

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Potřebná technická protiopatření jsou rozsáhlá, náročná a nákladná, zahrnují zejména:

- Vývoj a instalace řídicích a ochranných prostředků zcela nových kvalitativních vlastností a schopností rozměrů ve všech oblastech.
- Navýšení výkonových kapacit opět ve všech složkách ES.
- Instalace silových vybavení nového typu („smart“)² umožňující řešit nové podmínky (transformátory, akumulace, kompenzace, ...).
- Posílením odolnosti systému na negativní dopady (izolační úrovně, připravenost spotřebičů na výkyvy, výpadky...).

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Na základě negativních zkušeností a s ohledem budoucí další pravděpodobné rozšíření OZE vydalo EU

„**Nařízení Komise (EU) 2016/631**“*,

(network code on requirements for grid connection of generators - alias požadavky RfG),

což je rozsáhlá direktiva, kterou se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení a provoz výroben k elektrizační soustavě.

- Platnost je v plném rozsahu pro nově připojovaná zařízení.
- Toto nařízení vstupuje v platnost dvacátým dnem po vyhlášení v Úředním věstníku Evropské unie (14. dubna 2016).
- Nařízení je závazné v celém rozsahu a přímo použitelné ve všech členských státech EU.

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „**Nařízením Komise (EU) 2016/631**“ jsou zejména:

- Dodávaný činný výkon bude odpovídat změnám frekvence v síti podle určité charakteristiky.
- Schopnost dodávky a možnost regulace jalového výkonu.
- Výrobní modul musí být schopen zůstat připojený k soustavě a pracovat v relativně širokých rozsazích frekvencí a velikosti napětí popřípadě splňovat funkcionalitu překlenutí poruchy.
- Zajištění regulace činného výkonu s cílem obnovení frekvence.

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

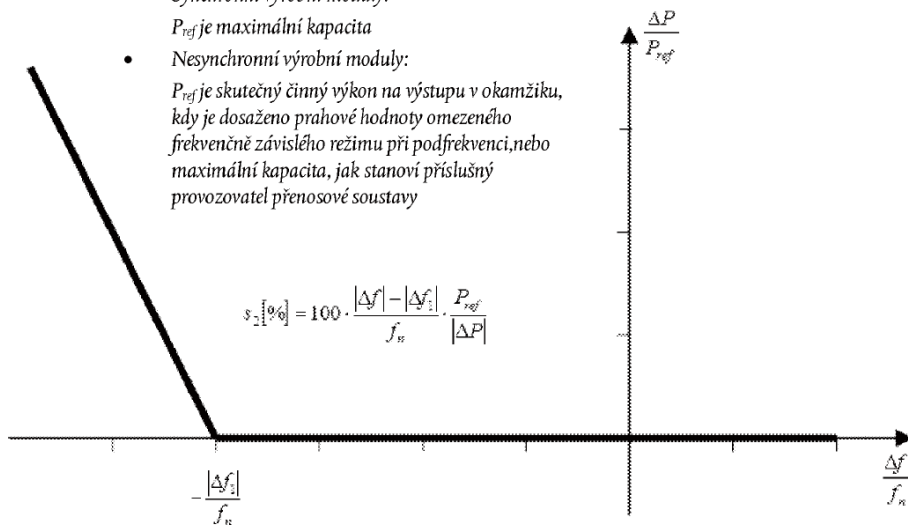
Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci.

Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

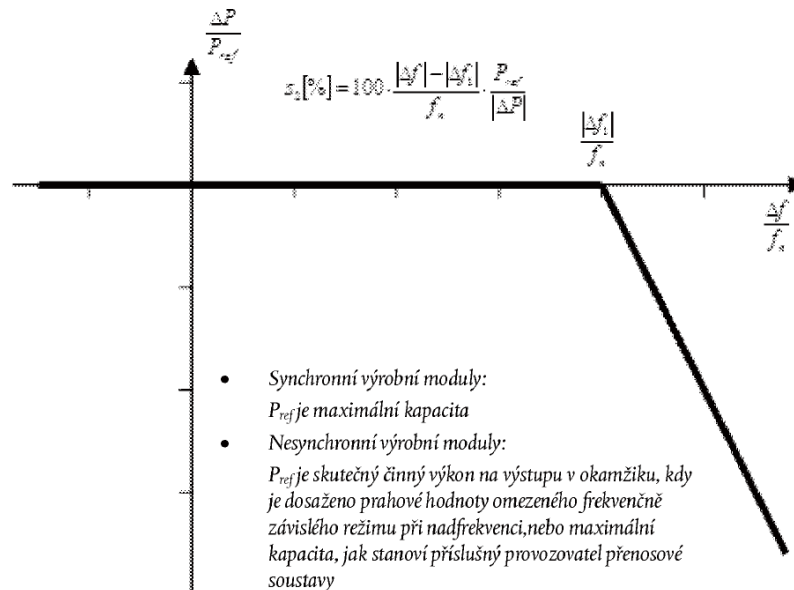
- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

$$\varepsilon_{-1}[\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_i|}{f_n} \cdot \frac{P_{ref}}{|\Delta P|}$$



Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

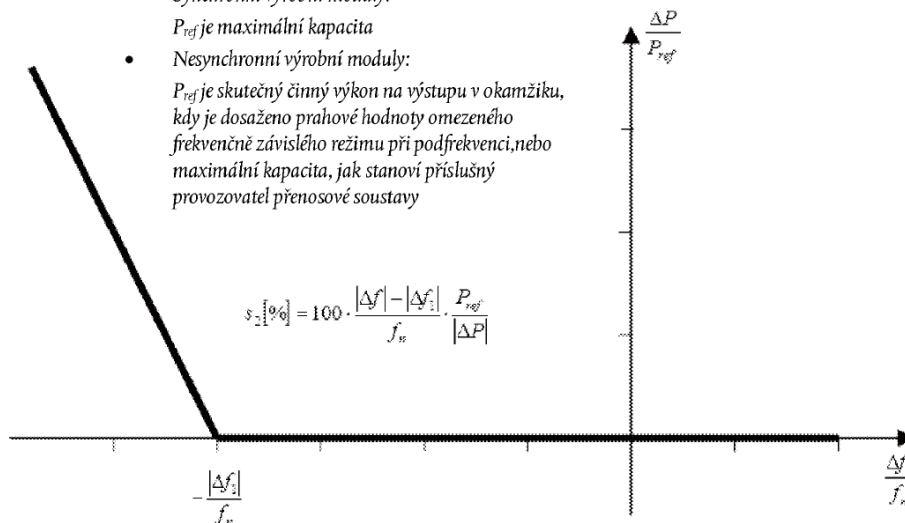


Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

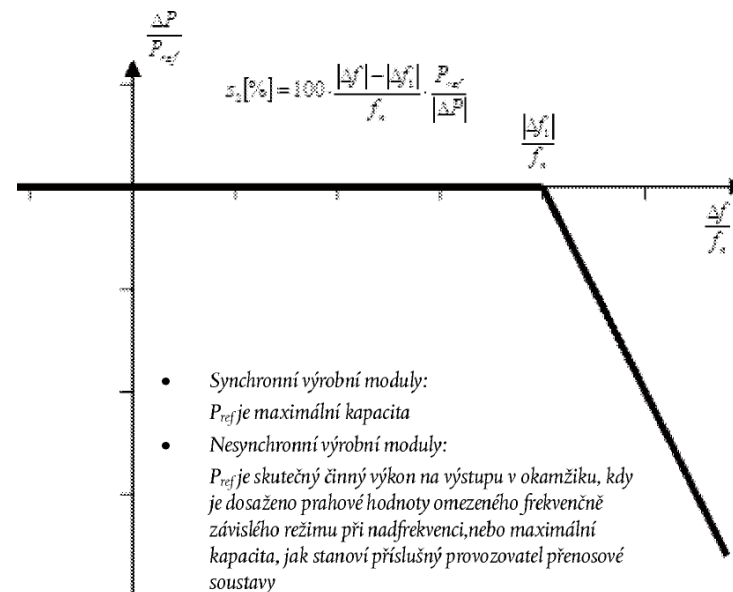
Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy



venční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci.



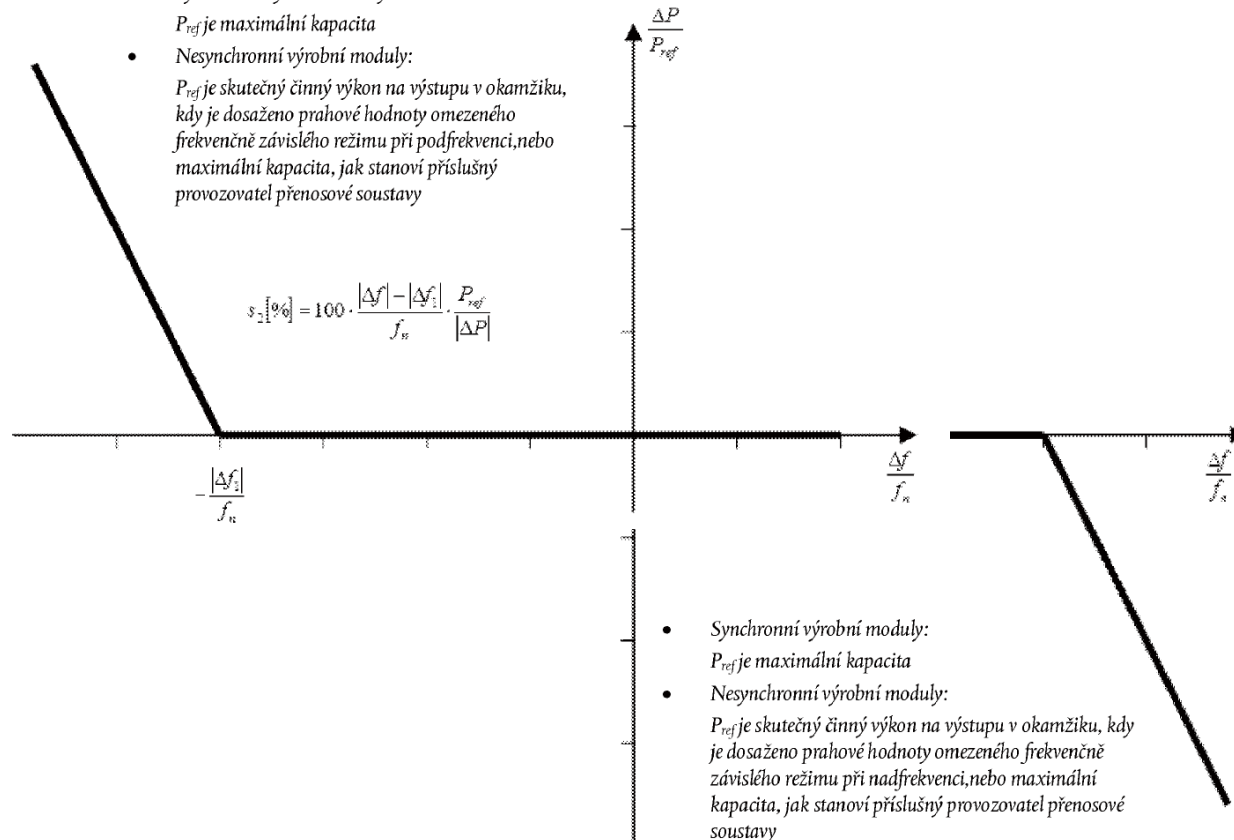
- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy



- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

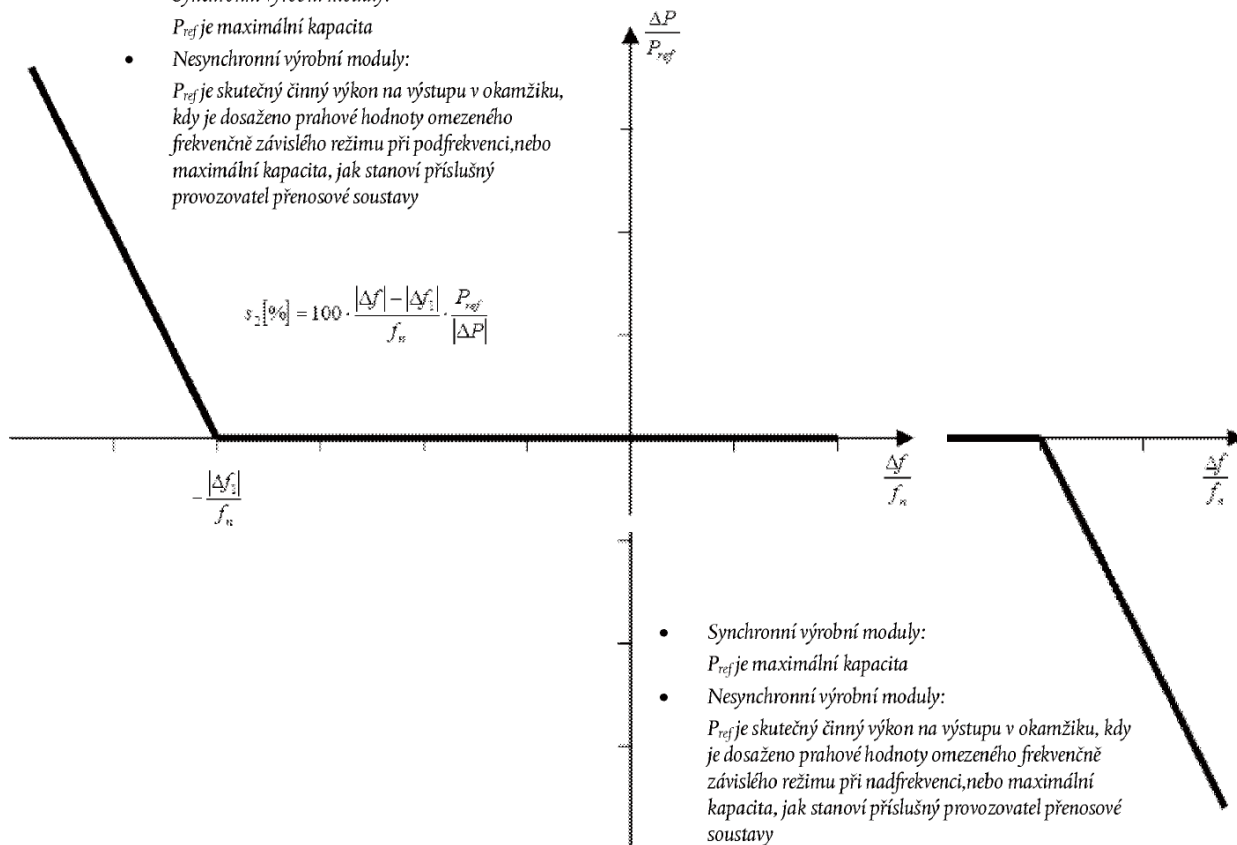
Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

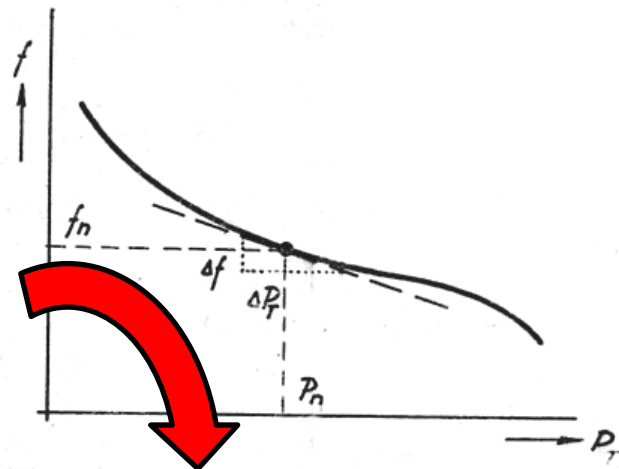
Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

$$s_{-2}[\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_c|}{f_n} \cdot \frac{P_{ref}}{|\Delta P|}$$



- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy



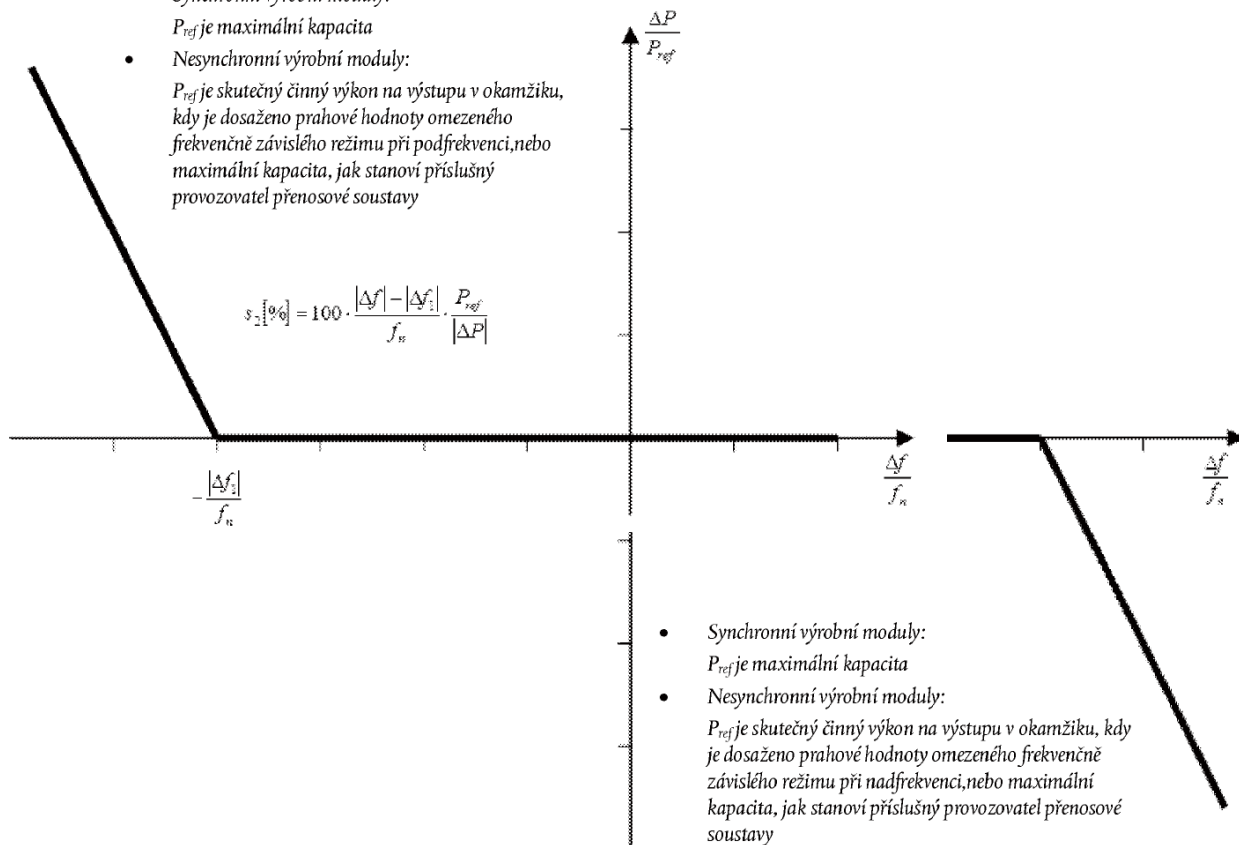
Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

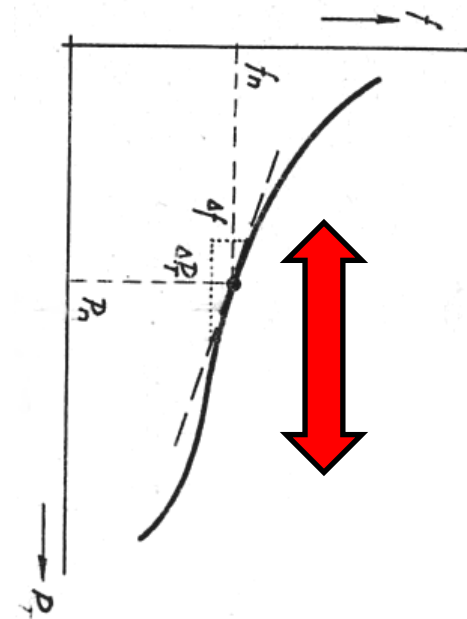
Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

$$s_{\Delta P} [\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_c|}{f_n} \cdot \frac{P_{ref}}{|\Delta P|}$$



- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy



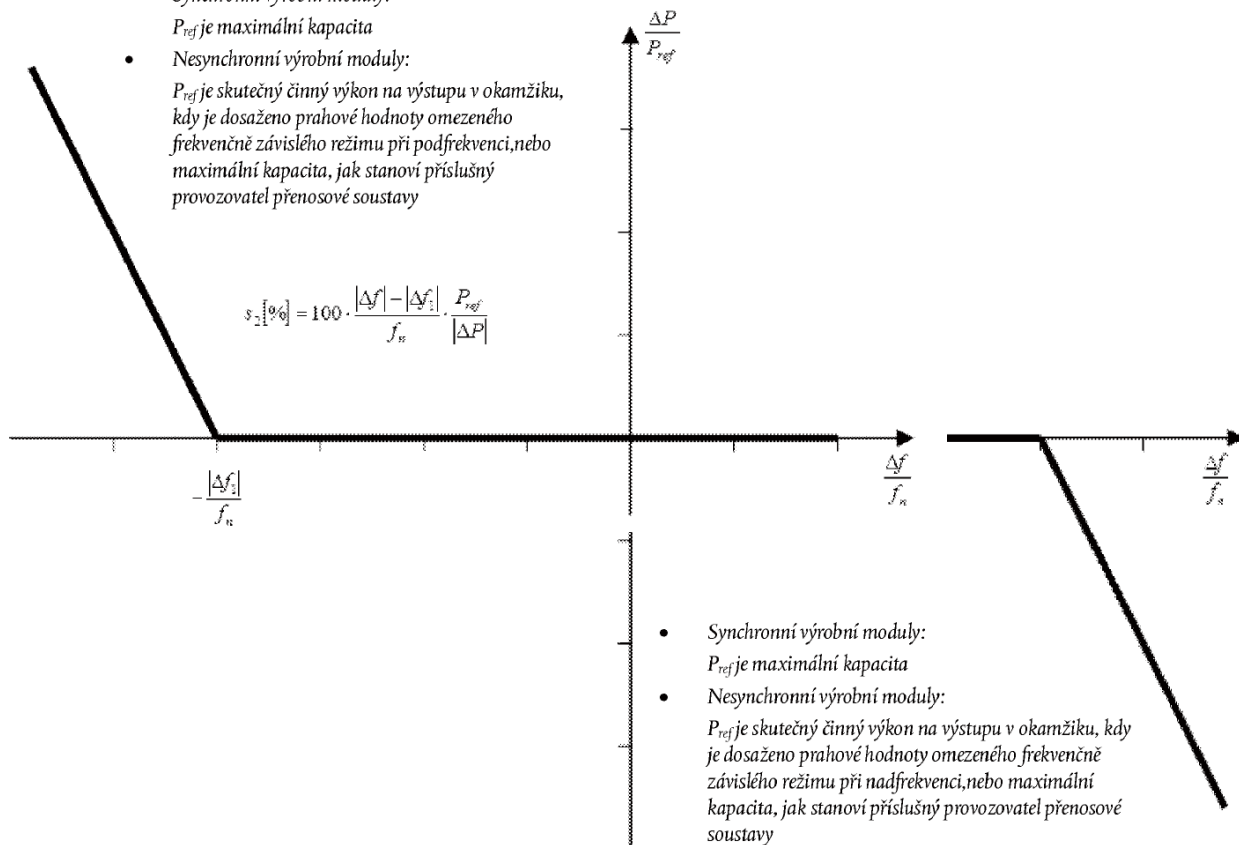
Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „Nařízením Komise (EU) 2016/631“

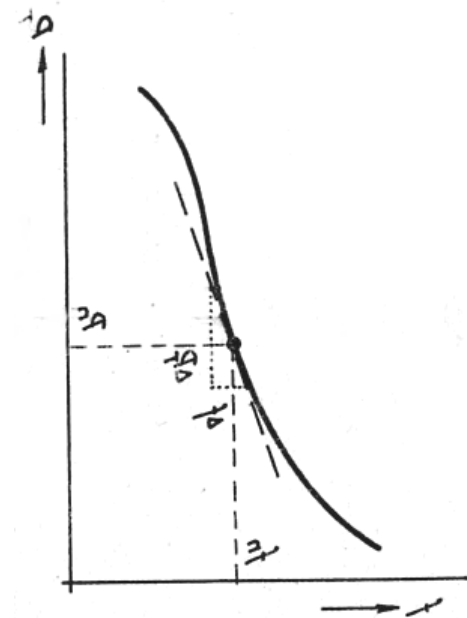
Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci.

- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při podfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

$$s_{-2}[\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_1|}{f_n} \cdot \frac{P_{ref}}{|\Delta P|}$$



- Synchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
 P_{ref} je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy



Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Klíčové požadavky specifikované pro různé druhy výrobních modulů „**Nařízením Komise (EU) 2016/631**“ jsou zejména:

- Podporovaný přechod na vlastní spotřebu a možnost podílení se na ostrovním provozu.
- Schopnost „Startu ze tmy“, obnovení činného výkonu po poruše a rychlého opětovného přifázování (není požadováno pro OZE).
- Poskytování v místě připojení rychlý poruchový proud v případě významných zkratových poruch.
- Pokročilé regulační vlastnosti činného výkonu:
 - Funkce systémového stabilizátoru
 - Řízení tlumení výkonových oscilací
 - Umělá setrvačnost během velmi rychlých odchylek frekvence

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Ověření způsobilosti a prokázání splnění požadavků
 „**Nařízením Komise (EU) 2016/631**“ je nutné zajistit:

| Functions and capabilities | Český název zkoušky nebo simulace | Synchronní VM | | | Nesynchronní VM | | |
|---|---|---------------|---------------------------|------|-----------------|--------------|------|
| | | B | C | D | B | C | D |
| LFSM-O response | Odezva v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci | 44.1 51.2 | | | 47.1 54.2 | | |
| LFSM-U responses | Odezva v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci | | 45.2 52.2 ¹ | | | 48.3 55.2 | |
| FSM response | Odezvy ve frekvenčně závislém režimu | | 45.3 52.3 | | | 48.4 55.3 | |
| Frequency restoration control | Regulace s cílem obnovení frekvence | | 45.4 | | | 48.5 | |
| Black start capability | Schopnost startu ze tmy | | 45.5 | | | | |
| Tripping to house-load capability | Schopnost rychlého opětovného přifázování – vypínací zkouška | | 45.6 | | | | |
| Reactive power capability | Schopnost dodávat jalový výkon | | 45.7 52.4 | | | 48.6 55.6 | |
| Active power controllability | Schopnost regulovat činný výkon | | | | | 48.2 | |
| Voltage control | Schopnost regulovat napětí | | | | | 48.7 | |
| Reactive power control | Schopnost regulovat jalový výkon | | | | | 48.8 | |
| Power factor control | Schopnost regulovat účinníku | | | | | 48.9 | |
| Fault-ride-through capability | Schopnost překlenout poruchu | 51.3 | | 53.4 | 54.4 | | 56.3 |
| Post fault active power recovery | Obnovení činného výkonu po poruše | 51.4 | | | 54.5 | | |
| Island operation capability | Schopnost ostrovního provozu | | 52.4 | | | 55.4 | |
| Power oscillation damping control (PSS) | Tlumení výkonových oscilací | | | 53.2 | | 55.7 | |
| Capability of providing synthetic inertia | Schopnost zajišťovat umělou setrvačnost | | | | | 55.5 | |
| Fast fault current activation | Dodávka rychlého poruchového proudu | | | | 54.3 | | |

| |
|--------------------|
| Simulace |
| Zkoušky |
| Simulace i zkoušky |

[K. Máslo:
 Zkoušky a simulace
 pro prokázání splnění
 požadavků RfG]
 CIRED PS 4.2 Distribuční
 systémy s velkým podílem
 rozptýlených zdrojů

Nutná technická opatření zvláště v souvislosti s direktivou EU

Ověření způsobilosti a prokázání splnění požadavků
„**Nařízením Komise (EU) 2016/631**“ přináší obtíže:

- Měření:
 - technicky a odborně náročná
 - předpokládají již provozuschopnou instalaci nebo alespoň komponenty
 - vyžadují komplikované organizační podmínky.
- Simulace:
 - Vyžadují podrobnou znalost funkčnosti komponent:
 - Princip klíčové komponenty nesynchronních OZE – měniče je netransparentní, neodpovídající, nebo nevhodný pro modelování
 - Detailní parametry chování jsou nedostupné
 - Kombinují problematiku přechodných dějů elektro-magnetických a elektro-mechanických