

### Exempel. LER-resurs med följande dimensionering:

Max produktion (inmatning till nät),  $P_p=1$  MW

Max konsumtion (uttag från nät)  $P_k=1$  MW

Energilagerstorlek  $E_{max}=1$  MWh

#### 1) Enbart FCR-N

Driftläge: Referenseffekt = 0 MW

Energiladdningsnivå vid leveransperiodens start (SOC),  $E_0=0,5$  MWh

FCR-N kapacitet  $C_{FCR-N} = 0,5$  MW

NEM, uppreglering:  $0,34 C_{FCR-N} = 0,17$  MW

NEM, nedreglering:  $0,34 C_{FCR-N} = 0,17$  MW

Kontroll av tillräcklig effekt:

Produktion:  $1,34 C_{FCR-N} = 0,67 \leq P_p$

Konsumtion:  $1,34 \cdot C_{FCR-N} = 0,67 \leq P_k$

Kontroll av tillräcklig energi (1h):

Produktion:  $1 \cdot C_{FCR-N} = 0,5 \leq E_0$

Nedreglering:  $1 \cdot C_{FCR-N} = 0,5 \leq E_{max} - E_0$

Slutsats: Givet en referenseffekt på 0 MW och en energiladdningsnivå på 0,5 MW vid leveransperiodens start så är maximal FCR-N-kapacitet 0,5 MW. Energilagerstorleken är begränsande.

#### 2) Enbart FCR-D upp

Driftläge: Referenseffekt = 0 MW

Energiladdningsnivå vid leveransperiodens start (SOC),  $E_0=1$  MWh

FCR-D kapacitet  $C_{FCR-D,upp} = 1$  MW

NEM, uppreglering: 0 MW

NEM, nedreglering:  $0,2 \cdot C_{FCR-D,upp} = 0,2$  MW

Kontroll av tillräcklig effekt:

Produktion:  $1 \cdot C_{FCR-D,upp} = 1 \leq P_p = 1$  MW

Konsumtion:  $0,2 \cdot C_{FCR-D,upp} \leq P_k = 0,2$  MW

Kontroll av tillräcklig energi (1/3h):

Produktion:  $1/3 \cdot C_{FCR-D,upp} = \frac{1}{3} \cdot 1 = 0,33$  MWh  $\leq E_0$

Slutsats: Givet en referenseffekt på 0 MW och en energiladdningsnivå på minst 0,33 MWh vid leveransperiodens start så är maximal FCR-D upp-kapacitet 1 MW. Produktionseffekten (inmatning till nät) är begränsande.

### 3) FCR-D upp och FCR-D ner

Driftläge: Referenseffekt = 0 MW

Energiladdningsnivå vid leveransperiodens start (SOC),  $E_0 = 0,5$  MWh

FCR-D upp kapacitet  $C_{FCR-D\ upp} = 0,83$  MW

FCR-D ned kapacitet  $C_{FCR-D\ ned} = 0,83$  MW

NEM, uppreglering:  $0,2 C_{FCR-D, ned} = 0,17$  MW

NEM, nedreglering:  $0,2 C_{FCR-D, upp} = 0,17$  MW

Kontroll av tillräcklig effekt:

Uppreglering:  $1,2 \cdot C_{FCR-D} = 1 \leq P_p$

Nedreglering:  $1,2 \cdot C_{FCR-D} = 1 \leq P_k$

Kontroll av tillräcklig energi (1/3h):

Uppreglering:  $1/3 \cdot C_{FCR-D, upp} = \frac{1}{3} \cdot 0,83 = 0,28$  MWh  $\leq E_0$

Nedreglering:  $1/3 \cdot C_{FCR-D, ned} = \frac{1}{3} \cdot 0,83 = 0,28$  MWh  $\leq E_{max} - E_0$

Slutsats: Givet en referenseffekt på 0 MW och en energiladdningsnivå mellan 0,28 och 0,72 MWh vid leveransperiodens start så är maximal FCR-D-upp-kapacitet 0,83 MW och FCR-D-ned-kapacitet 0,83 MW. Produktionseffekten (inmatning till nät) är begränsande för FCR-D upp och konsumtionseffekten (uttag från nät) är begränsande för FCR-D ned.

#### 4) FCR-N, FCR-D upp och FCR-D ner

Driftläge: Referenseffekt = 0 MW

Energiladdningsnivå vid leveransperiodens start (SOC),  $E_0 = 0,5$  MWh

FCR-N kapacitet  $C_{FCR-N} = 0,34$  MW

FCR-D upp kapacitet  $C_{FCR-D upp} = 0,44$  MW

FCR-D ned kapacitet  $C_{FCR-D ned} = 0,44$  MW

FCR-N NEM, uppreglering =  $0,34 C_{FCR-N} = 0,12$  MW

FCR-N NEM, nedreglering =  $0,34 C_{FCR-N} = 0,12$  MW

FCR-D NEM, uppreglering =  $0,2 C_{FCR-D, ned} = 0,09$  MW

FCR-D NEM, nedreglering =  $0,2 C_{FCR-D, upp} = 0,09$  MW

Kontroll av tillräcklig effekt:

$$1,34 \cdot C_{FCR-N} + 1 \cdot C_{FCR-D, upp} + 0,2 \cdot C_{FCR-D, ned} = 1 \leq P_p$$

$$1,34 \cdot C_{FCR-N} + 1 \cdot C_{FCR-D, ned} + 0,2 \cdot C_{FCR-D, upp} = 1 \leq P_k$$

Kontroll av tillräcklig energi:

$$\text{Uppreglering: } 1 \cdot C_{FCR-N} + \frac{1}{3} \cdot C_{FCR-D, upp} = 0,5 \text{ MWh} \leq E_0$$

$$\text{Nedreglering: } 1 \cdot C_{FCR-N} + \frac{1}{3} \cdot C_{FCR-D, ned} = 0,5 \text{ MWh} \leq E_{max} - E_0$$

Slutsats: Givet en referenseffekt på 0 MW och en energiladdningsnivå på 0,5 MWh vid leveransperiodens start så är samtidig leverans av 0,34 MW FCR-N, 0,44 MW FCR-D-upp och 0,44 MW FCR-D-ned möjlig. Då är både effekt och energi begränsande. Även andra kombinationer av reserverna är möjliga.

5) **Specialfall: FCR-D upp med nollskild referenseffekt** (driftfallet kan inte användas mer än en timme)

Driftläge: Referenseffekt,  $P_{ref} = -0,665$  MW

Energiladdningsnivå vid leveransperiodens start (SOC),  $E_0 = 0,335$  MWh

FCR-D kapacitet  $C_{FCR-D,upp} = 1,665$  MW

NEM, uppreglering: 0 MW

NEM, nedreglering:  $0,2 \cdot C_{FCR-D,upp} = 0,33$  MW

Kontroll av tillräcklig effekt vid aktivering:

Produktion:  $1 \cdot C_{FCR-D,upp} + P_{ref} = 1,665 + (-0,665) = 1 \leq P_p$

Konsumtion:  $0,2 \cdot C_{FCR-D,upp} = 0,33 \leq P_k$

Kontroll av tillräcklig energi (1/3h):

Energiniån vid olika tidpunkter,  $E_{SOC}(t)$ , måste vara möjlig med avseende på energireservens storlek och med avseende på att FCR-D måste kunna aktiveras när som helst och då ha minst 20 minuters uthållighet. Det vill säga kravet är att:

$$0,33 \cdot (C_{FCR-D,upp} + P_{ref}) \leq E_{SOC}(t) \leq E_{max}$$

Eller med siffrorna i detta exempel,  $0,33 \leq E_{SOC}(t) \leq 1$ .

Energiniån vid  $t=0$  är:  $E_0 = 0,335$  MWh.

Energiniån vid  $t=30$  min (om FCR-D ännu inte aktiverats), är:

$$E_{SOC} = E_0 - 0,5 \cdot P_{ref} = 0,67 \text{ MWh.}$$

Energiniån vid  $t=60$  min (om FCR-D ännu inte aktiverats), är:

$$E_{SOC} = E_0 - 1 \cdot P_{ref} = 1 \text{ MWh.}$$

Slutsats: Under en enskild timme är leverans av 1,665 MW FCR-D-*upp*-kapacitet möjlig, givet att referenseffekten sätts till -0,665 MW och att energiladdningsnivån vid timmens start är 0,335 MW.