```
StartDate=01.01.2023 06:00:00
```

```
[schedule]
#Optimalizace nahřívání bojleru od 20:00 (10 hodin)
ScheduleID=202
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/SPOTPRICE_OPT2.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1d
RepeatWeek=PO-NE
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 20:00:00
```

```
[schedule]
#Udržení zapnutého bojleru - optimalizace podle spotových cen
ScheduleID=211
Active=true
RelationType=Shelly
Action=TurnOn
MaxTimeOn=2min
MaxTimeOff=
Satellite=10
OrderNum=0
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1min
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:00
```

d) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT1.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace pro 06:00-20:00
#
##Výběr 3 nejlevnějších hodin v následujících 14ti hodinách
SCHOPT_SPHE 211 MIN 3 14
EXIT
```

e) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT2.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace pro 20:00-06:00
#
##Výběr 5 nejlevnějších hodin v následujících 10ti hodinách
SCHOPT_SPHE 211 MIN 5 10
EXIT
```

Významné hodnoty jsou zvýrazněny žlutě. Po restartu služby se začne automaticky optimalizovat. Ve vybraných minimálních hodinách se každou minutu pošle signál zařízení Shelly, aby drželo bojler zapnutý. Mimo vybrané hodiny se tyto signály přestanou posílat a zařízení se automaticky do dvou minut vypne.

Příklad č. 3 – zasílání signálů každou hodinu

Mějme situaci podobnou předchozí. Nebudeme ale využívat bezpečnostních konstant maximálních časů, ale v každé vybrané hodině pošleme jeden signál pro zapnutí a v ostatních hodinách jeden signál pro vypnutí. Potom postupujeme v konfiguraci takto:

a) Zadáme do konfiguračního souboru **4 nové plány**:

```
[schedule]
#Optimalizace nahřívání bojleru od 06:00 (14 hodin)
ScheduleID=201
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/SPOTPRICE_OPT1.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1d
RepeatWeek=PO-NE
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
```

```
ExceptDateTo=  
StartDate=01.01.2023 06:00:00  
  
[schedule]  
#Optimalizace nahřívání bojleru od 20:00 (10 hodin)  
ScheduleID=202  
Active=true  
RelationType=Macro  
Action=/media/extended/spotProcessor/SPOTPRICE_OPT2.mac  
MaxTimeOn=  
MaxTimeOff=  
Satellite=1  
OrderNum=1  
IndicatorType=  
High=  
Low=  
Repeatable=true  
RepeatTime=1d  
RepeatWeek=PO-NE  
DoDateFrom=  
DoDateTo=  
ExceptDateFrom=  
ExceptDateTo=  
StartDate=01.01.2023 20:00:00  
  
[schedule]  
#Zapínání bojleru - optimalizace podle spotových cen  
ScheduleID=211  
Active=true  
RelationType=Shelly  
Action=TurnOn  
MaxTimeOn=  
MaxTimeOff=  
Satellite=10  
OrderNum=0  
IndicatorType=  
High=  
Low=  
Repeatable=true  
RepeatTime=1h  
RepeatWeek=OPTH  
DoDateFrom=  
DoDateTo=  
ExceptDateFrom=  
ExceptDateTo=  
StartDate=01.01.2023 00:01:00  
  
[schedule]
```

```
#Vypínání bojleru - optimalizace podle spotových cen
ScheduleID=212
Active=true
RelationType=Shelly
Action=TurnOff
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=10
OrderNum=0
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1h
RepeatWeek=OPTh
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:30
```

b) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT1.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace pro 06:00-20:00
#
##Interval 3 hodin v následujících 14ti hodinách
SCHOPT_SPHE 211 MIN 3 14
SCHOPT_SPHEN 212 MIN 3 14
EXIT
```

První příkaz naplánuje zapnutí bojleru ve 3 nejlevnějších hodinách. Druhý naplánuje vypnutí mimo tyto 3 hodiny.

c) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT2.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace pro 20:00-06:00
#
##Interval 5ti hodin v následujících 10ti hodinách
SCHOPT_SPHE 211 MIN 5 10
SCHOPT_SPHEN 212 MIN 5 10
EXIT
```

První příkaz naplánuje zapnutí bojleru v 5ti nejlevnějších hodinách. Druhý naplánuje vypnutí mimo těchto 5 hodin.

Významné hodnoty jsou zvýrazněny žlutě. Po restartu služby se začne automaticky optimalizovat. Ve vybraných minimálních hodinách se vždy v danou hodinu a jednu minutu pošle signál modulu Shelly, aby zapnul bojler. Mimo vybrané hodiny se v čase 0 minut, 30 vteřin pošle signál pro vypnutí.

Příklad č. 4 – řízení baterie se zohledněním její amortizace

Mějme situaci, kdy chceme řídit nabíjení a vybití baterie u střídače podle spotové ceny, ale se zohledněním její amortizace. Zde potřebujeme tři různé příkazy (režimy střídače): a) režim prioritního nabíjení baterie; b) režim prioritního vybití baterie; c) režim „mezi“, kdy není preferováno ani nabíjení, ani vybití. Na počátku každé hodiny pošleme jeden ze tří možných signálů pro případnou změnu požadovaného režimu. Řízení střídače bude realizováno pomocí protokolu Modbus, zapsáním určitých hodnot do několika registrů.

Postupujeme v konfiguraci takto:

- a) Zadáme do konfiguračního souboru **4 nové plány**:

```
[schedule]
#Optimalizace řízení nabíjení/vybití baterií - vždy o půlnoci
ScheduleID=201
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/SPOTPRICE_OPT1.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=1d
RepeatWeek=PO-NE
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:00

[schedule]
#Prioritizace nabíjení baterií
ScheduleID=211
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/BATERIE_NAB.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
```

```
RepeatTime=15min
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:30
```

```
[schedule]
#Prioritizace vybíjení baterií
ScheduleID=212
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/BATERIE_VYB.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=15min
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
ExceptDateFrom=
ExceptDateTo=
StartDate=01.01.2023 00:00:30
```

```
[schedule]
#Prioritizace nabíjení baterií
ScheduleID=213
Active=true
RelationType=Macro
Action=/media/extended/spotProcessor/BATERIE_MEZI.mac
MaxTimeOn=
MaxTimeOff=
Satellite=1
OrderNum=1
IndicatorType=
High=
Low=
Repeatable=true
RepeatTime=15min
RepeatWeek=OPTH
DoDateFrom=
DoDateTo=
```



```
ExceptDateFrom=  
ExceptDateTo=  
StartDate=01.01.2023 00:00:30
```

b) Aktualizujeme soubor makra SPOTPRICE_OPT1.mac s následujícím obsahem:

```
##Optimalizace pro řízení baterií  
#Průměr 4 špičkových cen v následujících 24 hodinách, AMO=27,5  
SCHOPT_SCHE 211 MIN 4 24 27.5  
#  
#Průměr 5ti špičkových cen v následujících 24 hodinách, AMO=27,5  
SCHOPT_SCHE 212 MAX 5 24 27.5  
#  
#Doplňkové hodiny  
SCHOPT_COMP 213 211,212  
EXIT
```

První příkaz vybere hodiny s minimální cenou pro nabíjení baterie se zohledněním nákladů na amortizaci podle průměru 4 špičkových cen a označí je do plánu č. 211. Druhý příkaz vybere hodiny s maximální cenou pro vybíjení baterie se zohledněním nákladů na amortizaci podle průměru 5ti špičkových cen a označí je do plánu č. 212. Třetí příkaz označí všechny hodiny, kde jsou plány 211 a 212 neaktivní jako aktivní pro plán 213.

c) Vytvoříme nový soubor makra BATERIE_NAB.mac s následujícím obsahem (příklad pro střídač DEYE a konkrétní preferované proudy):

```
##Příkazy pro prioritizaci nabíjení baterie  
MDB16S 1-108 185 #Max A charge  
MDB16S 1-109 40 #Max A discharge  
MDB16S 1-128 185 #Grid charging start capacity point  
MDB16S 1-129 1 #Generator charging enable  
MDB16S 1-130 1 #Grid charging enable
```

d) Vytvoříme nový soubor makra BATERIE_VYB.mac s následujícím obsahem (příklad pro střídač DEYE a konkrétní preferované proudy):

```
##Příkazy pro prioritizaci vybíjení baterie  
MDB16S 1-108 0 #Max A charge  
MDB16S 1-109 185 #Max A discharge  
MDB16S 1-128 0 #Grid charging start capacity point  
MDB16S 1-129 1 #Generator charging enable  
MDB16S 1-130 0 #Grid charging enable
```

e) Vytvoříme nový soubor makra BATERIE_MEZI.mac s následujícím obsahem (příklad pro střídač DEYE a konkrétní preferované proudy):

```
##Příkazy pro režim řízení baterie podle výkonu
MDB16S 1-108 40 #Max A charge
MDB16S 1-109 40 #Max A discharge
MDB16S 1-128 40 #Grid charging start capacity point
MDB16S 1-129 1 #Generator charging enable
MDB16S 1-130 1 #Grid charging enable
```

Kritické hodnoty jsou zvýrazněny žlutě. Po restartu služby se začne automaticky optimalizovat. V optimalizovaných minimálních hodinách se ve střídači nastaví režim prioritního nabíjení, v maximálních prioritního vybíjení a mimo tyto hodiny se nechá střídač pracovat podle svého algoritmu.

Namísto optimalizace plánů s jednoduchým příkazem zapnutí a vypnutí lze samozřejmě používat i časové plány spouštějící programová makra a obsahují mnoho různých příkazů a podmínek. Možností a kombinací je mnoho – ty už ale záleží na konkrétních potřebách dané implementace.

Použití ve webové aplikaci

Obrazovka *Optimalizace* pomáhá sestavit příkazy makrojazyka pro optimalizaci časových plánů. Tyto příkazy je pak možné zkopírovat do programových maker, která mají pravidelně plán optimalizovat. Detaily jsou popsány v návodu k programu `spotProcessor`.

Dále je na této obrazovce možné zjistit, jak by vypadalo naplánování časových plánů podle určitých parametrů a metod a zjistit aktuální stav naplánování časových plánů typu OPTH službou `spotProcessor`.

(SPHE) Určení špičkových hodin podle budoucí spotové ceny

V nejbližších hodinách určí hodin s spotovou cenou.

Čas. plán ID: Nepřerušeně? Neg? Sestavit příkaz :00

(SDHE) Určení špičkových hodin na základě minimálního rozdílu spotové ceny

V nejbližších hodinách podle průměru hodin s nejvyšší cenou určí všechny hodiny.

Čas. plán ID: Cen.rozdíl: Neg? Sestavit příkaz :00

(SCHE) Určení špičkových hodin na základě dodatečných nákladů akumulace

V nejbližších hodinách podle průměru hodin s nejvyšší cenou určí všechny hodiny.

Čas. plán ID: Dod.nákl.: Neg? Sestavit příkaz :00

(SAHE) Určení hodin při poklesu (resp. vzrůstu) pod (reps. nad) určenou cenu

V nejbližších hodinách vyber hodiny, kdy cena cenový limit.

Čas. plán ID: Cenový limit: Neg? Sestavit příkaz :00

(COMP) Určení doplňkových hodin mezi dvěma optimalizovanými plány

Optimalizovaný čas. plán ID: Plán 1 ID: Plán 2 ID:

Výpis aktuálního naplánování časových plánů OPTH

Veďlejší tlačítko zjistí poslední (aktuální) stav naplánování časových plánů typu OPTH a vypíše je.

Výpisy:

```

Simulation of the plan activity, ID=102 from 12:00 in the next 24 hours (min.diff)
Distribution fees included
Date: 2024-06-24 12:36:14
=====
Hour |13|14|15|16|17|18|19|20|21|22|23|24|01|02|03|04|05|06|07|08|09|10|11|12|
Active? |•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|•|
=====
effMin=161,36, effMax=191,86, diff=30,50
Legend: ACTIVE = •
        INACTIVE = o
        UNKNOWN = ?
=====
Future spot prices [EUR]
Hour Price Chg 0 EUR 244,22
-----
12-13 038,30
13-14 042,20 ++
14-15 036,26 --
15-16 077,37 +++
16-17 095,73 ++
17-18 101,96 +
18-19 127,70 ++
19-20 177,22 +++
20-21 244,22 +++
21-22 206,30 --
22-23 133,72 ---
    
```

Určení špičkových hodin podle budoucí spotové ceny (metoda OPTH_SPHE)

Příkazy makrojazyka SCHOPT_SPHE a SCHOPT_SPHEN provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen. Příkazy podle budoucích spotových cen elektřiny určují, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SPHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu jako aktivní, ostatní jako neaktivní. Oproti tomu SCHOPT_SPHEN (negace) vybrané hodiny označuje jako neaktivní, ostatní jako aktivní. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

V horní části obrazovky je stručný průvodce. Vyplněním polí a kliknutím na tlačítko *Sestavit příkaz* se do textového pole *Výpisy* vypíše sestavený příkaz. Ten je pak možné zkopírovat do nějakého vhodného makra pro optimalizaci požadovaného časového plánu. Kliknutím na tlačítko *Simulovat od času* a zadáním hodiny, od kdy se má perioda uvažovat, se do textového pole *Výpisy* vypíše seznam hodin, ve kterých bude plán aktivní a ve kterých neaktivní. Zaškrtačací políčko *Nepřerušeno?* určuje, zda se hledají nejlevnější hodiny v souvislé řadě za sebou nebo mohou být rozdělené. Přesné fungování příkazu je popsáno v návodu programu spotProcessor v kapitole „Nově implementované příkazy (mimo Modbus)“.

Určení špičkových hodin na základě minimálního rozdílu spotové ceny (metoda OPTH_SDHE)

Příkazy makrojazyka SCHOPT_SDHE a SCHOPT_SDHEN provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen se zohledněním minimálního rozdílu mezi horní a dolní cenovou hladinou. Tento způsob řízení se může s výhodou uplatňovat například při řízení střídačů, kdy se střídače přepínají mezi různými režimy – například preference využití vlastní energie nebo preference přetoku energie do sítě.

Příkazy podle budoucích spotových cen elektřiny určují, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SDHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu jako aktivní, ostatní jako neaktivní. Oproti tomu SCHOPT_SDHEN (negace) vybrané hodiny označuje jako neaktivní, ostatní jako aktivní. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Na obrazovce je stručný průvodce. Vyplněním polí a kliknutím na tlačítko *Sestavit příkaz* se do textového pole *Výpisy* vypíše sestavený příkaz. Ten je pak možné zkopírovat do nějakého vhodného makra pro optimalizaci požadovaného časového plánu. Kliknutím na tlačítko *Simulovat od času* a zadáním hodiny, od kdy se má perioda uvažovat, se do textového pole *Výpisy* vypíše seznam hodin, ve kterých bude plán aktivní a ve kterých neaktivní. Přesné fungování příkazu je popsáno v návodu programu spotProcessor v kapitole „Nově implementované příkazy (mimo Modbus)“.

Určení špičkových hodin na základě dodatečných nákladů akumulace (metoda OPTH_SCHE)

Příkazy makrojazyka SCHOPT_SCHE a SCHOPT_SCHEN provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle budoucích spotových cen se zohledněním dodatečných nákladů na 1 MWh. Tyto dodatečné náklady se mohou s výhodou uplatňovat například při akumulaci energie (nabíjení / vybíjení baterií), kdy baterie mají svoji životnost určenu předpokládaným počtem nabíjecích cyklů. Každý takový nabíjecí cyklus lze ohodnotit nějakými náklady (amortizace; obvykle pořizovací cena / počtem předpokládaných nabíjecích cyklů). Nabíjet/vybíjet baterie je pak vhodné pouze v situaci, kdy rozdíl spotových cen je vyšší než příslušná amortizace.

Příkazy podle budoucích spotových cen elektřiny určují, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SPCH vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu jako aktivní, ostatní jako neaktivní. Oproti tomu SCHOPT_SPCHN (negace) vybrané hodiny označuje jako neaktivní, ostatní jako aktivní. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Na obrazovce je stručný průvodce. Vyplněním polí a kliknutím na tlačítko *Sestavit příkaz* se do textového pole *Výpisy* vypíše sestavený příkaz. Ten je pak možné zkopírovat do nějakého vhodného makra pro optimalizaci požadovaného časového plánu. Kliknutím na tlačítko *Simulovat od času* a zadáním hodiny, od kdy se má perioda uvažovat, se do textového pole *Výpisy* vypíše seznam hodin, ve kterých bude plán aktivní a ve kterých neaktivní. Přesné fungování příkazu je popsáno v návodu programu spotProcessor v kapitole „Nově implementované příkazy (mimo Modbus)“.

Příklad výpočtu amortizace:

Pořizovací cena baterie ke střídači = 30.000 Kč, kapacita baterie = 7,1 kWh a předpokládaný počet nabíjecích cyklů = 6.000. Celková uložitelná energie do baterií je tedy 42.600 kWh a vydělením předpokládaným počtem nabíjecích cyklů dostaneme hodnotu amortizace přibližně 0,7 Kč / kWh – tj. 700 Kč/MWh (resp. 27,5 EUR/MWh). Toto číslo by se tak napsalo do pole *Dodat.nákl.* s určením příslušné měny CZK (resp. EUR).

Určení hodin při poklesu (resp. vzrůstu) pod (resp. nad) určenou spotovou cenu (metoda OPTH_SAHE)

Příkazy makrojazyka SCHOPT_SAHE a SCHOPT_SAHEN provádí optimalizaci časových plánů (jejich přeplánování) podle toho, jak se cena mění kolem zadané hodnoty. Tento způsob řízení se může s výhodou uplatňovat například při řízení střídačů, kdy se střídače přepínají mezi různými režimy – například preference využití vlastní energie nebo preference přetoku energie do sítě nebo při zasílání upozornění (alertů) při nestandardní ceně.

Příkazy podle budoucích spotových cen elektřiny určují, v jakých následujících maximálně 24 hodinách se má daný plán spouštět a v jakých ne. Příkaz SCHOPT_SAHE vybrané hodiny označuje pro spouštění daného plánu jako aktivní, ostatní jako neaktivní. Oproti tomu SCHOPT_SAHEN (negace) vybrané hodiny označuje jako neaktivní, ostatní jako aktivní. První hodina pro optimalizaci je aktuální hodina do nejbližší celé hodiny.

Nā obrazovce je stručný průvodce. Vyplněním polí a kliknutím na tlačítko *Sestavit příkaz* se do textového pole *Výpisy* vypíše sestavený příkaz. Ten je pak možné zkopírovat do nějakého vhodného makra pro optimalizaci požadovaného časového plánu. Kliknutím na tlačítko *Simulovat od času* a zadáním hodiny, od kdy se má perioda uvažovat, se do textového pole *Výpisy* vypíše seznam hodin, ve kterých bude plán aktivní a ve kterých neaktivní. Přesné fungování příkazu je popsáno v návodu programu spotProcessor v kapitole „Nově implementované příkazy (mimo Modbus)“.

Určení doplňkových hodin mezi dvěma optimalizovanými plány (metoda SCHOPT_COMP)

Příkaz makrojazyka SCHOPT_COMP provádí označení hodin daného časového plánu „mezi“ dvěma jinými dříve optimalizovanými plány. Používá se v případech, kdy v časech s maximálními cenami chceme zasílat nějaké příkazy A, v časech s minimálními cenami chceme zasílat nějaké příkazy B a v ostatních časech (tedy „mezi“ nimi) chceme zasílat jiné příkazy C. Příkaz vezme do úvahy dva už optimalizované plány a hodiny, ve kterých není aktivní ani jeden z nich, označí jako aktivní pro právě optimalizovaný plán.

Výpis aktuálního naplánování časových plánů OPTH

Služba spotProcessor podle svého nastavení automaticky provádí výpočty a přeplánování časových plánů OPTH. Pro zjištění, jaký je aktuální stav těchto časových plánů slouží tlačítko *Zjistit naplánování*. Po kliknutí na toto tlačítko se vypíše polední (tedy nejaktuálnější) stavy naplánování. V horní části výpisu je tabulka se všemi nalezenými OPTH plány: jejich ID a stav aktivních a neaktivních hodin (01-24). V dolní části je pak uvedeno, kdy byl poslední plán proveden a jakou metodou.



Vedlejší tlačítko zjistí poslední (aktuální) stav naplánování časových plánů typu OPTH a vypíše je.

Výpisy:

```

Known OPTH schedules and their current plans
Date: 2024-03-31 08:35:24
=====
Hour | 01|02|03|04|05|06|07|08|09|10|11|12|13|14|15|16|17|18|19|20|21|22|23|24|
ID 101 | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
ID 102 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
ID 201 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
ID 202 | o | o | o | o | o | o | • | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
Legend: ACTIVE = •
        INACTIVE = o
        UNKNOWN = ?

ID 101 | Planned 2024-03-24 19:48:20, method SCHOPT_SCHE
ID 102 | Planned 2024-03-24 19:28:20, method SCHOPT_SDHE
ID 201 | Planned 2024-03-24 20:15:21, method SCHOPT_SCHE
ID 202 | Planned 2024-03-24 20:15:21, method SCHOPT_SDHE
    
```