UPPSALA
UNIVERSITET

Examensarbete 30 hp
Juni 2013

Förändringar av marknadsdesign och deras påverkan på balanshållningen i det svenska kraftsystemet

En kartläggning och analys av de balansansvarigas arbetsgång

Daniel Pogosjan
Joakim Winberg

UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
http://www.teknat.uu.se/student

Abstract

Förändringar av marknadsdesign och deras påverkan på balanshållningen i det svenska kraftsystemet

Changes in Market Design and their Impact on the Balancing of the Swedish Power System

Daniel Pogosjan, Joakim Winberg

A future expansion of wind power in the Nordic power system makes the balancing for the transmission system operator Svenska Kraftnät (SvK) more complicated. Up to the hour of delivery the balance responsible parties' (BRP) makes prognoses and plans, for consumption and production, to help maintain the balance in the electrical grid. How well this is accomplished is affected by the setup of the market design. Therefore SvK has proposed the following possible changes in market design:

• Increase imbalance costs
• Intensify regulation of imbalances
• Increase time resolution on the different markets
• Present prices for balancing power in real-time
• Modify the balancing market to simplify auction of consumption bids

A mapping over the BRPs' processes within planning and trading on the day-ahead, intra-day, and the balancing market has been performed in this thesis. This mapping shows that the actual processes differ from the theoretical. How they differ depends on the size of the BRP, hence a categorization has been carried out with regards to their share of production in the electrical grid. The results show that the different market changes affect the categories in different ways as well.

The analysis shows that increased imbalance costs, intensified regulation of imbalances and modification of the balancing market to simplify auction of consumption bids are the most beneficial changes from the systems perspective. Finally a discussion covers how these changes could be conducted, along with the possible implications that might occur. Implications could be increased electricity prices and economies of scale for larger BRP's.

Handledare: Elin Broström
Ämnesgranskare: Mikael Bergkvist
Examinator: Elísabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTEC STS13 021

Populärvetenskaplig sammanfattning

Det intermittenta kraftslag som expanderar kraftigast i Sverige är vindkraften. I takt med att mer intermittent kraft byggs ut och integreras i det nordiska kraftsystemet ökar behovet av reglerresurser. Enligt rapporten *Integrering av vindkraft (2013)* framtagen av Svenska Kraftnät innebär prognosen om 17-20 TWh vindkraft år 2025 att behovet av reglerkraft kommer att behöva öka med mellan 500 och 1 400 MW. Detta för att balansera produktion och förbrukning i driftskedet. Exakt hur stort behovet faktiskt blir är beroende på hur de balansansvariga företagen arbetar. Ett företag med balansansvar är ett energibolag som har tagit på sig ansvaret att prognostisera och planera förbrukning och produktion för att dessa ska vara i balans. Det som avgör hur de balansansvariga företagen arbetar är den existerande marknadsdesignen för prognostisering, planering och handel i det svenska kraftsystemet.

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Svenska Kraftnät med syftet att undersöka hur balansansvariga företag planerar handel och produktion för att upprätthålla sin balans. De förändringar av marknadsdesign som har föreslagits av Svenska Kraftnät (SvK) för att lösa den framtida balanshållningen i det svenska kraftsystemet är:

- Ökade kostnader för de balansansvariga att vara i obalans
- Skärpt övervakning av obalanser
- Införa kvartsavräkning
- Anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud
- Publicering av reglerkraftpriser i realtid

Frågeställningen i detta examensarbete var således hur marknadsmodellen skulle kunna ändras för att öka tillgången på reglerresurser, men även minska behovet av dem. Målet var att formulera en rekommendation för vilka incitament och krav som ska implementeras av SvK. En noggrann kartläggning över hur den fysiska elhandeln går till teoretiskt har tillsammans med de balansansvarigas faktiska arbetsgång legat till grund för de resonemangen som förs.

Det empiriska materialet har samlats in genom litteraturstudier och kvalitativa intervjuer. Respondenter valdes genom rekommendation från handledare på SvK. Respondenterna som deltog arbetade hos de balansansvariga företagen, systemoperatören SvK och elbörsen Nord Pool Spot.

Efter intervjuer visade det sig att den faktiska arbetsgången för de balansansvariga företagen skiljde sig från den teoretiska, men även beroende på deras storlek. En kategorisering gjordes utifrån små aktörer (BA A), stora aktörer (BA B) och aktörer med stor andel vind i sin produktionsmix (BA Vind). Resultatet visar att BA A skulle förbättra sin balanshållning vid samtliga förändringar av marknadsdesign förutom vid *införandet av kvartsavräkning* då mängden obalanser skulle vara oförändrat. BA B och BA Vind skulle istället förbättra sin balanshållning vid införandet av *ökade kostnader för att vara i obalans*, samt vid en *anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud.* Deras arbetsgång skulle inte påverkas nämnvärt av *skärpt övervakning av obalanser* eller *införandet av kvartsavräkning* och därför inte heller balanshållningen.

Men de menar att balanshållningen skulle påverkas negativt vid en *publicering av reglerkraftpriser i realtid.*
Analysen visar att *ökade kostnader för att vara i obalans, skärpt övervakning av obalanser* och *anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud* skulle påverka balanshållningen mest positivt ur ett systemperspektiv.

Diskussionen lyfter fram att vid en framtida utbyggnad av vindkraft, då behovet av reglerresurser kommer att öka, kan *ökade kostnader för att vara i obalans* vara det incitament som skall implementeras av SvK, trots att det kan leda till högre elpriser för slutkunden. *Skärpt övervakning av obalanser* kan göras genom att tydliggöra obalans-index för förbrukning och produktion. Problematiken som finns kring dessa obalans-index är var gränsen ska gå för att eventuella straff eller uppföljningar skall uppstå. Gränsen för vad som definieras som obalans måste fastslås och kommuniceras till de balansansvariga företagen. De som inte har resurser att hålla balansen bättre än i dagsläget måste öka bemanningen och det leder till högre totala kostnader, vilket i förlängningen gör att de mindre aktörerna kan utkonkurreras av de stora. Ett annat sätt att öka antalet reglerresurser är att underlätta för förbrukningsbud på reglerkraftmarknaden. BA A, BA B och BA Vind är eniga om att detta skulle kunna genomföras i större utsträckning och att det kan bidra till en bättre balanshållning.

Arbetsfördelning

Detta examensarbete har författats av Daniel Pogosjan och Joakim Winberg. I detta avsnitt tydliggörs arbetsfördelningen mellan författarna under examensarbetet. Sektion 1 med inledning och syfte är framtaget tillsammans. Metoderna har använts av båda författarna på likvärdigt sätt men de är till merparten skrivna av Pogosjan. I sektion 3 är majoriteten av ”Elproduktion och konsumtion” (3.1) samt ”Balansansvar” (3.6) skrivna av Winberg medan de resterande delarna till största del är författade av Pogosjan. Inledningen i sektion 4 är skriven av Winberg. Vidare är ”Spotmarknaden Elspot” (4.1.1), ”Intradagmarknaden Elbas” (4.1.2) och ”Reglerkraftmarknaden” (4.1.3) beskrivna av Pogosjan medan budstrategierna (4.1.1.1, 4.1.2.1, 4.1.3.1) är skrivna av Winberg. Sektionerna 4.2 - 4.4 är framförallt skrivna av Pogosjan. Sektion 5 om de balansansvariga i SE3 är framtagen tillsammans, men nedskriven av Winberg. Den avslutande sammanfattningen i 5.1.4 är dock skriven tillsammans. Sektion 6 är även den framtagen av författarna tillsammans, men till större delen nedskriven av Pogosjan. ”Analys av resultat” (7) samt ”Diskussion och slutsatser” (8) är framtagna av författarna tillsammans.

Ordlista

BA
Balansansvarig
D-1-handel
Handel en dag innan leveransdag
FCR
Frequency Containment Reserve
FCR-N
Frequency Containment Reserve - Normal operation
FCR-D
Frequency Containment Reserve - Disturbed operation
Intermittent produktion
Produktion som beror av naturliga krafter och som därav inte kan påverkas, som vindkraft
kV
Kilovolt
MW
Megawatt
NBS
Nordic balance settlement
NPS
Nord Pool Spot
Market-makers
Organisationer som av den storleken att de kan påverka priset på elmarknaden
Price-takers
Organisationer som är av den storleken att de inte kan påverka priset på elmarknaden
Reglerresurs
Med reglerresurs avses produktions- eller förbrukningsresurs, vars produktion/förbrukning vid behov kan justeras, i syfte att balansera produktion och förbrukning i driftskedet
Reserv
Med en reserv avses en samling reglerresurser med likvärdiga och definierade prestandaegenskaper (starttid, uthållighet, utregleringstid etc.), vilka reserveras av Svenska Kraftnät i syfte att säkerställa drift-säkerheten.
RKM
Reglerkraftmarknad
SE3
Svenskt elområde 3
SvK
Svenska Kraftnät
TWh
Terawattimmar
TSO
Transmission system operator, benämning på organisation med systemansvar för transmissionsnätet, även kallad systemoperatör

Innehållsförteckning

1 Inledning 4
1.1 Syfte 6
1.2 Mål 6
1.3 Frågeställning 6
1.4 Avgränsningar 6
1.5 Tidigare forskning 7
1.6 Disposition 8

2 Metod 10
2.1 Ämnesval och utförande 10
2.2 Litteraturstudie med kvalitativ ansats 11
2.3 Intervjuserie 12
2.3.1 Urval av respondenter 12
2.3.2 Bearbetning av intervjuer 12
2.4 Källkritik 13

3 Det svenska kraftsystemet 14
3.1 Elproduktion och konsumtion 14
3.2 Systemoperatören Svenska Kraftnät 15
3.3 Elhandelsföretag 16
3.4 Elnätsföretag 16
3.5 Elområden 16
3.6 Balansansvar 17
3.6.1 Reglerresurser 18
3.7 Balansansvarsavtalet 19

4 Teoretisk uppbyggnad av elmarknaden 21
4.1 Marknadsplatser för el i Norden 22
4.1.1 Spotmarknaden Elspot 22
4.1.1.1 Budstrategier på Elspot 23
4.1.2 Intradagmarknaden Elbas 24
4.1.2.1 Budstrategier på Elbas 24
4.1.3 Reglerkraftmarknaden 25
4.1.3.1 Pris för att vara i obalans 26
4.1.3.2 Budstrategier på reglerkraftmarknaden 27
4.2 Finansiell handel av el 28
4.3 Rapportering och underrättelse 28
4.3.1 Handel för FCR-N och FCR-D 29
4.3.2 Enpris- och tvåprisavräkning 29
4.3.3 Avgifter för balanskraft 31
4.4 Förbruknings- och produktionsobalanser 31

5 De balansansvariga i SE3 33
5.1 Urval och kategorisering av de balansansvariga i SE3 33
5.1.1 Balansansvarig kategori A 35
5.1.1.1 Arbetsgång för handel på Elspot 35
5.1.1.2 Arbetsgång för handel på Elbas 36

5.1.1.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden 36
5.1.1.4 Obalansindex för kategori A 37
5.1.2 Balansansvarig kategori B 39
5.1.2.1 Arbetsgång för handel på Elspot 39
5.1.2.2 Arbetsgång för handel på Elbas 40
5.1.2.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden 40
5.1.2.4 Obalansindex för kategori B 41
5.1.3 Balansansvarig kategori Vind 42
5.1.3.1 Arbetsgång för handel på Elspot 43
5.1.3.2 Arbetsgång för handel på Elbas 43
5.1.3.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden 43
5.1.3.4 Obalansindex för kategori Vind 43
5.1.4 Sammanfattning över arbetsgång för kategorierna 45

6 Incitament och förändringar av krav 48
6.1 Ökade kostnader för BA att vara i obalans 48
6.1.1 Respons BA A 48
6.1.2 Respons BA B 49
6.1.3 Respons BA Vind 50
6.2 Skärpt övervakning av obalanser 50
6.2.1 Respons BA A 53
6.2.2 Respons BA B 53
6.2.3 Respons BA Vind 54
6.3 Publicering av reglerkraftpriser i realtid 54
6.3.1 Respons BA A 54
6.3.2 Respons BA B 55
6.3.3 Respons BA Vind 55
6.4 Införande av kvartsavräkning 55
6.4.1 Respons BA A 56
6.4.2 Respons BA B 57
6.4.3 Respons BA Vind 57
6.5 Anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud 57
6.5.1 Respons BA A 58
6.5.2 Respons BA B 59
6.5.3 Respons BA Vind 59

7 Analys av resultat 60
7.1 Samspelsmodell och formel BA A 61
7.2 Samspelsmodell och formel BA B 62
7.3 Samspelsmodell och formel BA Vind 63
7.4 Övergripande samspelsmodell och reglerformel 64

8 Diskussion 67
8.1 Skillnader mellan teoretisk och faktisk arbetsgång 67
8.2 Förändringarnas påverkan på balanshållningen 68
8.2.1 Ökade kostnader för att vara i obalans 68
8.2.2 Skärpt övervakning av obalanser 68
8.2.3 Införandet av kvartsavräkning 69
8.2.4 Publicering av reglerkraftpriser i realtid 70
8.2.5 Främjande av förbrukningsbud på RKM 71

9 Slutsatser **72**
9.1 Förslag på fortsatt arbete 72

10 Litteraturförteckning **74**
10.1 Primära källor 74
10.1.1 Intervjuer 74
10.1.2 Utfrågning via e-post 75
10.2 Sekundära källor 75
10.2.1 Tryckta källor 75
10.2.2 Otryckta källor 76

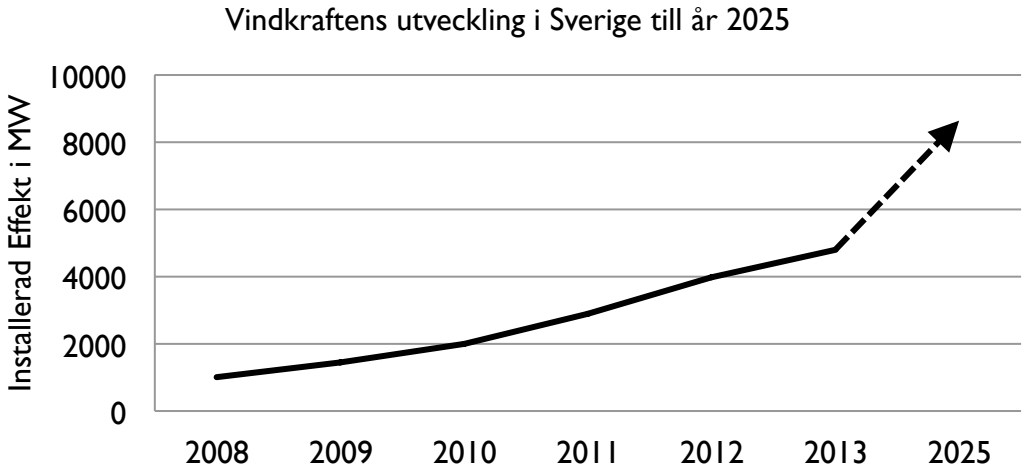
Appendix **78**
Intervjuformulär till BA 78

1 Inledning

”År 2007 fattade det Europeiska rådet beslut om det så kallade 20-20-20-målen som ska vara uppfyllda senast år 2020. Målen anger att utsläppen av växthusgaser ska minska med 20 %, att 20 % av den använda energin som används inom EU ska komma från förnybara energikällor och att energieffektiviseringen ska öka med 20 %.” (Regeringen, 2012)

Målet har fördelats på alla medlemsstater och Sverige har därför fått ett mål att 49 % av landets energi ska komma från förnyelsebara energikällor år 2020. Dessa förnyelsebara energikällor är ofta intermittenta såsom solkraft, vindkraft och vågkraft. (Regeringen, 2012)

I takt med att mer intermittent kraft byggs ut och integreras i det nordiska kraftsystemet ökar behovet av reglerresurser, i syfte att balansera produktion och förbrukning i driftskedet. Det intermittenta kraftslag som expanderar kraftigast i Sverige är vindkraften. Under 2011 producerade den cirka 6,1 TWh i Sverige, vilket motsvarar 4,2 procent av den totala elproduktionen. Detta är en ökning med 74 procent från föregående år och ökningen planeras fortsätta i en hög takt som visas i figur 1. (Broström et al. 2013)



Figur 1 – scenario över total installerad effekt från vindkraft till 2025 (Svensk vindkraft, 2012)(SvK, g, 2013)

Svenska Kraftnäts (SvK) långtidsplan, Perspektivplan 2025, menar att Sveriges produktion från vindkraft år 2025 skall uppgå till 17-20 TWh, vilket motsvarar en installerad effekt på cirka 8 600 MW (SvK, g, 2013). Enligt en nyligen framtagen rapport av SvK, *Integrering av vindkraft (2013),* kommer detta ställa krav på reglerresurser på reglerkraftmarknaden (RKM) på grund av vindkraftens variabilitet. Enligt rapporten innebär 17-20 TWh vindkraft att behovet av reglerkraft kommer att behöva öka med mellan 500 och 1 400 MW, utöver dagens behov på 1 800 MW. Exakt hur stort behovet faktiskt blir är beroende på hur de balansansvariga företagen arbetar. Ett företag med balansansvar är ett energibolag som har tagit på sig ansvaret att prognostisera och planera förbrukning och produktion för att dessa ska vara i balans. Om de balansansvariga företagen skulle arbeta på samma sätt som idag kommer det uppskattade reglerbehovet att öka med cirka 600 MW. (Broström et al, 2013)

Det som avgör hur de balansansvariga företagen arbetar är den existerande marknadsdesignen för prognostisering, planering och handel i det svenska kraftsystemet. Därför vill SvK vara flexibla gällande en justering av den befintliga marknadsmodellen. Det är av stor vikt att undersöka hur olika balansansvariga agerar på dagens marknad för att sedan kunna se hur modellen kan anpassas för en mer variabel produktion såsom vindkraft. (Broström, 2013)

De balansansvariga har olika strategier för balanshållning, varför olika förändringar av marknadsmodellen ger olika effekt. De balansansvariga använder de olika marknadsplatserna på olika sätt och det finns inte något entydigt svar på hur balansen upprätthålls. De justeringar som har föreslagits av SvK för att lösa den framtida balanshållningen i det svenska kraftsystemet är:

- Ökade kostnader för de balansansvariga att vara i obalans
- Skärpt övervakning av obalanser
- Införande av kvartsavräkning
- Anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud
- Publicering av reglerkraftpriser i realtid

(Broström et al, 2013)

1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka olika marknadsförändringar och hur de skulle kunna öka tillgången på, och minska behovet av, reglerresurser för att kunna förbättra balanshållningen i det svenska kraftsystemet.

1.2 Mål

Målet är att formulera en rekommendation för vilka marknadsförändringar, i form av incitament och krav, som ska implementeras av SvK. För att få ett tydligt resultat behövs en noggrann förklaring över den fysiska handeln av el i Sverige. En noggrann kartläggning över den fysiska elhandeln kommer tillsammans med de balansansvarigas individuella arbetsgång ligga till grund för resonemanget kring vilka konsekvenser som SvK:s olika incitament och krav kan ge. En sammanställning av dessa och de balansansvarigas åsikter är av stor vikt för denna rapport. Syftet skall därför besvaras genom följande delmål:

- Kartläggning av teoretiskt tillvägagångssätt för handel av el på de olika marknadsplatserna i Sverige
- Undersökning av de balansansvarigas arbetsgång
- Skildring av Svenska Kraftnäts och de balansansvarigas syn på möjliga incitament och krav som tagits fram
- Analys och sammanställning av hur det kan påverka balanshållningen i kraftsystemet

1.3 Frågeställning

För att tydliggöra syftet i detta examensarbete har fyra frågeställningar formulerats.

1. Hur arbetar de balansansvariga företagen idag?
2. Hur skulle de olika marknadsförändringarna kunna genomföras?
3. Vad tycker de balansansvariga företagen om de olika marknadsförändringarna?
4. Vilka marknadsförändringar skulle kunna öka tillgången på, eller minska behovet av, reglerresurser?

1.4 Avgränsningar

Genom avgränsningar klargör författarna var studien börjar och var den slutar. Avgränsningen ska hjälpa till att precisera gränsen för vad studien går ut på. (Paulsson, 1999)

Elnätet i Sverige är en del av det synkrona nordiska nätet. Faktorer som påverkar nätet på ett nordiskt plan, påverkar således det svenska. Det är därför viktigt att ha i åtanke att alla beslut som tas rörande nätet sker i samråd med de andra nordiska länderna. Dessutom är elnätet inte enbart en nordisk angelägenhet utan även en europeisk. (Broström, 2013)

I detta examensarbete har det enbart valts att undersöka balansen på det svenska elnätet, mer specifikt SE3. Anledningen till detta är att SE3 har störst konsumtion

och produktion och därför anses påverka mest, se tabell 2 på sidan 15 för närmare uppdelning.

Eftersom arbetet handlar om en eventuell förändring av den generella arbetsgången vill författarna fokusera på systemet vid normal drift och inte vid störning. Detta innebär bland annat att effektreserven uteslutits från beräkningar av obalanser och kategoriseringar av balansansvariga företag. Det innebär också att viss avvikande data från de balansansvariga företagen har bortsetts från för att efterlikna en mer realistisk bild av det svenska kraftsystemet. Detta förklaras mer ingående i sektion 5.

1.5 Tidigare forskning

Under denna sektion beskrivs tidigare forskningsbidrag som gjorts inom detta ämne. Problemformuleringen för denna rapport har baserats mycket på en utgiven rapport av SvK med titeln *Integrering av Vindkraft* (2013). Rapporten studerar en utbyggnad av svensk vindkraft och de effekter denna utbyggnad får för driften av det svenska kraftsystemet. Den undersöker hur utbyggnaden på sikt kommer att påverka behovet av reserver och balanshållning. Sedan beskrivs hur väl dagens marknadsmodell och balansansvarsfördelning passar det nya förutsättningarna som vindkraftsutbyggnaden medför. Den utreder också hur risken för effektbrist påverkas och även hur systemoperatörens operativa verksamhet kan påverkas. (Broström et al, 2013)

Analysen visar att behovet av reglerresurser kommer att öka med mellan 500 och 1 400 MW, men exakt hur mycket beror på hur de balansansvariga företagen agerar vid planering och prognostisering av produktion och förbrukning (Broström et al, 2013). Detta beror mycket på hur den aktuella marknadsmodellen ser ut nu och i framtiden. För att kunna förstå hur olika förändringar påverkar hur de balansansvariga företagen agerar måste deras nuvarande arbetsgång kartläggas. Denna kartläggning bidrar detta examensarbete med.

Integrering av Vindkraft (2013) presenterar olika incitament och förändringar av marknadsmodellen som skulle kunna införas av SvK. Hur dessa skulle kunna genomföras och vad de skulle få för effekter för de balansansvariga företagen har undersökts och analyserats vidare i detta arbete.

Annan forskning som har gjorts inom ämnet är gjord av doktoranden Richard Scharff på Kungliga tekniska högskolan. Scharff beskriver i sin avhandling *On Distributed Balancing of Wind Power Forecast Deviations in Competitive Power Systems* (2012) hur prognostisering av vindkraftproduktion är oförutsägbar på grund av dess variabilitet. Denna svårighet kan resultera i ökade obalanser och ställer därför högre krav på marknadsdesignen för balanshållning. Avhandlingen redovisar en särskilt framtagen modell som jämför om en aktörs interna reglering är mer lönsam än extern reglering via marknaden. Modellen använder sig av ett fiktivt testsystem med aktörer som uppdaterar sina prognoser för att försöka minska sina obalanser. Resultatet av simuleringarna visar att beroende på vad för typ av aktör som undersöks, och vilka kostnader som förknippas med deras arbetsgång, kan både systemet och aktören tjäna på att uppdatera sina prognoser och handla sig i balans via marknaden. (Scharff, 2012)

I avhandlingens slutsats lyfts det bland annat fram att en tydligare kartläggning av aktörernas produktionskapacitet, tillsammans med ett mer realistiskt testsystem, skulle kunna leda till i ett mer korrekt resultat (Scharff, 2012). Kartläggningen av de balansansvariga företagens arbetsgång och produktionskapacitet i detta examensarbete kan delvis bidra till denna förbättring.

1.6 Disposition

Följande sektioner ingår i examensarbetet:

2 Metod. I denna sektion beskrivs ämnesvalet och sedan de metodologiska ansatser som har valts för att genomföra studien arbetet. Den metod som användes var litteraturstudier och kvalitativa intervjuer. I sektionen redogörs för- och nackdelar som förknippas med den valda ansatsen. Slutligen lyfts problematiken kring källkritik fram.

3 Det svenska kraftsystemet. I denna sektion ges en bakgrund för att tydligare kunna förstå studiens syfte. En redogörelse görs över de aktörer som är inblandade i det svenska kraftsystemet och hur deras arbetsuppgifter ser ut. Avslutningsvis ges en bakgrund kring vad balanshållning innebär och hur den genomförs.

4 Teoretisk uppbyggnad av elmarknaden. En teoretisk uppbyggnad av den svenska elmarknaden med dess handelsplatser beskrivs. Den generella arbetsgången och budstrategier tas upp för att i sektion 5 kunna jämföras med den faktiska arbetsgången för de balansansvariga (BA). Slutligen förklaras rapportering och underrättelse för handel av FCR-N och FCR-D, avgifter för reglerkraft samt avräkningsrutiner.

5 De balansansvariga i SE3. I denna sektion motiveras det urval av balansansvariga som har gjorts. Detta för att kunna samla in relevant empiriskt material som kan underbygga senare analyser. En förklaring av förbruknings- och produktionsobalanser görs för att en förståelse av konsekvenserna av skiljande arbetsgång skall fås. Insamlat empiriskt material presenteras utefter den kategorisering som gjorts i denna sektion. De olika kategoriernas arbetsgång på de olika handelsplatserna redovisas tillsammans med de resulterande obalanserna.

6 Incitament och förändringar av krav. I denna sektion beskrivs de incitament och förändringar som har föreslagits av SvK närmare. Kvalitativa intervjuer har legat till grund för hur eventuella upplägg av dessa förändringar kan se ut. För varje incitament och förändring finns detta upplägg beskrivet tillsammans med den respons som har samlats in från de balansansvariga företagen.

7 Analys av resultat. För att förstå hur de olika förändringarna skulle påverka balanshållningen i det svenska kraftsystemet görs här en analys av det empiriska material som samlats in i sektion 5 och sektion 6. En samspelsmodell skapas inledningsvis för varje enskild kategori för att sedan mynna ut i en sammanslagen modell. Denna samspelsmodell visar hur balanshållningen i det svenska kraftsystemet skulle påverkas som helhet. Tillsammans med modellerna har formler tagits fram för att visa om balansen påverkas negativt eller positivt av de olika förändringarna.

8 Diskussion och slutsatser. De resultat som har uppnåtts efter analysen diskuteras i denna sektion. Varje incitament och förändring behandlas med resonerande slutsatser utifrån den samlade bilden av det empiriska materialet tillsammans med analysen. Motiveringar ges till de rekommendationer som bör göras. Avslutningsvis redogörs det för olika sätt att vidareutveckla forskning inom det undersökta området.

9 Litteraturförteckning. I denna sektion sammanfattas de intervjuer, utfrågningar via e-post, tryckta källor, rapporter och webbsidor som använts i studien.

Appendix. Här presenteras de intervjufrågor som har använts för att samla in det empiriska materialet.

2 Metod

I följande kapitel kommer de metodologiska val som gjorts att presenteras. Enligt Holme & Solvang (1997) är en metod ett redskap, ett sätt att lösa problem och komma fram till ny kunskap. Paulsson menar i boken "Uppsatser och rapporter" (1999) att uppdragsgivaren har formuleringsprivilegiet men att författarna har ansvaret för genomförandet. Detta examensarbete har skrivits på uppdrag av SvK. I kapitlet nedan beskrivs först hur ämnesvalet är utformat och hur arbetet är utfört. För att kunna besvara rapportens syfte har en litteraturstudie och en kvalitativ intervjuserie genomförts. Hur dessa har valts, utarbetats och fortlöpt kommer att presenteras nedan.

2.1 Ämnesval och utförande

En uppsats består av tre delar. Först fastställs vad studien ska handla om, vilket formuleras som studiens syfte. Därefter genomförs studien, vilken ska generera ett resultat. Denna del är den klart mest omfattande och kan därför sägas utgöra studiens huvuddel. Slutligen relateras studiens resultat till andra studier och teorier och avslutas med en diskussion (Paulsson, 1999). Upplägget av denna uppsats är i enlighet med Paulssons (1999) teori.

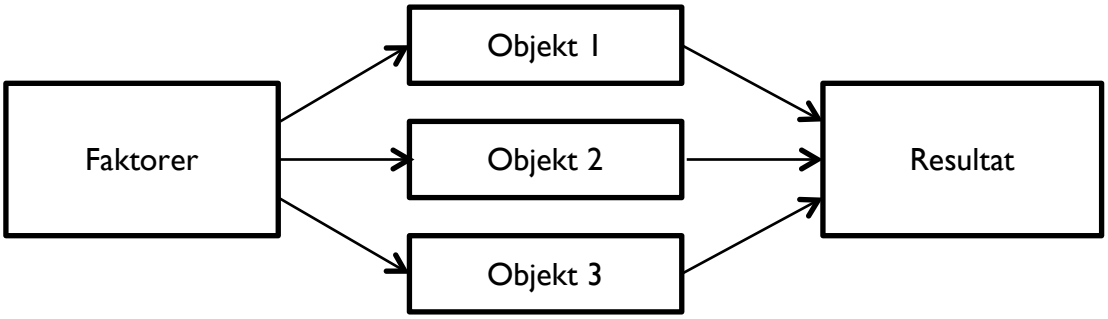
Ämnet för detta examensarbete är utformat i samråd med uppdragsgivaren SvK. Representanten på SvK och tillika handledaren för examensarbetet, Elin Broström på enheten för marknadsdesign, har varit den kontaktperson som alla diskussioner och idéer har gått via. Författarna till rapporten tog kontakt med SvK och föreslog en egen tolkning på ett examensarbete som var utannonserat på SvK:s hemsida. Efter samtal med handledaren Elin Broström kom båda parter överens om att för SvK:s räkning, på deras huvudkontor i Sundbyberg, undersöka hur balansansvaret upprätthålls i det svenska kraftsystemet.

Enligt Broström är det värdefullt för SvK att få en uppdaterad och övergripande beskrivning över det svenska kraftsystemets olika handelsplatser. Författarna fick ta del av en rapport framtagen av SvK som berör en utbyggnad av vindkraft och vad utbyggnaden skulle få för konsekvenser för balansen på elnätet. Med anledning av detta är det också värdefullt för SvK att föra en dialog med de balansansvariga företagen i landet för att se hur de förhåller sig till detta.

Deras arbetsgång analyseras för att se hur olika incitament och krav från SvK påverkar omfattningen av balansansvaret, samt balanshållningen i det svenska kraftsystemet. Balanshållningen innefattar behovet av, och tillgången på, reglerresurser och påverkas direkt av den marknadsmodell som implementeras av SvK, tillsynsmyndigheter och elbörsen Nord Pool Spot (NPS). Rapporten skrivs på uppdrag av enheten för marknadsdesign, på SvK, och utgör en del av underlaget till en långsiktig strategi gällande balansansvaret i Sverige.

Den frågeställning som detta examensarbete söker svar på är relativt omfattande. Det är flera faktorer som samverkar med varandra, och påverkar undersökningsobjektet, men det finns ingen entydig uppfattning om hur. Detta samspel resulterar sedan i någon form av resultat. En samspelsmodell enligt figur 2 tydliggör hur en omfattande undersökning som denna kan läggas upp. De faktorer

som finns med i modellen anses särskilt viktiga men det kan inte definieras i vilken utsträckning. En samspelsmodell har inte fasta eller stränga krav på relationen mellan faktorerna. Istället visar den hur faktorerna samverkar med varandra och ger upphov till det resultat som noteras. (Holme & Solvang, 1997)



Figur 2 – samspelsmodell över hur olika faktorer är kopplade till varandra

Samspelsmodellen i figur 2 visar hur olika faktorer, i detta fall incitament och förändringar av krav, påverkar olika objekt, i detta fall kategorier av BA. Denna samspelsmodell kommer att användas för att analysera de resultat som uppnås i denna studie. Resultatet ska kunna visa hur behovet av, och tillgången på, reglerresurser påverkas av olika förändringar.

2.2 Litteraturstudie med kvalitativ ansats

Litteraturstudier innebär insamling av information från böcker, avhandlingar och vetenskapliga artiklar. Urvalet av dessa texter ska vara sådant att de underlättar analys och hjälper till att besvara syftet i studien (Friberg, 2006). Det finns fördelar med att använda information som redan är insamlad då denna oftast håller hög kvalitet och att det kan finnas tidsvinster att göra när informationen redan har samlats en gång. (Bryman & Bell, 2007)

I denna rapport har litteraturen främst kommit från myndigheter, vetenskapliga artiklar eller publikationer. Mycket information har också samlats in från rapporter framtagna av SvK. Forskningsansatsen som använts är en kvalitativ ansats. I boken Forskningsmetodik (1997) skriver Holme & Solvang att kvalitativa metoder är mer följsamma och fördelaktiga när forskaren eftersträvar bästa möjliga återgivning av den kvalitativa variationen. Vidare menas att kvalitativa metoder är att föredra om undersökningen vill gå mer på djupet. Detta görs bäst med djupintervjuer eller intervjumallar där sammanhang och strukturer lättare kan särskiljas. (Holme & Solvang, 1997)

En stor del av informationen som har samlats in har funnits att tillgå på SvK eller via deras intranät. Broström har även tillhandahållit författarna med ett antal kontakter som har kvalitativt intervjuats.

2.3 Intervjuserie

Det har utförts en mängd utfrågningar via e-post med utvalda BA. Valet av att just göra utfrågningar via e-post togs för att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig och besvara frågorna i mån av tid. Samma frågor ställdes till alla respondenter och togs fram i samråd med handledaren Broström. Dessa utfrågningar gjordes för att få en bild av BA:s uppfattning om de incitament som SvK har tagit fram för att öka mängden reglerresurser, samt för att få en bild över hur BA planerar sin balanshållning.

Under en intervju är det naturligt att det dyker upp följdfrågor vilket kan göra det svårt att följa intervjufrågorna (Bryman & Bell, 2007). Därför återkopplade författarna via telefon ett flertal gånger. För att finna ytterligare information och olika synvinklar på de givna frågeställningarna har även kvalitativa intervjuer gjorts med lämpliga personer i branschen. Personer på de balansansvariga företagen har varit särskilt intressanta eftersom de är högst involverade i frågeställningarna.

2.3.1 Urval av respondenter

Det är oerhört viktigt och kritiskt att välja respondenter för att nå en djupare förståelse för problemet. Väljs fel respondenter riskerar studien att bli ofullständig och oanvändbar (Holme & Solvang, 1997). Därför gjordes urvalet i samråd med handledare Broström. I tabell 1 ses samtliga respondenter med titel och företag.

Tabell 1 – lista över kvalitativa intervjurespondenter

Respondent	Företag	Position
Elin Broström	Svenska Kraftnät	Marknadsdesign
Fredrik Wik	Svenska Kraftnät	Marknadsdesign
Lars Munter	Svenska Kraftnät	Marknadsstöd
Birger Fält	Svenska Kraftnät	Marknadsstöd
Rebecca Nilsson	Svenska Kraftnät	Marknadsdesign
Oskar Sämfors	Svenska Kraftnät	Energikonsult
Stig Åhman	Nord Pool Spot	Sales Manager
Richard Scharff	KTH	Doktorand
Jonas Melin	Markedskraft	Portfolio Manager
Magnus Zeisig	Markedskraft	Head of Markedskraft
Mattias Linell	DinEL Göteborg Energi	Krafthandlare
Rune Schremser	Mälarenergi	Chef AO Elhandel
Jonas Turesson	Fortum	Power Trader
Magnus Fohlman	Vattenfall	Physical Power Manager
Tove Bäckström	Vattenfall	Balance Manager
Daniel Nordgren	Vattenfall	Generation Manager

2.3.2 Bearbetning av intervjuer

De intervjuer som utfördes genom ett direkt möte med en respondent sammanfattades direkt efter intervjun. Anledningen till detta var att undvika att information som diskuterats glöms bort med tiden. Vid tillfällen då eventuella frågor

kring misstolkningar förekom återkopplades det med respondenten för att undvika onödiga fel. Den informationen som samlades in bearbetades och presenterades i rapporten, dock utan direkt hänvisning till enskilda individer då en del av informationen upplevdes som känslig och konfidentiell. I dessa fall refereras det till respondenterna från varje kategori istället för varje person. Dessa referenser kallas för ”Respondent BA A”, ”Respondent BA B” och ”Respondent BA Vind”.

2.4 Källkritik

Det är en målsättning för varje undersökning att ha så reliabel information som möjligt. Om olika och oberoende källor ger samma eller ungefärligen samma information sägs informationen vara reliabel. Enligt Holme & Solvang (1997) är det inte tillräckligt att ha reliabel information. En bra undersökning förutsätter att informationen också är valid. Validitet innebär i vilken utsträckning en författare undersöker det som avses (Paulsson, 1999). Termerna reliabilitet och validitet hör dock inte direkt hemma i kvalitativa studier. Då är det mer lämpligt att använda begrepp som trovärdighet och objektivitet. (Trost, 2007)

Under urvalet av litteratur har därför en bedömning gjorts ifall informationen har ett objektivt förhållningssätt till ämnet det representerar. Det är viktigt att den litteratur som behandlas inte har vinklats till någon aktörs fördel. Detta problem kan dock inte alltid garanteras i de fall information har samlats in från deras egna webbplatser. Dock ansågs inte att informationen från de webbplatser som valts saknar trovärdighet eftersom att de oftast har använts för att beskriva en aktörs verksamhet eller liknande.

De respondenter som har intervjuats talar från sin egen situation och kanske inte alltid är helt objektiva. Därför har det valts att ställas följdfrågor om systemperspektivet för att de ska svara ur ett bredare perspektiv. Majoriteten av respondenterna har mångårig erfarenhet i branschen och därför anses trovärdigheten vara god.

I denna rapport har vissa antaganden gjorts rörande de balansansvarigas arbetsgång. Förenklingar har gjorts för att det skall vara lättare att analysera de resultat som fås fram. Författarna är dock medvetna om att dessa antaganden inte är helt godtyckliga även om de är troliga. Tydligare motivering ges under berörda sektioner.

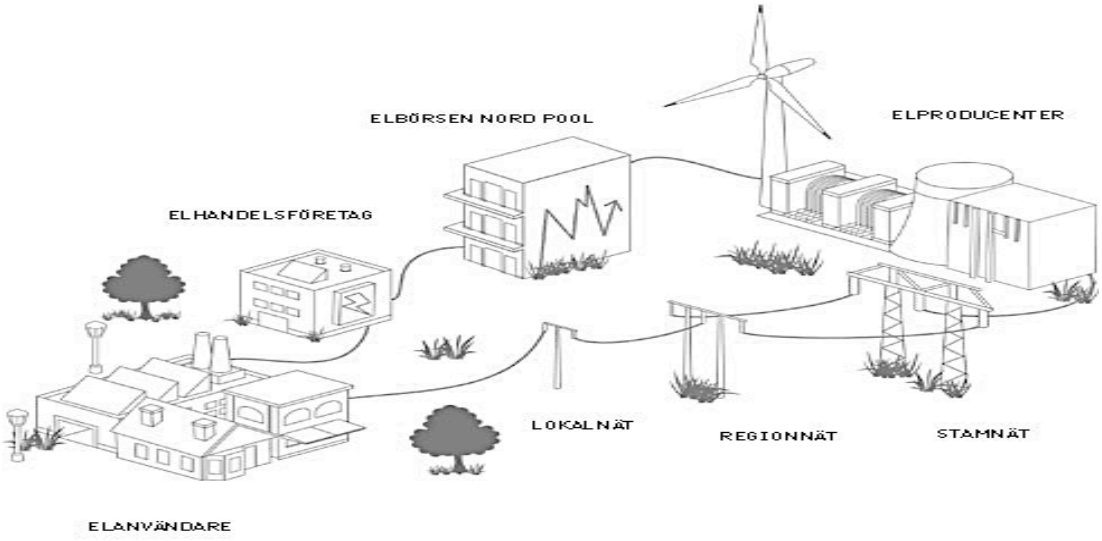
Det finns en hel del information i detta examensarbete som är affärskänslig, varför ett flertal referenser är anonyma enligt överenskommelse med uppdragsgivaren SvK och respondenterna. Detta påverkar spårbarheten i studien, vilket kan minska trovärdigheten för studien. Det finns ytterligare en version av denna rapport där referenserna inte är anonyma. Denna har tillhandahållits handledare, ämnesgranskare och examinator för att en rättvis bedömning ska kunna göras.

3 Det svenska kraftsystemet

I följande sektion kommer en bakgrund om det svenska kraftsystemet att ges. De olika aktörerna och deras funktion beskrivs närmare för att ge den grundförståelse som krävs för att tillgodogöra sig detta examensarbete.

Den svenska elmarknaden kan delas upp efter två vägar, en affärsmässig och en fysisk. Den fysiska vägen innebär en fysisk transport av el, från elproducenter i olika kraftstationer, via de olika nätnivåerna, till elanvändare. De olika nätnivåerna består av stamnätet, regionnätet och lokalnätet och utgör ett naturligt monopol som inspekteras av Elmarknadsinspektionen. Den affärsmässiga vägen är istället handel av produkten elektricitet. Producenter säljer el på börsen NPS till elhandelsföretag, som i sin tur säljer den till slutanvändarna. För att maximera vinsten ur ett samhällsekonomiskt perspektiv råder en öppen konkurrens mellan aktörerna i de affärsmässiga verksamheterna. (SvK, d, 2011)

En elanvändare betalar för två olika tjänster, en avgift för den affärsmässiga hanteringen av el och själva produktionen, samt kostnaden för att få den överförd via nätet. Tillförlitligheten på det svenska elnätet är väldigt hög och för att detta skall kunna vidhållas krävs en effektiv samverkan mellan olika funktioner och aktörer på elmarknaden. Det yttersta ansvaret för att en god tillförsel av elektricitet vidhålls i Sverige ligger hos systemoperatören SvK. Viktiga aktörer och funktioner i kraftsystemet syns i figur 2. (SvK, d, 2011)



Figur 3 – överblick över aktörer och komponenter i kraftsystemet (SvK, d, 2011)

3.1 Elproduktion och konsumtion

Elproducenter genererar el i sina kraftstationer och matar sedan in den på elnätet där den konsumeras av olika typer av kunder (SvK, d, 2011). Total konsumtion i Sverige år 2012 var 141,7 TWh. Den större delen av konsumtionen skedde i SE3 och SE4, där det var ett underskott på produktion. Detta kompenserades med ett överskott av produktion i SE1 och SE2 enligt tabell 2. (Nord Pool Spot, a, 2013)

Tabell 2 – andel och belopp av konsumtion och produktion i Sveriges elområden 2012 (Nord Pool Spot, a, 2013)

	Konsumtion i Sverige år 2012		Produktion i Sverige år 2012	
Elområde	**Andel**	**MWh**	**Andel**	**MWh**
SE1	8,7%	12 334 412	14,4%	23 262 566
SE2	10,2%	14 482 163	28,4%	45 914 700
SE3	63,1%	89 472 783	52,9%	85 557 038
SE4	17,9%	25 431 717	4,3%	6 900 432
Total	**100,0%**	**141 721 075**	**100,0%**	**161 634 736**

För att möta behovet av konsumtionen producerades el enligt tabell 3. Vattenkraft och kärnkraft producerade cirka 90 % av elen medan värme- och vindkraft stod för nästintill lika delar av den resterande produktionen för år 2012. (SvK, h, 2013)

Tabell 3 – genomsnittsproduktion i Sverige från januari – november 2012 (SvK, h, 2013)

Produktionstyp	**Andel**	**MW**
Vattenkraft	51,09%	8975
Kärnkraft	39,28%	6900
Värmekraft	4,873%	856,1
Vindkraft	4,694%	824,6
Gas- och dieselkraft	0,060%	10,60
Övrig	0,007%	1,300
Solkraft	0,001%	0,100
Total	**100,0%**	**17568**

3.2 Systemoperatören Svenska Kraftnät

SvK är ett statligt ägt affärsverk med främsta uppgift att förvalta Sveriges stamnät för överföring av el. Detta nät innefattar alla ledningar, stationer och utlandsförbindelser för 220 och 400 kV. Stamnätet binder samman elproduktionsanläggningar och regionnäten som förser landet med el. Eftersom Sverige är ett avlångt land överförs stora mängder el över stora avstånd. (SvK, d, 2011)

SvK är en så kallad systemoperatör, vilket innebär att affärsverket har ett övergripande ansvar att elsystemet fungerar. Under leveranstimmen ansvarar SvK för balansen mellan produktion och förbrukning samt import och export av el (SvK, d, 2011). Detta görs genom att hålla frekvensen på nätet kring 50 Hz. Denna balans upprätthålls med hjälp av ett antal balansansvariga företag. Olika kritiska situationer som kan uppstå, vilka kan påverka eltillförseln i landet, hanteras även kortsiktigt för att undvika effektbrist på nätet För att finansiera arbetet får SvK intäkter från de balansansvariga företagen samt en avgift för utnyttjandet av stamnätet från ägare till regionnäten och stora elproducenter. (SvK, d, 2011)

3.3 Elhandelsföretag

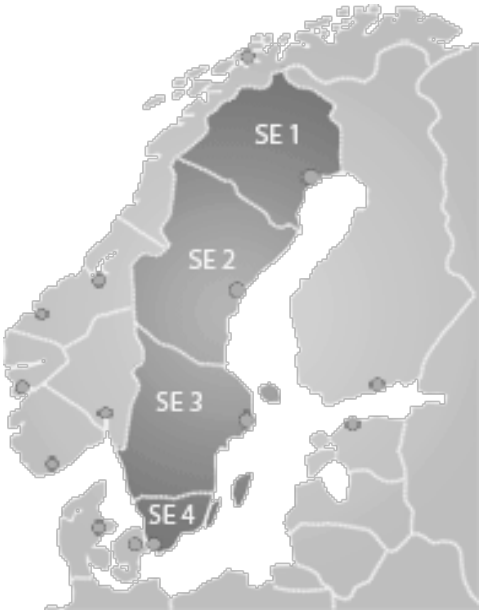
Elhandelsföretagen handlar el från elproducenterna eller från elbörsen NPS. Den inhandlade elen säljs sedan vidare till elanvändare runt om i landet. Dessa företag är rena elleverantörer och förser elanvändarna med el via affärsmässiga avtal. (SvK, d, 2011)

3.4 Elnätsföretag

Elnätsföretagen är ägare till de regionala och lokala elnäten. Stamnätet, där elektricitet med en spänning på 400 kV leds via, fungerar som elsystemets ”motorvägar” och ägs av SvK. Elnätsföretagen ansvarar för att elen sedan kommer fram till elanvändarna. Spänningen på regionnätet är mellan 40 – 130 kV medan lokalnätet har spänningsnivåer på 40 kV och nedåt. Via lokalnätet distribueras elen till hushåll, industrier och andra elanvändare. Förutom priset för mängden el som konsumeras betalar elanvändarna även en nätavgift för anslutning och överföring via nätet. (SvK, d, 2011)

3.5 Elområden

Eftersom produktion och konsumtion i Sverige inte alltid sker i geografisk närhet till varandra behöver elen transporteras via transmissionsnätet. I Sverige går elen ofta i en nord-sydlig riktning på grund av produktion i norr och konsumtion i söder. Eftersom stamnätet har överföringsbegränsningar, även kallade ”flaskhalsar”, delade SvK in Sveriges elmarknad i fyra elområden den 1:a november 2011. Denna uppdelning tydliggör även var i Sverige som stamnätet behöver byggas ut och förstärkas, se figur 4. Uppdelningen gör att priserna i de olika områdena kan skilja sig, vilket styrs av överföringskapacitet och tillgång till produktion bland annat. I bristområden kan det uppstå prisskillnader, vilka ger större incitament att skapa ny genereringskapacitet. Transmission över långa avstånd innebär även förluster i nätet, varför SvK vill främja produktion som ligger närmre geografiskt. (SvK, a, 2011)



Figur 4 – indelningen av Sveriges elområden (Kraftfull, 2013)

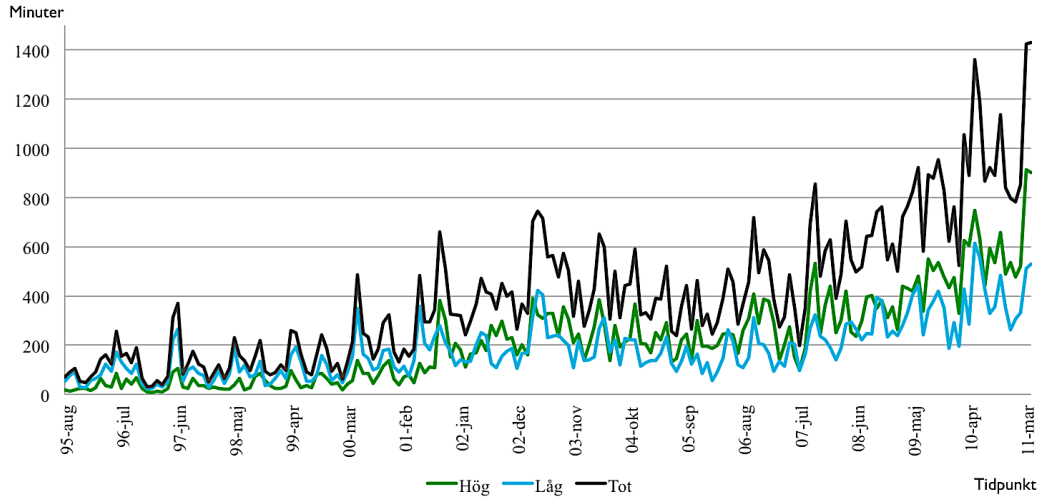
Uppdelningen av elområden gör att handel och rapportering av el sker i varje område. Detta innebär att den enda överföring som sker mellan elområden måste skötas via handelsplatsen Nord Pool Spot (NPS). Införandet av elområden gör att det finns fler områden där balansen måste hållas. (SvK, b, 2011)

3.6 Balansansvar

Att vara i balans på elmarknaden innebär att produktion och konsumtion är lika stor. Ett elhandelsföretag som levererar el till slutkund är skyldig att leverera exakt den mängd el som kunden förbrukar. Elhandelsföretag kan hålla denna balans genom att löpande planera och handla den mängd som kunden förbrukar på timbasis. Detta kräver dock goda prognoser om förbrukning och produktion, varför ett elhandelsföretag kan välja att köpa balansansvar av ett balansansvarigt företag. Det balansansvariga företaget sluter ett avtal med systemoperatören SvK om att alltid upprätthålla balansen. Balansen kontrolleras av SvK i Sverige och en avräkning görs varje dag för de balansansvariga företagen. Vid obalanser justeras detta ekonomiskt, vilket beskrivs i sektion 4.3. (SvK, c, 2011)

Anledningen till att systemet hela tiden måste vara i balans har en teknisk och historisk förklaring. Dagens kraftsystem bygger på att osäkerheten vid normal drift finns på förbrukarsidan. Förbrukningen har oförutsägbara variationer som hanteras genom att produktion planeras och körs med marginaler. Det finns därför reglerresurser på produktionssidan som ska kunna balansera eventuella variationer i förbrukning. (Broström et al, 2013)

Elsystemet i Norden har en frekvens om 50 Hz, varför dagens elektronik, motorer, generatorer, samt andra komponenter är anpassade för att fungera med just denna frekvens. Frekvensen i det nordiska kraftsystemet tillåts variera mellan 49,9 – 50,1 Hz på dygnsbasis. En avvikelse från detta intervall kan förstöra elektriska komponenter i privata hushåll och industrin bland andra (Glover et al, 2011). Figur 5 visar hur frekvensavvikelserna har sett ut mellan åren 1995 och 2011. Den visar också att avvikelserna har ökat under perioden.



Figur 5 – frekvensavvikelser under 49,9 Hz (blå), över 50,1 Hz (grön) och totalt (svart) i det svenska elnätet år 1995-2011 (SvK, g, 2013)

3.6.1 Reglerresurser

Reglerresurser är en produktions- eller förbrukningsresurs som är aktiv och kan justeras vid obalans. Reserver är istället en mängd reglerresurser som har samlats ihop utifrån deras likvärdiga egenskaper såsom starttid, uthållighet och avaktiveringstid. Reserverna är reserverade av SvK för att kunna säkerställa driftsäkerheten vid större bortfall. Aktiveringen av reglerresurser eller reserver kan antingen ske per automatik eller manuellt. (Broström et al, 2013)

Den automatiskt aktiverade reserven kallas för *Frequency Containment Reserve* (FCR) och kan delas upp i två kategorier: *Normal operation* (FCR-N) och *Disturbed operation* (FCR-D). FCR-N aktiveras då nätets frekvens avviker från 50 Hz och syftar till att balansera produktion och förbrukning på kort sikt (sekund- och minutbasis). FCR-D aktiveras vid avvikelser under 49,9 Hz, vilket kan vara vid störningar såsom bortfall av en större produktionsanläggning. Om det sker en stegvis förändring av frekvensen från 50,00 Hz till 49,90 Hz ska FCR-N vara aktiverad till 63 % inom 60 sekunder och 100 % inom 3 minuter. Dessa reserver har båda som målsättning att hålla frekvensen kring 50 Hz. (SvK, e, 2013)

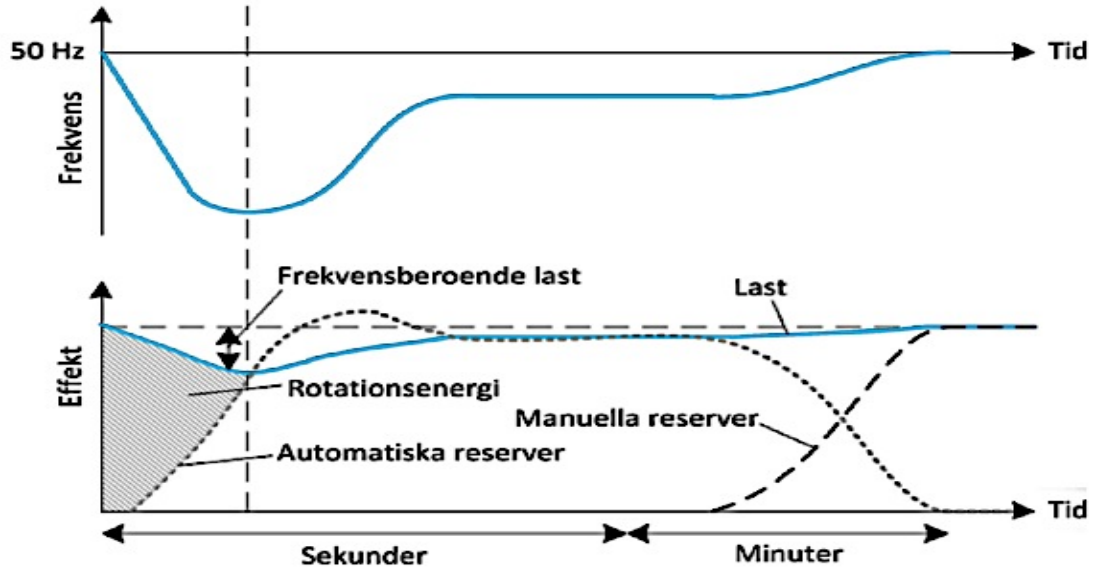
I de fall då konsumtionen är hög och ett stort bortfall av produktion sker, exempelvis en kärnkraftsreaktor som nödstoppas, måste stora reserver aktiveras. Detta har bidragit till att Sverige har en snabb störningsreserv som är dimensionerad efter den största enskilda produktionsenheten i Sverige. Se tabell 4 för storlek på de olika reglerresurserna. (Broström et al, 2013)

Tabell 4 – krav på reglerresurser i det nordiska och svenska kraftsystemet (Boström et al, 2013)

Reserv	**Kapacitetskrav (MW)**	
	Norden	**Sverige**
FCR-N	≥600	≥231
FCR-D	Dimensionerande fel	≥394
Snabb störningsreserv	Inget krav	1160

I de fall då FCR-N inte kan justera tillbaka frekvensen till 50 Hz automatiskt används FCR-D. Om inte det räcker, görs en manuell reglering från SvK. Detta eftersom kraftsystemet har som krav att FCR-D skall vara återställd inom 15 minuter efter aktivering för att kunna möta en liknande störning igen. (Broström et al, 2013)

En annan reglerresurs som i vissa avseenden kan ses som en reglerresurs är den totala svängmassan, hos de roterande komponenterna såsom generatorer och motorer. Rotationsenergin i svängmassan är avgörande för hur snabbt frekvensen initialt förändras och hur djupt denna hinner sjunka och stiga vid plötsliga obalanser i produktion och förbrukning, se figur 6. I dagsläget finns inga krav formulerade kring hur stor svängmassa som minst måste finnas i kraftsystemet. (Broström et al, 2013)



Figur 6 – konceptuell beskrivning av samverkan mellan automatiska och manuella reserver vid en momentan minskning av produktion (eller ökning av förbrukning) (Broström et al, 2013)

De vanligaste typerna av reglerresurser är flexibla vattenkraftverk och värmekraftverk. All produktion i Sverige kategoriseras in i något som kallas för reglerobjekt (SvK, f, 2010). För automatisk och manuell balansreglering måste BA rapportera in driftinformation minst var 36:e sekund och mätvärdesfelen får inte vara större än 5 % (SvK, e, 2013). De olika reglerobjekten registreras utifrån kraftslagen enligt tabell 5.

Tabell 5 – beteckningar över de olika typerna av reglerobjekt (SvK, f, 2013)

Reglerobjekt	Beteckning
Vattenkraft	H
Kärnkraft	K
Vindkraft	W
Solkraft	S
Vågkraft	B
Gasturbin- och dieselkraft	G
Övrig värmekraft	V

Gasturbiner och dieselkraftverk som registreras under kategori G är enbart reservkraft. Däremot registreras gasturbiner och dieselkraftverk som fungerar som baskraft under kategori V. (SvK, f, 2010)

3.7 Balansansvarsavtalet

”Enligt 8 kap 4 § i ellagen får en elleverantör bara leverera el i uttagspunkter för vilka det finns en Balansansvarig. Endast den som har ingått ett avtal med den systemansvariga myndigheten Svenska Kraftnät kan vara Balansansvarig”. Mot denna

bakgrund har ett balansansvarsavtal upprättats av SvK. Avtalet består av en huvuddel samt ett antal bilagor som utgör integrerade delar av avtalet. (SvK, e, 2013)

Enligt balansansvarsavtalet har de balansansvariga och SvK ett antal åtaganden de måste fullfölja. Först och främst ska en BA enligt lag fullgöra sitt balansansvar genom att:

"... löpande planera för, och affärsmässigt åstadkomma, balans på timbasis mellan sin tillförsel och sitt uttag av el." (SvK, e, 2013)

Vidare ska BA delge SvK med information för att de ska kunna hantera balanstjänsten effektivt. Enligt avtalet ska SvK, genom balansregleringen, säkerställa att landets elförbrukning inklusive elexport balanseras av motsvarande mängd elproduktion med hänsyn tagen till elimport. För att göra detta ska SvK löpande analysera landets effektsituation och redovisa väsentlig information till BA för att de ska kunna fullgöra deras åtaganden. (SvK, e, 2013)

SvK och BA är varandras motparter vid försäljning av reglerkraft. Därför är det viktigt att SvK informerar om den mängd kraft som köpts från, eller sålts till, SvK och till vilket belopp. Detta görs genom en rapportering och en avräkning, vilka beskrivs närmare i sektion 4.3. (SvK, e, 2013)

4 Teoretisk uppbyggnad av elmarknaden

I denna sektion beskrivs den teoretiska uppbyggnaden av auktioner anpassade för handel av elektricitet. De olika marknadsplatserna introduceras och generella budstrategier presenteras i samband med dessa. Avslutningsvis redovisas även hur avräkningen för obalanserna görs samt hur obalans-index räknas fram.

En auktion grundar sig i hur olika aktörer värderar den varan som handlas. En förutsättning för att en auktion ska uppstå är att informationen om varan är asymmetrisk. Detta eftersom perfekt tillgänglig information skulle innebära att samtliga parter värderar varan till samma pris, och ingen auktion skulle uppstå. Det finns två olika modeller för hur informationen kan uppenbara sig på en marknad. Den *privata modellen,* där varje budgivare vet exakt hur de värderar varan men det är privat information som tillhör budgivaren. Den andra modellen är den *gemensamma,* där värdet är detsamma för alla men informationen skiljer sig för de olika budgivarna. Med det menas att en aktör har information som antyder att varan är värd ett visst värde medan någon annan aktör har skiljande information som säger något annat. Denna information beror på aktörens position på marknaden och många andra faktorer. En liknelse kan göras vid värderingen av en tavla, där någon kan uppskatta konstverket mer än någon annan och därav värderar den högre. (Klemperer, 2004)

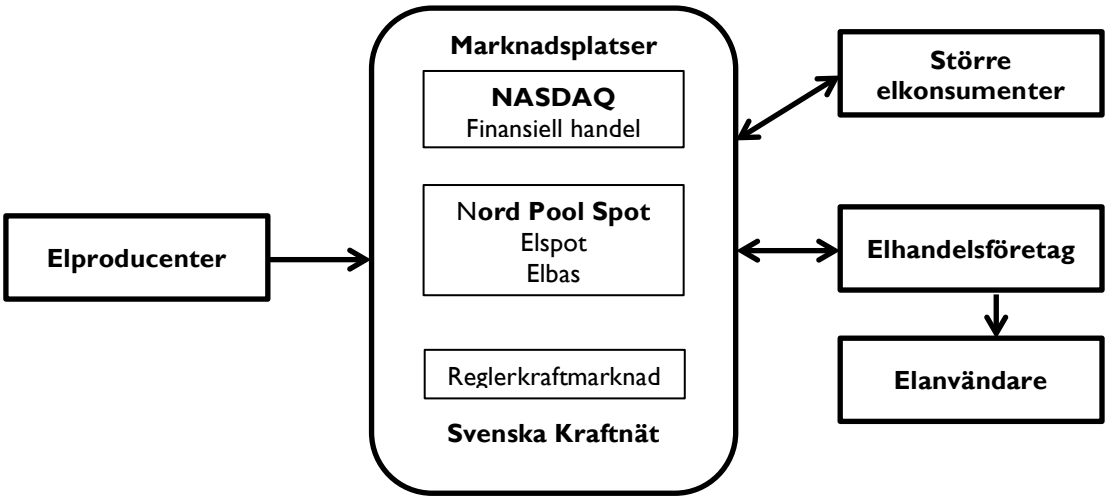
Klemperer (2004) menar att avreglerade elmarknader bäst förstås genom auktionsteorier, mer explicit genom uniforma prisauktioner. En uniform prisauktion är när ett bestämt antal homogena varor säljs till samma pris. Det är precis så den svenska elmarknaden fungerar med samma pris per MWh för samtliga aktörer.

Auktionsteoretiker är särskilt intresserade av att analysera elmarknader eftersom de är speciella ur många hänseenden. Delvis beror det på den uniforma uppbyggnaden men även på den nästintill perfekt oelastiska efterfrågan. Efterfrågan kan antas perfekt oelastisk eftersom priset sällan påverkar efterfrågan (Klemperer, 2004). Detta är visserligen inte fallet i verkligheten, vilket kommer tydliggöras vid beskrivandet av elmarknaderna i Sverige i sektion 4.1. Vid skapandet av en auktionsmarknad finns det några huvuddrag som måste beaktas. Dessa huvuddrag är att det inte ska finnas barriärer för att träda in på marknaden, att det inte ska uppmuntra manipulerande affärer vid sidan om auktionen samt att stora aktörer inte ska ha för stor makt över auktionen. (Klemperer, 2004)

Det har varit svårt för auktionsteoretiker att bestämma den mest effektiva auktionsmodellen för producenter på elmarknader. Effektiviteten vid produktion för olika auktionsmodeller varierar med situationen på marknaden. Detta bidrar till att elproducenter skapar egna budstrategier som passar för deras portfolio (von der Fehr et. al, 2004). I följande sektioner kommer uppbyggnaden av de svenska handelsplatserna, vilka är samma som för de nordiska, och deras auktioner att presenteras. De grundläggande principerna för olika budstrategier på de olika handelsplatserna kommer också att beskrivas.

4.1 Marknadsplatser för el i Norden

Utbytet av el mellan de nordiska länderna och kontinenten har ökat kraftigt på senare år. En naturlig konsekvens av detta har inneburit större flöden genom de svenska stamnäten. För att kunna hantera handeln mellan de nordiska länderna och kontinenten krävs en konkurrensneutral marknadsplats där aktörer kan handla med el. Figur 7 visar förenklat hur den nordiska elmarknaden ser ut med fysiska och finansiella flöden mellan de olika handelsplatserna. (SvK, d, 2011)



Figur 7 – schematisk bild över aktörer och handelsplatser och dess flöden (pilarnas riktning) på elmarknaden i Sverige

NPS ägs av de nordiska systemoperatörerna och ska underlätta för de enskilda aktörerna att kunna handla. Den nordiska elmarknaden består av fyra delar, Elspot som är en fysisk ”day-ahead”-marknad där handel sker per timme dagen före leverans. Sedan finns intradagmarknaden Elbas som är en justerande handelsplats där aktörerna kan handla fram till timmen innan leverans. Den tredje delen är RKM där reglerbud avropas för att upprätthålla balansen. Slutligen finns en terminsmarknad där finansiell handel av el sker. (SvK, d, 2011)

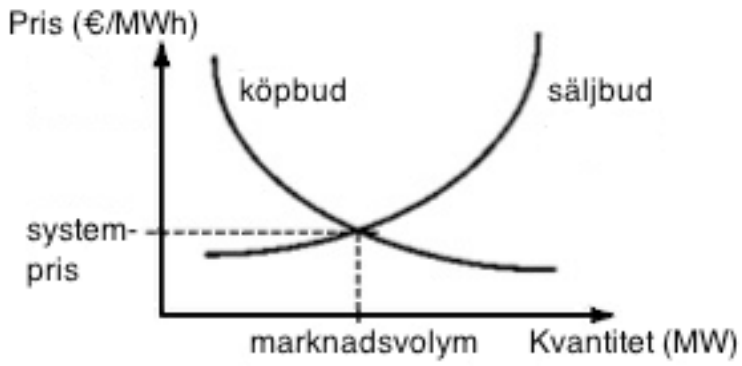
Drygt 90 % av den fysiska handeln med elektricitet under 2011 gick via Elspot och skedde inom Sverige, Norge, Finland, Danmark och Estland. Detta kan jämföras med endast några få procent som handlas bilateralt eller på Elbas. (Åhman, 2012)

4.1.1 Spotmarknaden Elspot

Elpriset per timme sätts likt andra marknader med marginalprissättning. Det innebär att prisnivån sätts av priset på den sista avropade megawattimmen och görs för att uppnå en ökad konkurrens och ge tydliga prissignaler. (SvK, d, 2011)

Det finns cirka 340 aktiva aktörer på spotmarknaden och varje dag läggs cirka 1 500 bud. Handelsdagen inleds med att systemoperatörerna publicerar handelskapaciteterna mellan alla nordiska elområden på NPS hemsida. Varje förmiddag skickar aktörerna in sina bud, antingen köp- eller säljbud, på en viss mängd elektricitet för varje timme under följande dygn. Kl. 12.00 stängs spotmarknaden och buden sammanställs till köp och säljkurvor per timme. Likt figur 8 blir priset i varje område, och den mängd energi som kan handlas, vid den punkten där kurvorna

korsar varandra. Kl. 13.00 varje dag informeras aktörerna om priserna och den handel som de tilldelats under nästkommande dygn. Beroende på eventuella flaskhalsar i transmissionsnätet kan priserna skilja mellan olika elområden. (Åhman, 2012)

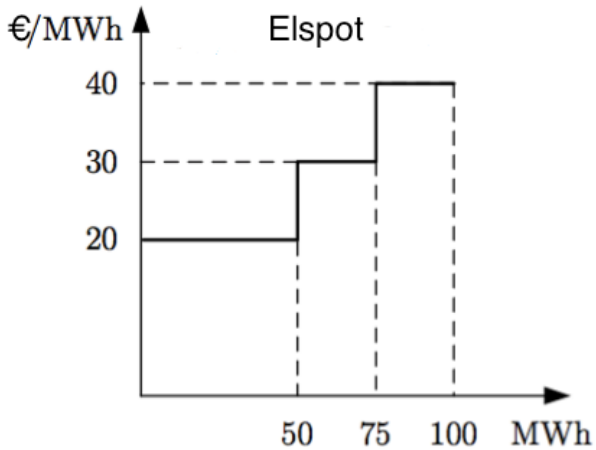


Figur 8 – marknadskryss för budkurvor för köp och sälj av MW (Nord Pool Spot, a, 2013)

4.1.1.1 Budstrategier på Elspot

Budstrategin på Elspot påverkas bland annat av kraftproducentens produktionsportfölj. En värmekraftproducent kan påverka sin produktion genom att använda mer eller mindre bränsle, likaså kan ett vattenkraftverk regleras med mängden vatten som går igenom turbinerna. En vindkraftsproducent däremot måste förlita sig på prognoser för vind för att förutbestämma produktionen för nästkommande dag. (Conejo et al, 2010)

Det första steget vid handel av el är att planera en budkurva till Elspot, vilket görs för samtliga timmar, dagen innan leverans. Producenten skapar en budkurva med olika säljbud eftersom priset ännu inte är bestämt. Först då Elspot har stängt kl. 12:00 räknas det slutgiltiga priset per MWh fram. Det finns inte perfekt information om vad priset kommer bli och producenten får därför värdera sin produktion efter kvalificerade beräkningar. Dessa beräkningar baseras på många olika variabler såsom väderprognoser, historiska data, stokastiska modeller och konsumtionsprognoser. Det bränsle som eventuellt kan sparas genom att inte producera beaktas också vid formandet av budkurvan. En budkurva kan se ut som i figur 9. (Conejo et al, 2010)



Figur 9 – budkurva på Elspot (Conejo et al, 2010)

Figuren visar en producent som kan tänka sig att sälja 50 MWh till priset av 20 €/MWh, ytterligare 25 MWh för 30 €/MWh och sedan 25 MWh till för 40 €/MWh. Om systempriset resulterar i 35 €/MWh skulle denna producent få sälja totalt 75 MWh på Elspot. På den här marknaden är denna producent en pristagare eftersom de inte direkt påverkar priset på grund av den stora omsättningen på Elspot. Det innebär att 100 - 75 = 25 MW av producentens resurser inte har blivit sålda och dessa kan förvaltas på antingen Elbas eller RKM. (Conejo et al, 2010)

4.1.2 Intradagmarknaden Elbas

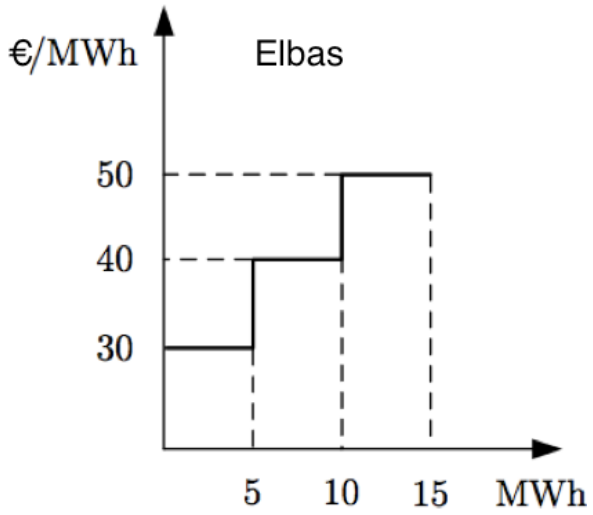
I planeringsskedet inför varje kommande drifttimme ska de balansansvariga företagen övervaka att de tillför lika mycket el som de prognostiserar att sälja till sina kunder. Med tillförsel menas såväl egen produktion som inköpt el och som försäljning räknas både leveranser direkt till kunder eller via elbörsen. Genom att handla på justeringsmarknaden Elbas kan balansansvariga klara av att hålla sin balans timme för timme under dygnet (SvK, d, 2011). Oftast säkras balansen mellan utbud och efterfrågan redan med handeln på Elspot. Dock kan det uppstå oanade situationer mellan stängningen på Elspot och själva leveransen dagen efter. Ett oväntat bortfall av ett kärnkraftsblock i Sverige kan leda till mindre produktion än planerat. Ett annat scenario kan vara att starkare vind än prognostiserat i Danmark leder till högre produktion än planerat. För att hantera dessa situationer kan aktörer handla sig i balans genom att köpa eller sälja volymer närmare leveranstimmen på Elbas. (Nord Pool Spot, a, 2013)

Kl. 14.00 publiceras de tillgängliga överföringskapaciteterna på Elbas. Dessa bestämmer hur stora volymer som kan handlas. Buden för de olika aktörerna sätter sedan priserna som sedan sorteras efter högsta bud för köp och lägsta bud för sälj. Auktionerna genomförs direkt mellan de olika aktörerna när de har funnit ett matchande bud för deras uppdaterade plan eller prognos. (Nord Pool Spot, a, 2013)

NPS menar att Elbas kommer att få en betydligt större roll på elmarknaden när en utbyggnad av nordisk vindkraft sker eftersom det är svårt att förutse hur vinden ska blåsa. När vindkraftsproducenter handlar på marknaden agerar de efter sina prognoser som kontinuerligt skiftar. Därför kan obalanser lätt uppstå mellan den prognostiserade produktionen som har sålts på spotmarknaden och den verkliga produktionen. Vid dessa situationer kan Elbas underlätta balanshållningen och minska risken att vara i obalans. (Nord Pool Spot, a, 2013)

4.1.2.1 Budstrategier på Elbas

På Elbas skapar aktören ofta ett visst pris eftersom de säljer direkt till en annan aktör. Omsättningen på Elbas är mindre och därför kan mindre effekter bli prispåverkande. De är så kallade *market-makers* och påverkar alltså det slutgiltiga priset. Den producent som nämndes i sektion 4.1.1.1 hade 25 MW effekt kvar att förvalta efter handeln på Elspot (Conejo et al, 2010). Om de bestämmer sig för att erbjuda 15 MWh till Elbas under en särskild timme kan budkurvan se ut enligt figur 10.



Figur 10 – exempel på budkurva på Elbas (Conejo et al, 2010)

Om det inte finns någon köpare på Elbas som betalar mer än 35 €/MWh blir bara 5 MWh allokerade och de har ett överskott om 10 MWh. Dessa kan fortfarande säljas på RKM, alternativt uteblir den produktionen, och bränsle kan sparas. (Conejo et al, 2010)

4.1.3 Reglerkraftmarknaden

RKM finns för att SvK ska kunna upprätthålla balansen i kraftsystemet. Utifrån prognostiserad förbrukning och realtidsdata från kraftsystemet bestämmer balanstjänsten på SvK vilket behov av reglerkraft som finns. Balanstjänsten får in bud med reglerkraft från de balansansvariga företagen i systemet. (Elmarknadshandboken, 2012)

Alla reglerobjekt som finns tillgängliga för produktion eller flexibel förbrukning, per snittområde, finns registrerade hos SvK. Ett produktionsreglerobjekt får enbart omfatta ett kraftslag, dvs. vindkraft, vattenkraft, kärnkraft, gas/dieselkraft eller övrig värmekraft. På förbrukningssidan är reglerobjekten anläggningar där förbrukningen delvis kan reduceras eller helt kopplas bort. För industrier gäller det anläggningar som har sammanlagt uttagsabonnemang om minst 50 MW. De reglerobjekten som BA lämnar bud för med en aktiveringstid om högst 15 minuter ska vara försedda med realtidsmätning. Dessa realtidsvärden för produktion ska ange aktiv och reaktiv effekt per aggregat eller station som finns tillgängligt. Upp- och nedregleringsbud ska lämnas in elektroniskt med följande information: (SvK, e, 2013)

- Volym i MW som ska regleras upp eller ned
- Pris i SEK/MWh eller €/MWh
- Aktiveringstid och reglerobjekt

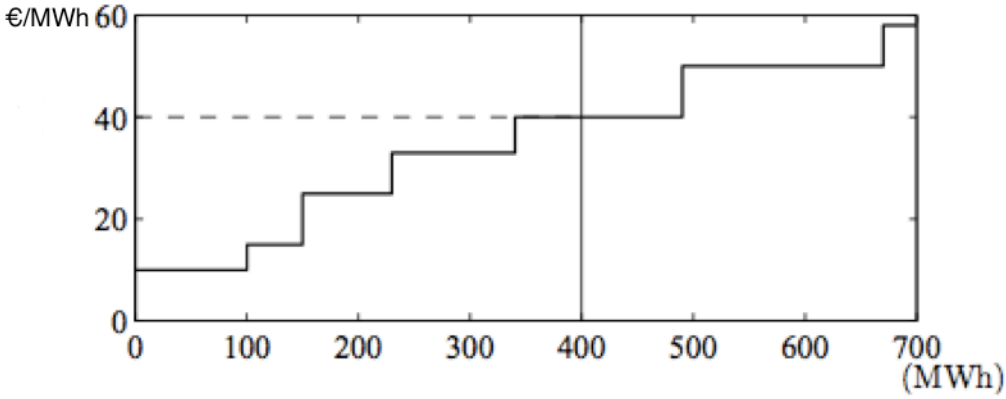
Avropade bud för manuell reglerkraft ska vara fullständigt aktiverade inom den angivna aktiveringstiden på budet. Vid aktivering av ett uppregleringsbud köper SvK energi av BA och tvärtom. Bud kan lämnas, ändras eller återtas kontinuerligt från 14 dygn före leveransdygnets början. SvK antar buden i rangordning enligt en gemensam nordisk reglerlista, om överföringskapaciteten tillåter det. De inkomna buden

rangordnas efter geografiskt läge, pris samt aktiverings- och regleringstider. (SvK, e, 2013)

4.1.3.1 Pris för att vara i obalans

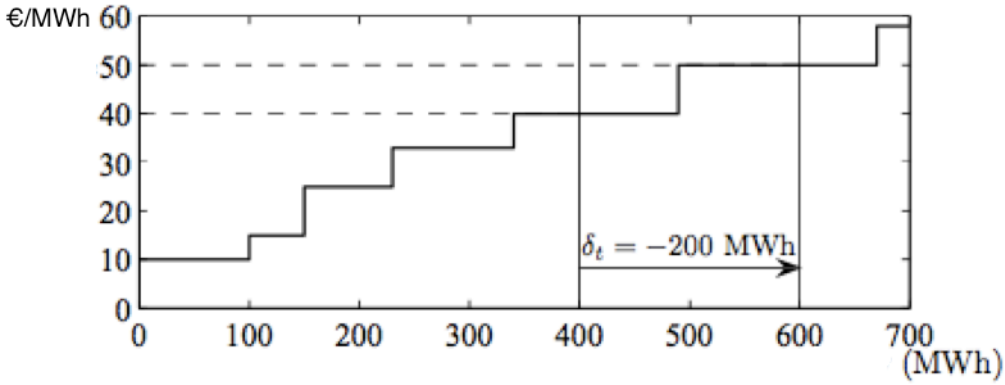
Om en balansansvarig avviker från förbruknings- eller produktionsplanen måste detta korrigeras. Detta görs genom att SvK avropar tillgängliga bud på RKM. De som är i obalans på grund av felprognostiserad förbrukning måste betala för den mängd kraft som är fel, enligt det avropade priset på RKM. Detta ”obalanspris” är då antingen priset för förbrukningsbalanskraft eller produktionsbalanskraft. (Conejo et al, 2010)

Obalanspriset på RKM kan beskrivas mer eller mindre komplicerat. För att få en grundförståelse för uträkningen ges här ett konkret exempel medan en mer utförlig avräkning med de tillhörande avgifterna förklaras i sektion 4.3.2 och 4.3.3. För enkelhetens skull antas här att det är perfekt konkurrens på RKM. Det stämmer delvis inte eftersom alla reglerobjekt inte får delta på RKM. Exempelvis kan priset vara 40 €/MWh med en total efterfrågan på 400 MWh på Elspot enligt figur 11. (Conejo et al, 2010)



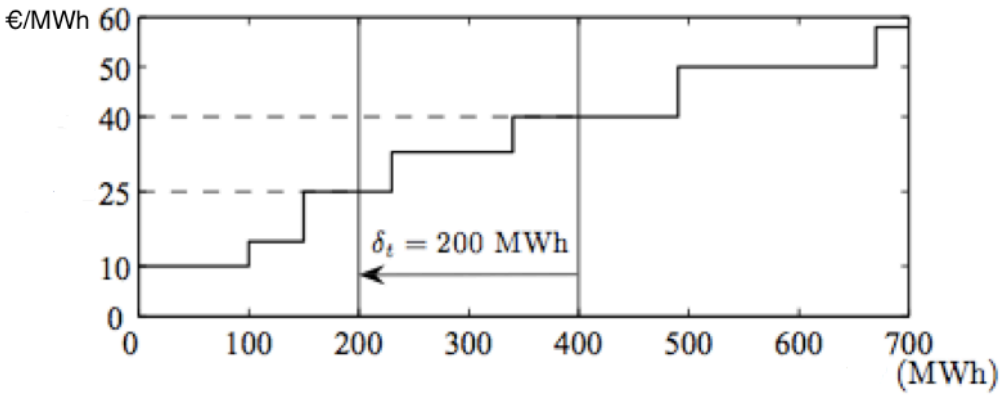
Figur 11 – exempel på pris och efterfrågan (Conejo et al, 2010)

Om det skulle vara negativ obalans med -200 MWh, det vill säga att det finns för lite energi i systemet, skulle priset på RKM bli 50 €/MWh enligt figur 12. Det är alltså 10 €/MWh mer än vad energin såldes för på Elspot. (Conejo et al, 2010)



Figur 12 – prisförändring vid negativ obalans om 200 MWh (Conejo et al, 2010)

Om det istället skulle vara positiv balans i systemet, det vill säga att det finns för mycket energi i systemet, skulle priset på RKM påverkas enligt figur 13 och bli 25 €/MWh. Det är 15 €/MWh mindre än vad energin såldes för på Elspot. (Conejo et al, 2010)



Figur 13 – prisförändring vid positiv obalans om 200 MWh (Conejo et al, 2010)

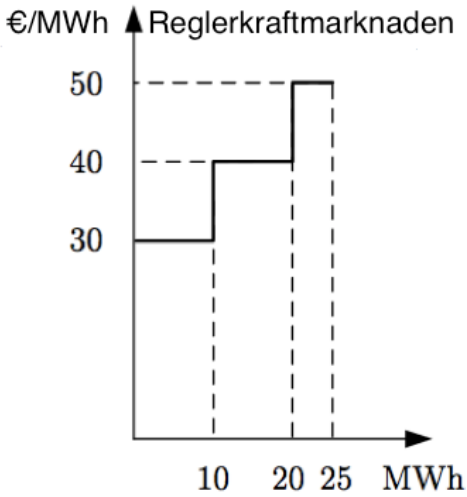
Rent ekonomiskt är det i det här fallet lönsamt att bidra till nedregleringen eftersom de då tjänar 40 - 25 = 15 €/MWh. Då är enbart obalanspriset taget hänsyn till och eventuella avgifter är inte medräknade. (Conejo et al, s. 205, 2010)

Ur en teoretisk synpunkt skall RKM betraktas som en separat mekanism, vilken är ämnad att kontrollera avvikelser från stabilitet i realtid, och sedan stabilisera systemet på ett konkurrenskraftigt sätt. (Conejo et al, 2010)

4.1.3.2 Budstrategier på reglerkraftmarknaden

En producent kan välja att sälja effekt på RKM på samma sätt som till Elbas och Elspot. En kraftproducent skapar en budkurva och sedan avropas buden vid leveransen av reglerkraften. Producenten antas vara en pristagare på denna marknad och kan inte påverka det slutgiltiga priset. (Conejo et al, 2010)

En budkurva kan se ut som i figur 14. Producenten kan tänka sig att sälja totalt 25 MWh reglerkraft till systemoperatören. Om priset blir 45 €/MWh kommer 20 MWh att användas från denna producent. Eftersom det är reglerkraft kan den vara både upp och ner i detta fall. Det resulterar i -10 MWh eller +10 MWh. De har alltså 15 MW i effekt kvar att distribuera. Ett försök gjordes att sälja dessa på Elbas tidigare men endast 5 MWh avropades till det önskade priset, under den särskilda timmen. Enbart 90 MW av de potentiella 100 MW användes alltså från denna producent. (Conejo et al, 2010)

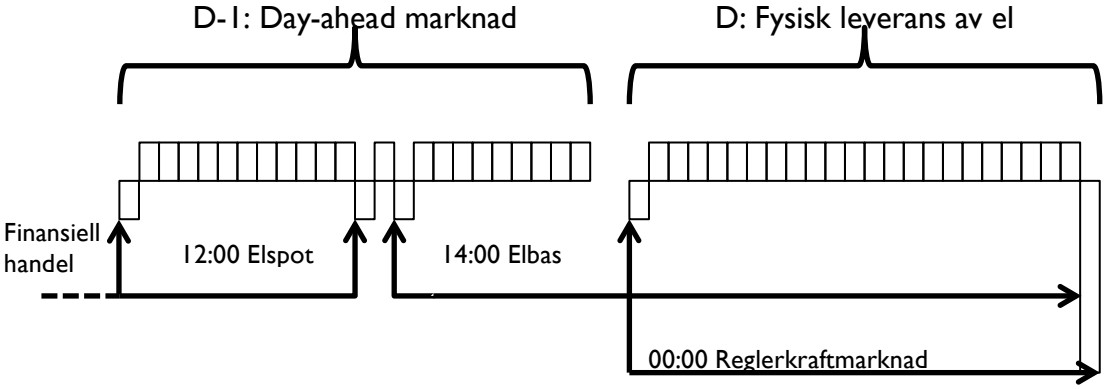


Figur 14 – exempel på budkurva på RKM (Conejo et al, 2010)

4.2 Finansiell handel av el

Finansiella terminshandeln gör det möjligt för aktörerna att säkra priset på den el de konsumerar eller producerar. Vissa aktörer vill ha en försäkring mot framtida prisrörelser på spotpriset. Andra aktörer kan för en given volym säkra priset för försäljning av el. Med andra ord kan konsumenter säkra och köpa en given mängd kraft för en period i framtiden till ett fastslaget pris och på så sätt minska sin riskexponering. Ett kontrakt avser en viss mängd el över en viss period till ett visst pris. Handeln sker alltså inte alltid fysiskt utan oftast med kontrakt. Kontrakten varierar och kan sträcka sig över dagar, veckor, månader, kvartal och upp till fem år fram. (Nord Pool Spot, a, 2012)

I figur 15 visas en sammanfattande bild över de olika handelsplatserna och inom vilka tidsramar de är aktiva.



Figur 15 – öppettider för de olika handelsplatserna

4.3 Rapportering och underrättelse

Rapporteringen är nödvändig som underlag för driftplanering och balansavräkning. Inför varje leveransmånad anmäler elnätsföretagen de nätavräkningsområden som BA ska rapportera mätvärden och andelstal ifrån. I mätvärdena ska bl.a. produktion och förbrukning anges (SvK, e, 2013). Dagen efter leverans skall mätvärden från nätägarna rapporteras till SvK. Vid eventuella revideringar kan nätägare rapportera

nya mätvärden upp till fem dagar efter leveransdagen. Denna rapportering är viktig eftersom BA planerar sin produktion och förbrukning baserat på dessa värden. (Elmarknadshandboken, 2012)

Om ändrade förhållanden uppstår gällande produktion eller konsumtion ska BA rapportera detta till NPS. All rapportering av driftplanerings- och avräkningsinformation ska ske via ett elektroniskt kommunikationssystem som heter Ediel. (SvK, e, 2013)

BA ska anmäla anläggningar som ingår i deras produktions- eller konsumtionsplan med avseende på storlek och typ. Detta kan gälla produktion som överstiger 10 MW, avkopplingsbar förbrukning såsom elpannor och värmepumpar som överstiger 5 MW samt övrig reglerbar förbrukning i industri som överstiger 10 MW. Enligt balansansvarsavtalet ska BA senast kl. 17.00 dagen före leveransdygnet, och därefter löpande vid förändring, rapportera sammanlagd energi, angiven per snittområde. BA ska dessutom rapportera plan- och prognosinformation senast 45 minuter innan leveranstimmens början. Dessa kan vara planerade produktionsavställningar eller nya reglerobjektsplaner. Avvikelser från produktionsplanen under leveranstimmen får vid normal drift endast ske i samråd med SvK. Vidare skall BA rapportera prognoser för FCR-N och/eller FCR-D med sammanlagd effekt och per snittområde. (SvK, e, 2013)

4.3.1 Handel för FCR-N och FCR-D

BA som avser att delta i den automatiska regleringen sammanställer och rapporterar uppdelade mätvärden för FCR-N och FCR-D. Reglerbuden kan skickas in till SvK under D-2 handeln eller D-1 handeln. D-2 handeln innebär att SvK upphandlar en del av reservbehovet för leveransdygnet efter morgondagens dygn. Producerande företag lämnar elektroniskt in sina D-2 bud senast kl. 15.00 för leveransdygnets alla 24 timmar. BA som har fått D-2-bud avropade informeras elektroniskt senast kl. 16 samma dag som budgivningen sker. D-1 handeln sker kvällen innan leveransdygnet och, i undantagsfall vid återköp, under leveransdygnet. Avropade bud informeras senast kl. 21 samma dag som budgivningen. (SvK, e, 2013)

4.3.2 Enpris- och tvåprisavräkning

Efter varje avslutad leveranstimme då reglerkraft har avropats, sätts ett pris för uppreglering och/eller nedreglering som ska gälla för den aktuella leveranstimmen. Avropade bud för reglerkraft sätts enligt en så kallad ”pay-as-bid”-regel. Dagen efter leverans görs avräkningen för balanskraft. Obalansen räknas fram enligt följande:

$$\Delta \mathrm{E} = E_p - E_h \tag{1}$$

E_p står för producerad energi under en viss timme och E_h står för planerad handel på Elspot och Elbas. (Elforsk, a, 2013)

Sedan 1 november 2011 rapporterar SvK till BA genom ett avräkningssystem som heter Generis. I detta system avräknas avvikelserna timvis för varje dygn (SvK, b, 2013). Enligt balansansvarsavtalet sker detta i två separata steg, ett för produktionsbalansen och ett för förbrukningsbalansen. Priset beror på vad SvK, via balanstjänsten, har begärt för reglering. Priset beror på vad för reglering det är under

den aktuella timmen och om obalansen från BA har bidragit till, eller motverkat systemets balanshållning. (SvK, d, 2013).

Om systemet är underbalanserat behöver SvK uppreglera genom att köpa el till ett uppregleringspris K_u, som är högre än spotpriset P_s. Är det istället överbalanserat behöver SvK nedreglera genom att sälja el till ett nedregleringspris K_n, som är lägre än P_s. (Nord Pool Spot, b, 2013)

För produktionsbalansen finns det ett större incitament att hålla balansen eftersom den avräknas till ett tvåprissystem, medan förbrukningsbalansen avräknas till ett enprissystem. Detta görs för att uppmuntra BA att verkligen hålla sin balans. För obalanser i produktion gäller det att om en BA förstärker systemets totala obalans sätts priset lika med upp- eller nedregleringspriset. När kraftsystemet är underbalanserat måste det uppregleras och BA som är underbalanserad får betala uppregleringspriset. När kraftsystemet istället är överbalanserat behöver det nedregleras och BA som är överbalanserad får betalt enligt nedregleringspriset. Om en BA har en obalans som hjälper systemet får de betalt i spotpriset på NPS. Detta gäller BA som är överbalanserade när systemet behöver uppregleras eller när en BA är underbalanserad när systemet behöver nedregleras. (Elforsk, c, 2009)

Genom att tillämpa ett tvåprissystem hindras aktörerna från att försöka tjäna pengar på att vara i obalans. Tvåprissystemet skapar tydliga incitament för BA att lämna in så bra planer som möjligt och erbjuda eventuell reglerkraft på RKM, vilket i sin tur underlättar för en effektiv drift av systemet för systemoperatören. (Elforsk, c, 2009)

Exempel tvåprissystem. En vindkraftproducent har sålt 150 MWh på Elspot för ett pris om 40 €/MWh för en viss timme. Men under den timmen producerar de enbart 100 MWh och måste därför köpa resterande 50 MWh på RKM. Uppregleringspriset för samma timme är 50 €/MWh. Om systemet är underbalanserat och behöver uppregleras kommer följande kostnad att debiteras vindkraftsproducenten:

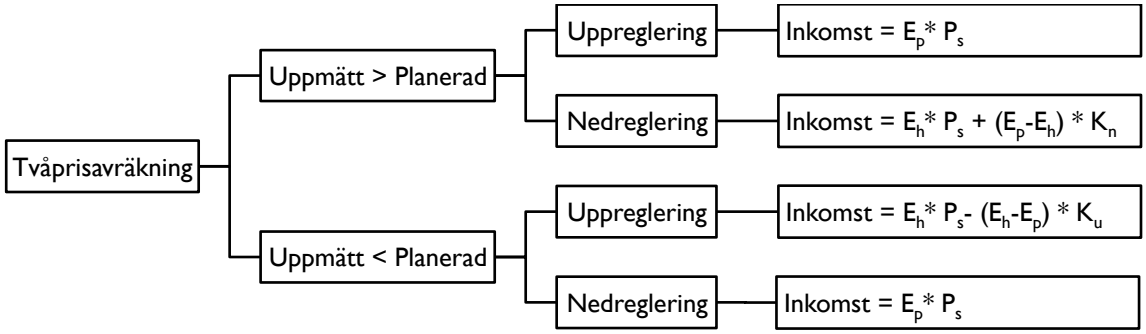
$$50\ \mathrm{MWh} \cdot 50\ €/\mathrm{MWh} = 2500\ € \tag{2}$$

Men de har redan sålt dessa 50 MWh på Elspot för 40 €/MWh, vilket betyder att totala kostnaden blir:

$$2500\ € - 50\ \mathrm{MWh} \cdot 40\ €/\mathrm{MWh} = 500\ € \tag{3}$$

Men om systemet istället är överbalanserat hjälper vindkraftsproducenten systemet åt rätt håll och får därför betalt i form av spotpriset och därmed inte får någon extra kostnad. (Elforsk, c, 2009)

I figur 16 visas en sammanfattande bild över de olika scenarion som kan uppstå med tvåprisavräkning och vilka inkomster som det resulterar i.



Figur 16 – schematisk bild över tvåprisavräkningen (Elforsk, c, 2009)

Förbrukningsbalanskraft prissätts med ett enprissystem, där enbart upp- eller nedregleringspriset gäller på reglerkraft. Om en BA bidrar till systemets obalans får aktören betala upp- eller nedregleringspriset. Men om en BA istället bidrar till systemets balans får aktören betalt i form av upp- eller nedregleringspriset (SvK, c, 2013). I en rapport gjord av Elforsk (2009) lyfts det fram ett eventuellt problem med enprisavräkningen:

”En ofta nämnd nackdel med enprissystemet är att det åtminstone i teorin öppnar möjligheter att i spekulativt syfte medvetet lämna en felaktig plan i situationer där systemets totala obalans på ett eller annat sätt kan förutses. Resultatet blir därmed att en medveten obalans i praktiken sälja som balanskraft.” (Elforsk, c, 2009)

En fördel med enprissystemet istället är att det bedöms stärka förutsättningarna för konkurrens på RKM. Detta eftersom det minskar den ekonomiska risken som är förknippad med att vara balansansvarig, vilket underlättar för mindre aktörer. (Elforsk, c, 2009)

4.3.3 Avgifter för balanskraft

SvK fastställer de avgifter som BA ska betala för balanskraft. För produktion av el finns en grundavgift på 0,80 SEK/MWh och för förbrukningen en grundavgift på 1,60 SEK/MWh. BA får dessutom en avgift på 2,50 SEK/MWh för förbrukningsbalanskraft. Slutligen betalar BA en fast månadsavgift om 1850 SEK/månad. (SvK, e, 2013)

4.4 Förbruknings- och produktionsobalanser

För att de balansansvariga företagen ska få en uppfattning om hur deras förbrukningsobalanser ligger till gentemot de andra aktörerna redovisar SvK ett så kallat obalansindex. Detta index illustreras i två delar ”netto-obalansindex” och ”brutto-obalansindex”. Netto-obalansindex är en procentsats som beräknas för varje BA per dygn. För varje aktör, och för varje dygn, summeras skillnaden mellan planerad och uppmätt förbrukning. Erhållna summor divideras enligt ekvation 4. (SvK, h, 2013)

$$\frac{\sum_1^n \left(\frac{Planerad\ förbrukning_n - Uppmätt\ förbrukning_n}{Total\ förbrukning} \right)}{n} \tag{4}$$

Brutto-obalansindex räknas ut på liknande sätt, men med skillnaden att absolutvärdet summeras enligt ekvation 5.

$$\frac{\sum_1^n \left(\left| \frac{Planerad\ förbrukning_n - \ Uppmätt\ förbrukning_n}{Total\ förbrukning} \right| \right)}{n} \tag{5}$$

Samtliga företags procentvärden summeras och divideras med antalet företag. Kvoten, uttryckt i procent, redovisas som brutto-obalansindex. (SvK, h, 2013)

I dagsläget finns enbart denna statistik för förbrukningsbalanskraft men om netto-obalansindex för produktionsbalanskraft skulle räknas fram på samma sätt skulle det göras enligt ekvation 6.

$$\frac{\sum_1^n \left(\frac{Planerad\ produktion_n - \ Uppmätt\ produktion_n}{Total\ produktion} \right)}{n} \tag{6}$$

Brutto-obalansindex för produktion räknas i detta examensarbete enligt ekvation 7.

$$\frac{\sum_1^n \left(\left| \frac{Planerad\ produktion_n - \ Uppmätt\ produktion_n}{Total\ produktion} \right| \right)}{n} \tag{7}$$

5 De balansansvariga i SE3

I denna sektion görs ett urval av de balansansvariga företagen i SE3. En kategorisering av de balansansvariga görs utifrån deras storlek och inblandning i kraftsystemets balanshållning. Denna kategorisering förklaras och motiveras och sedan presenteras arbetsgången, med resulterande obalans-index för år 2012, för de olika kategorierna.

5.1 Urval och kategorisering av de balansansvariga i SE3

Det finns totalt 29 balansansvariga företag i SE3 enligt tabell 6. De har samma krav på sig att vara i balans enligt balansansvarsavtalet men med olika förutsättningar. Exempelvis har vissa egen produktion, förbrukning och förvaltning medan andra enbart har förvaltning. Produktionen hos BA kan vara av olika typ, storlek och flexibilitet, likaså förbrukningen.

Tabell 6 – samtliga BA i SE3 innan avgränsning (Broström, 2013)

Balansansvariga i SE3	
Axpo Sverige AB	Markedskraft Sverige
Bergen Energi AB	Modity Energy Trading
Bixia AB	Mälarenergi AB
Dala Kraft AB	NEA's Energy A/S
Danske Commodities	Produktionsbalans AB
E.ON Energy	Scandem AB
ENA Energi AB	Skellefteå Kraft AB
Energiförsäljning Sverige AB	Statkraft AB
Fortum Generation AB	SvK Gasturbiner
Fortum Värme AB	Tekniska Verken i Linköping
Göta Energi AB	Telge kraft AB
Göteborg Energi DinEL AB	Vattenfall AB
Jämtkraft AB	Västerbergslagens Kraft AB
Nordic Green Energy AB	Wallenstam NaturEnergi AB
Markedskraft ASA	

Av de 29 företagen i tabell 6 har 16 valts ut som respondenter för detta examensarbete. Fyra BA har samma huvudägare och då har de adderats till en BA eftersom de antas ha samma strategi och arbetsgång. Antagandet har gjorts för att förenkla en analys av de resultat som uppnås. Detta har gjorts för Vattenfall, vilka äger Produktionsbalans AB och Västerbergslagens Kraft AB. På samma sätt har Markedskraft ASA och Markedskraft AB gjorts till en och samma BA. Scandem ägs av Jämtkraft, varför dessa också har slagits ihop till en BA. Den sista sammanslagningen som gjorts i detta examensarbete är den för Fortum Generation AB och Fortum Värme AB.

Ytterligare en avsmalning av de balansansvariga har gjorts i arbetet för att försöka kartlägga deras arbetsgång. Ett krav för att vara med i denna undersökning är att den balansansvarige har både produktion och förbrukning under sitt balansansvar. De ska även rapportera planerad- och uppmätt produktion/förbrukning under årets alla

månader. Denna avgränsning har gjorts för att det underlättar i kartläggningen av en konsekvent och generell arbetsgång, utan avbrott under vissa månader. Med detta i åtanke har Bergen Energi AB, Danske Commodities, NEA's Energy A/S, Statkraft AB, ENA Energi AB och Nordic Green Energy tagits bort från underlaget. De BA som återstår för kategoriseringen redovisas i tabell 7.

Tabell 7 – BA i SE3 efter avgränsning

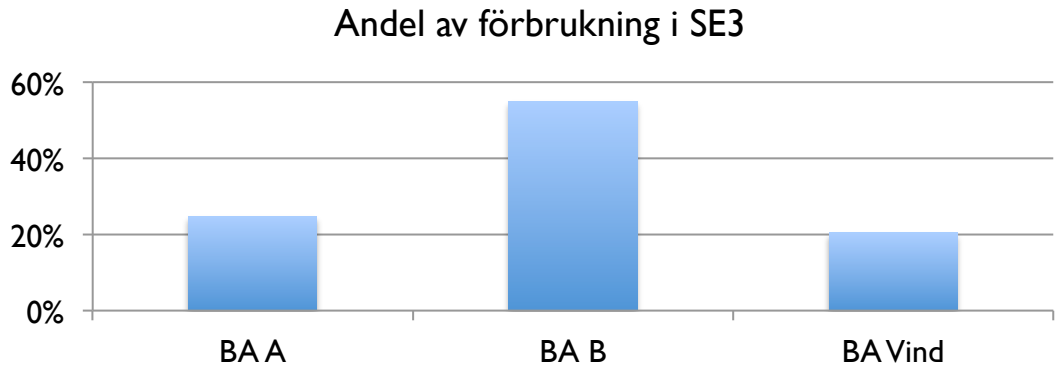
Balansansvariga i SE3	
Axpo Sverige AB	Markedskraft AB
Bixia AB	Modity Energy Trading
Dala Kraft AB	Mälarenergi AB
E.ON Energy	Skellefteå Kraft AB
Fortum AB	Tekniska Verken i Linköping
Göta Energi AB	Telge kraft AB
Göteborg Energi DinEL AB	Vattenfall AB
Jämtkraft AB	Wallenstam NaturEnergi AB

Fyra stycken BA har inte haft möjlighet att delge deras arbetsgång och resonemang kring olika frågeställningar i detta examensarbete av olika anledningar. Deras data för produktion, förbrukning och därav obalans räknas ändå med i tillhörande kategori och antas ha liknande arbetsgång som de övriga i den kategorin. De som enbart har reglerobjekt i form av gasturbiner, SvK Gasturbiner, har valts bort eftersom de enbart är delaktiga i störningsreserven och inte påverkar balanshållningen, under normaldrift, eller RKM.

Efter intervjuer med ett flertal BA har det visat sig att arbetsgången skiljer sig beroende på deras storlek. För att kunna beskriva hur arbetsgången ser ut för de olika BA som finns i SE3 har därför en kategorisering gjorts. Denna kategorisering delar upp BA i en grupp med mindre aktörer (BA A), en grupp större aktörer (BA B) och en grupp med stor andel vindkraft i sin produktionsmix (BA Vind). Storleken härleds till deras andel av produktionen i SE3.

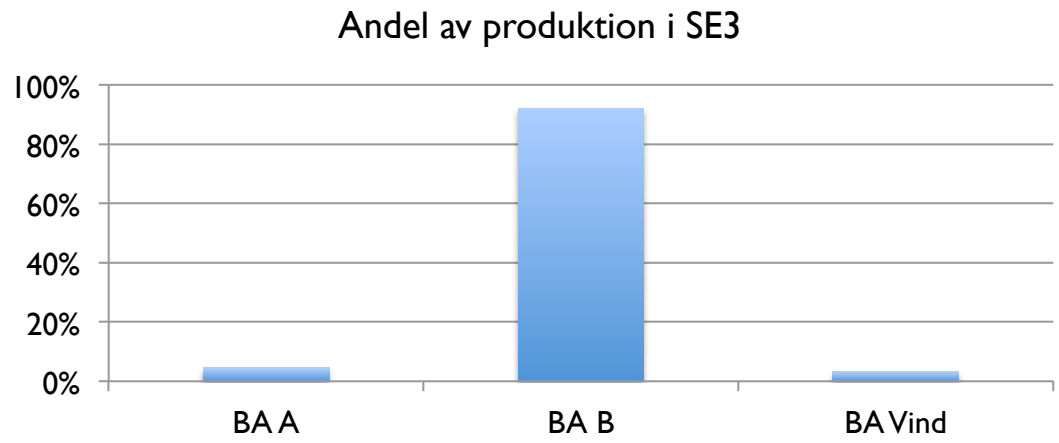
Uppdelningen har gjorts eftersom olika incitament och förändringar av krav kan påverka de olika grupperna på olika sätt. Genom att samla liknande aktörer i samma grupp kan även den insamlade informationen härledas till den gruppen istället för att nämna någon BA vid explicit namn. Detta har gjorts på uppmaning av de BA som varit med i denna studie eftersom viss information är konfidentiell. De data som har använts som grund för kategoriseringen har tillhandahållits av SvK men är sekretessbelagd.

I figur 17 kan de olika kategoriernas förbrukning ses. BA A har en andel om 25 %, BA B har en andel om 55 % medan BA Vind står för de resterande 20 % av förbrukningen. (SvK, i, 2013)



Figur 17 – andel av uppmätt förbrukning under 2012 för varje kategori i SE3 (SvK, i, 2013)

I figur 18 visas istället de olika kategoriernas andel av produktionen i SE3. BA A står för 5 %, BA B för 92 % och BA Vind för 3 %. (SvK, i, 2013)



Figur 18 – andel av uppmätt produktion under 2012 för varje kategori i SE3 (SvK, i, 2013)

5.1.1 Balansansvarig kategori A

BA A har kategoriserats utifrån deras andel av produktionen i SE3. De aktörer som faller in under denna kategori har mindre än 4 % av den installerade effekten och de är därför pristagare på marknadsplatserna Elspot, Elbas och RKM. Typen av produktion skiljer sig beroende på aktör men den kan bestå av värmekraftverk, oftast mindre vattenkraftverk och viss andel vind eller sol. Oftast har BA A något eller några produktionsslag i sin produktionsmix. De har inte särskilt stor andel reglerbar produktion, som går att utnyttja på RKM, och är därför inte särskilt delaktiga på RKM.

5.1.1.1 Arbetsgång för handel på Elspot

BA A har ett fåtal anställda som sköter prognostisering, planering och handel. De placerar maximal andel av sin handel på Elspot enligt balansansvarsavtalet. Eftersom de har en mindre andel av den totala effekten i SE3 placeras buden ofta med en spridning som gör att de kommer sälja till det pris som blir på Elspot. Rent praktiskt placeras ett väldigt lågt bud och ett väldigt högt bud, vilket gör att en allokering görs

för varje fall inom det intervallet. Detta gäller för vissa av BA A på både produktions- och förbrukningsbud. (Respondent BA A, 2013)

Prognostiseringen av produktion görs oftast på själva kraftverket när det gäller värmekraft medan vatten- och vindkraft prognostiseras med olika verktyg hos den del av bolaget som sköter handeln på Elspot och Elbas. Dessa verktyg använder olika parametrar såsom temperatur, solstrålning, hydrobalans men även historisk data för produktion. Väderdata hämtas från olika hemsidor som SMHI.se och Yr.no. Väderdata i kombination med parametrarna matas in i ett prognossystem från Vitec som heter Aiolos och en produktionsprognos skapas. Flera BA A använder också egenutvecklade modeller, eftersom dessa är billigare, men dessa är inte särskilt avancerade. Produktionsprognosen ligger sedan till grund för mängden energi som handlas på Elspot. (Respondent BA A, 2013)

Prognostiseringen av förbrukning görs oftast av BA A själva men kan även göras av elbolagen som handlar under BA A:s ansvar. Prognoserna baseras delvis på historiska mätdata som samlas in från nätbolagen. BA A har sällan realtidsmätdata eftersom de inte äger stora egna nätområden. Även här används programvaror som Aiolos, med data för väder för att förutspå hur förbrukningen kommer att se ut det nästkommande dygnet. Om det spås kallt väder antas behovet av el öka och vice versa. Vädret är den mest påverkande faktorn men även kvaliteten på mätdata från nätägarna är betydande för att prognostiseringen skall bli korrekt menar BA A. (Respondent BA A, 2013)

5.1.1.2 Arbetsgång för handel på Elbas

Efter att handeln på Elspot är genomförd gör BA A nya produktionsprognoser för att se hur produktionen har förändrats. Då det uppstår problem i ett kraftverk rapporteras det in i den nya prognosen. För de som har vindkraft i sin produktionsmix görs även nya vind-prognoser varje timme för att se hur produktionen kan komma att förändras. De nya prognoserna sammanställs och jämförs med handeln på Elspot. Vid differens korrigeras den handlade effekten med köp på Elbas. De nya produktionsplanerna och den nya handeln rapporteras till SvK för att minska risken för obalanskostnader. (Respondent BA A, 2013)

Förbrukningen prognostiseras sällan på nytt, då BA A sällan har avvikande planer om inte en stor last kopplas bort. De har inte särskilt många stora industrikunder som kan påverka förbrukningen i den utsträckningen att det måste korrigeras på Elbas. (Respondent BA A, 2013)

BA A använder sig av olika prissignaler från marknaden för att förutspå hur den kan komma att utvecklas. En av de prissignaler som används är priserna på RKM som publiceras av SvK en timme efter leveranstimmen. Genom att analysera priset på RKM kan BA A avgöra huruvida systemets balans är enligt deras prognoser eller inte. Det har visat sig att de även tittar på reglerkraftpriserna på RKM i andra nordiska länder för att få snabbare tillgång till dessa signaler. (Respondent BA A, 2013)

5.1.1.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden

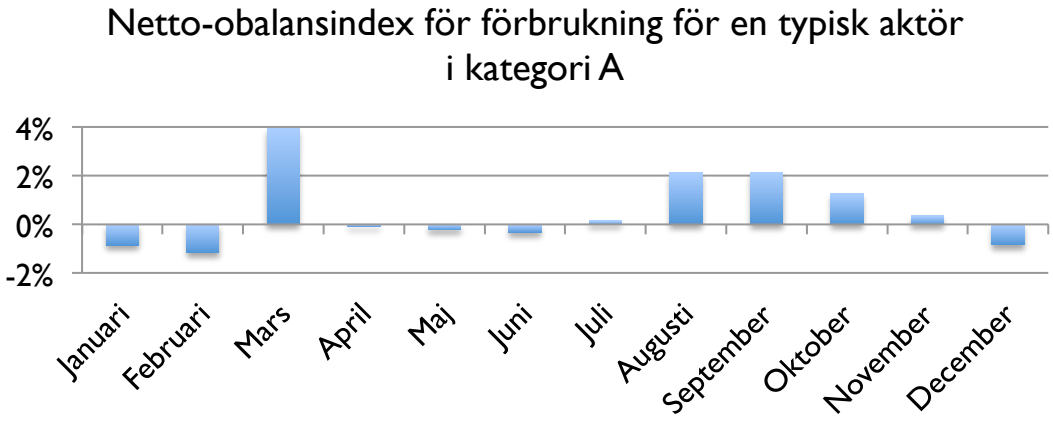
BA A är vanligtvis inte delaktiga i handel på RKM. Detta beror på flera orsaker. För att vara delaktig på RKM måste vissa krav uppfyllas på reglerresursen. Oftast är det

vattenkraft som går att reglera snabbt som klarar av dessa krav på ett ekonomiskt hållbart sätt. BA A har i vissa fall vattenkraftverk som ligger i samma vattendrag som de större vattenkraftverken uppströms. Eftersom de då är helt beroende av hur de stora vattenkraftverken körs för att kunna reglera sina mindre verk blir det svårt att få dem att uppfylla kraven för reglerresurser. Av naturliga skäl är vind- och solkraft inte heller särskilt lämpligt för RKM eftersom de är variabla och intermittenta. (Respondent BA A, 2013)

Värmekraftverk kan regleras men med olika tid för uppstart. Driftmässigt vill de hålla en stabil och jämn produktion för att minska slitage på olika tekniska komponenter i värmekraftverket. Det går dock att installera ackumulatorer och annan utrustning som gör att de kan användas som reglerresurs men det blir en fråga om hur lönsamt det är. BA A har gjort bedömningen att detta inte är genomförbart i dagsläget eftersom det krävs mer resurser men att det kan komma att ändras inom en snar framtid. (Respondent BA A, 2013)

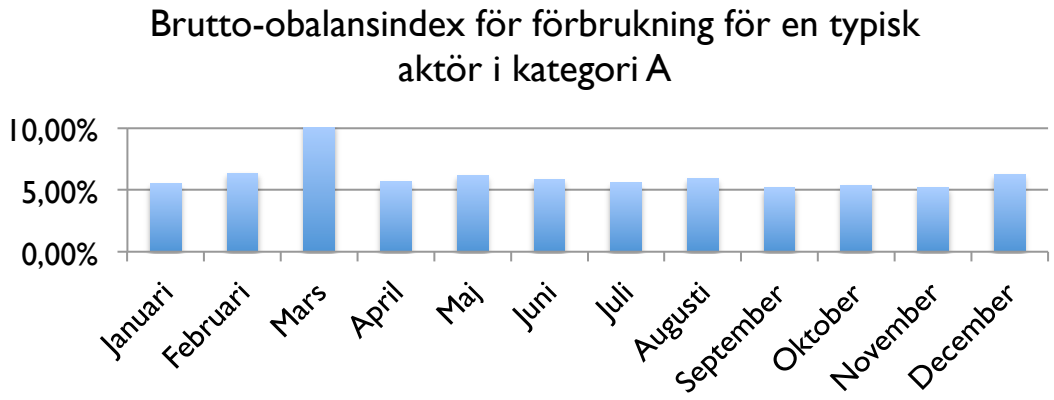
5.1.1.4 Obalansindex för kategori A

Med den arbetsgång som beskrivs i sektion 5.1.1 uppnås en nettoförbrukningsobalans enligt figur 19. Detta är för en typisk aktör inom kategori A och beräkningarna har utförts enligt ekvation 4 i sektion 4.4. Figuren visar i vilken riktning BA A påverkar systemet under år 2012. BA A varierar mellan en negativ riktning om cirka -1 % upp till en positiv riktning om cirka 4 % under mars månad.



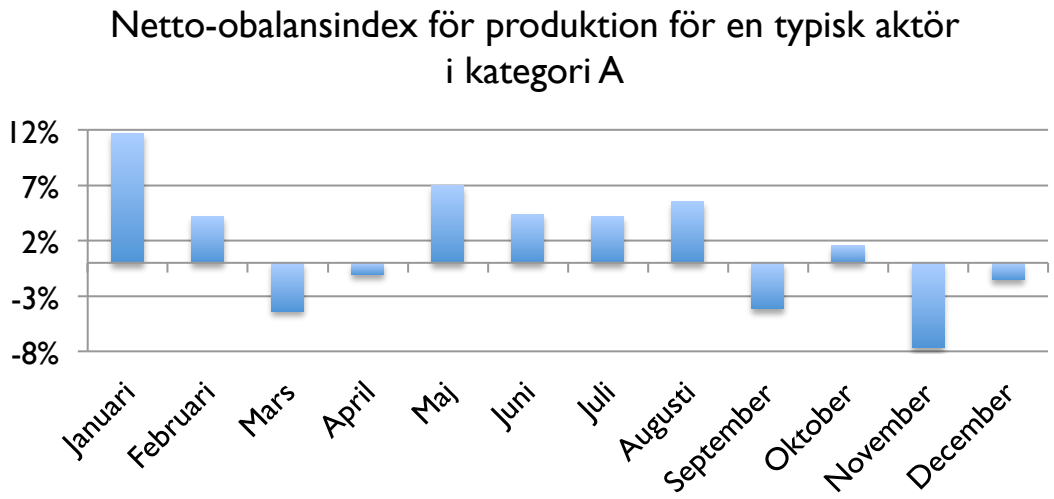
Figur 19 – uträknat netto-obalansindex för förbrukning under år 2012 för aktör A

Brutto-obalansindex för förbrukning och en typisk aktör i kategori A har räknats fram enligt ekvation 5 i sektion 4.4. Figur 20 visar mängden obalanser som en aktör i kategori A orsakade i kraftsystemet under 2012. Värdena varierar mellan cirka 5 % för majoriteten av månaderna men med en avvikande obalans om 10 % under mars månad. Dessa procentsatser är en andel av den uppmätta förbrukningen för aktör A.



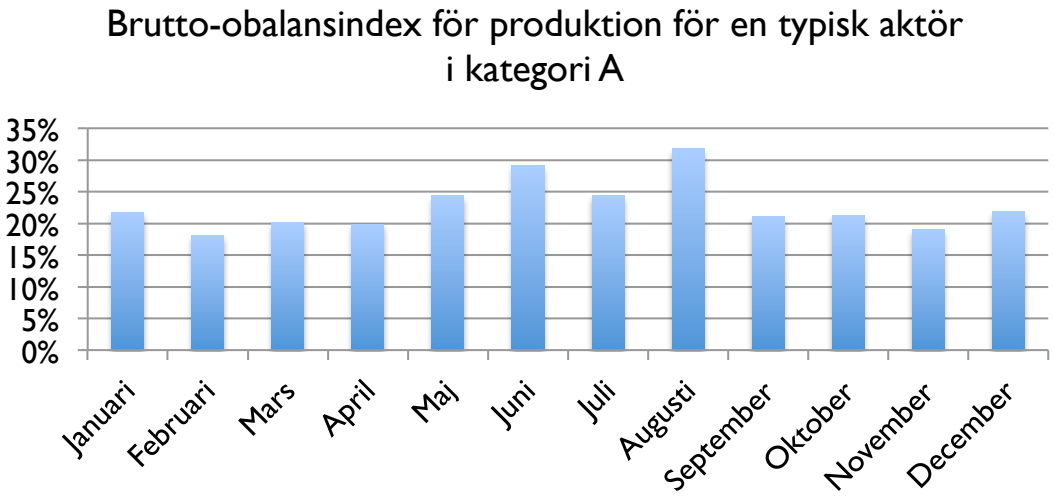
Figur 20 – uträknat brutto-obalansindex för förbrukning under år 2012 för aktör A

På samma sätt som för förbrukningsobalansen har ett obalansindex räknats fram för en typisk aktör i kategori A, under år 2012. Detta har gjorts enligt ekvation 6 och resulterade i figur 21, där obalanserna varierar mellan cirka -8 – 12 % av den uppmätta produktionen. Riktningen på obalanserna varierar både i storlek och riktning under året men med en konsekvent positiv riktning under månaderna maj – augusti.



Figur 21 – uträknat netto-obalansindex för produktion under år 2012 för aktör A

Den mängd obalanser som aktör A har orsakat kraftsystemet under år 2012 varierar mellan cirka 18 – 32 % av den uppmätta produktionen, beroende på månad. Beräkningen har gjorts enligt ekvation 7 och resultatet kan ses i figur 22, där det kan urskiljas att mängden produktionsobalans är högre under sommarmånaderna maj – augusti.



Figur 22 – uträknat brutto-obalansindex för produktion under år 2012 för aktör A

5.1.2 Balansansvarig kategori B

BA B har en betydande del av den installerade effekten i SE3 i form av flera olika kraftkällor med stor installerad effekt. Den totala installerade effekten per BA är mer än 10 % av den totala effekten i SE3. Detta gör att de är *market-makers* på de olika handelsplatserna. BA B finns representerade på Elspot, Elbas och RKM och de har flera stora industrikunder, vilket gör att de även har avkopplingsbar förbrukning som reglerresurser till RKM. De har också en stor del av förbrukningen och kan vara ägare av egna elnät. (Respondent BA B, 2013)

BA B använder sig av prognosverktyg såsom Vitec Aiolos vid framtagning av produktionsbud till de olika marknadsplatserna. Däremot har de oftast fler prognosverktyg som körs parallellt för att kunna sammanställa en mer gedigen helhetsbild. De har även tillgång till meteorologer som gör prognoser internt för att kunna vara ännu mer säkra på de bud som placeras på de olika marknadsplatserna. Bemanningen hos BA B är avsevärt högre än för de andra kategorierna. Driftcentralerna är alltid bemannade och de har resurser att svara på marknadens, och systemets, signaler dygnet runt och året om. (Respondent BA B, 2013)

5.1.2.1 Arbetsgång för handel på Elspot

Det finns en planeringsenhet för varje produktionsslag hos BA B. Varje enhet sköter prognostiseringen av produktion kortsiktigt men väger även in långsiktiga prognoser. Planerna tas fram med en egenutvecklad programvara som är anpassad till den balansansvariges system och produktionsmix. Ett exempel på hur programvaran måste anpassas individuellt är för viss vattenkraft. Ofta är det flera aktörer som äger olika kraftverk i samma älv, vilket medför att deras produktion är beroende. Detta beroende sköts genom bilaterala affärer, via Vattenregleringsföretagen som är en oberoende aktör. Storleken på de bilaterala affärerna måste vägas in i de prognoser som BA B gör för Elspot. (Respondent BA B, 2013)

Prognoserna från de olika enheterna skickas till en fysisk trading-enhet som sammanställer dem och gör en helhetsbedömning över situationen. Den fysiska trading-enheten räknar fram olika scenarion och klassificerar dem med olika

sannolikheter för att se vilket det mest optimala budet är. Efter att ha samlat in och analyserat samtlig information placerar de sedan buden på Elspot för samtliga enheter. (Respondent BA B, 2013)

Eftersom BA B har väldigt stor produktion i SE3 finns det en viss sannolikhet att en mängd produktion kommer att falla bort under leveranstimmen på grund av olika störningar. Detta medför att BA B måste kompensera för detta i deras handel på Elspot. (Respondent BA B, 2013)

På samma sätt som vid produktionsplaneringen görs lastprognosen på en separat enhet. Denna enhet använder parallella modelleringsverktyg för att få fram en säker prognos. BA B är även ägare av stora nätområden och har därför tillgång till realtidsmätdata på förbrukning. Detta gör att de kan skapa mer exakta lastprognoser för de områdena eftersom de får kontinuerliga signaler från nätet som redovisar hur situationen ser ut. När lastprognosen är färdigställd skickas den till den fysiska trading-enheten, där den vägs in i helhetsbedömningen. Handel för lasten sker även den via enheten för den fysiska tradingen. (Respondent BA B, 2013)

5.1.2.2 Arbetsgång för handel på Elbas

Eftersom BA B har en enhet för varje produktionsslag har de mycket personal som kontinuerligt undersöker huruvida deras handel på Elspot stämmer överens med deras prognoser eller inte. De har också en storlek och variation i sin produktionsmix som gör att sammanlagringseffekter dem emellan jämnar ut vissa förändringar i kraftsystemet. Med sammanlagringseffekter menas här att vissa produktionsslag kan producera mer än väntat och kompensera för dem som eventuellt producerar mindre än väntat. (Respondent BA B, 2013)

BA B gör avancerade och genomtänkta prognoser för sin handel på Elspot, där de redan har räknat fram den mest lönsamma handeln för den sammanlagda produktionen och förbrukningen. Detta medför att en korrigering på Elbas inte görs i samma utsträckning. Det kan dock göras då stora bortfall av produktionsenheter inträffar och de uppmärksammar ett attraktivt bud på Elbas. BA B har även produktion i flera elområden, varför de kan använda Elbas för att balansera sin produktion och förbrukning mellan elområden. (Respondent BA B, 2013)

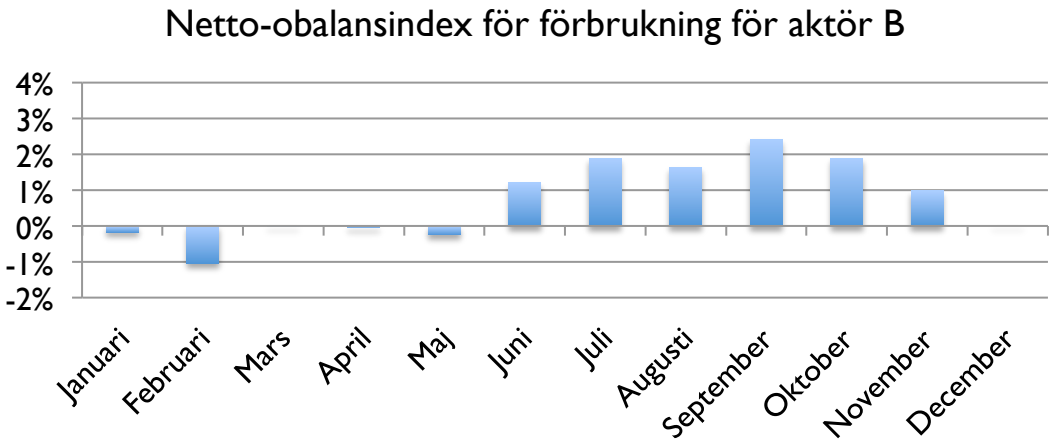
Priserna på Elbas jämförs ständigt med priserna på RKM för att avgöra vad som är mest lönsamt. Eftersom BA B är delaktiga på RKM har de kunskap om vilka priser de ska jämföra priserna på Elbas med. (Respondent BA B, 2013)

5.1.2.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden

BA B är högst delaktiga i RKM eftersom de har reglerresurser som uppfyller kriterierna för denna marknad. Det handlar ofta om snabbreglerade vattenkraftverk. BA B som har dessa resurser använder längre prisprognoser, historik och tillrinningsprognoser för att ta fram en säsongsplanering. Denna säsongsplanering visar hur vattnet ska fördelas över säsongen och resulterar i ett utkörningspris per vecka. Om BA B tror att SvK behöver reglerkraft undanhålls reserver från Elspot för att finnas tillgängliga som reglerresurser på RKM. Detta görs eftersom de kan få bättre betalt för reglerkraft på RKM än för energi på Elspot. På samma sätt jämförs de med priserna på Elbas. (Respondent BA B, 2013)

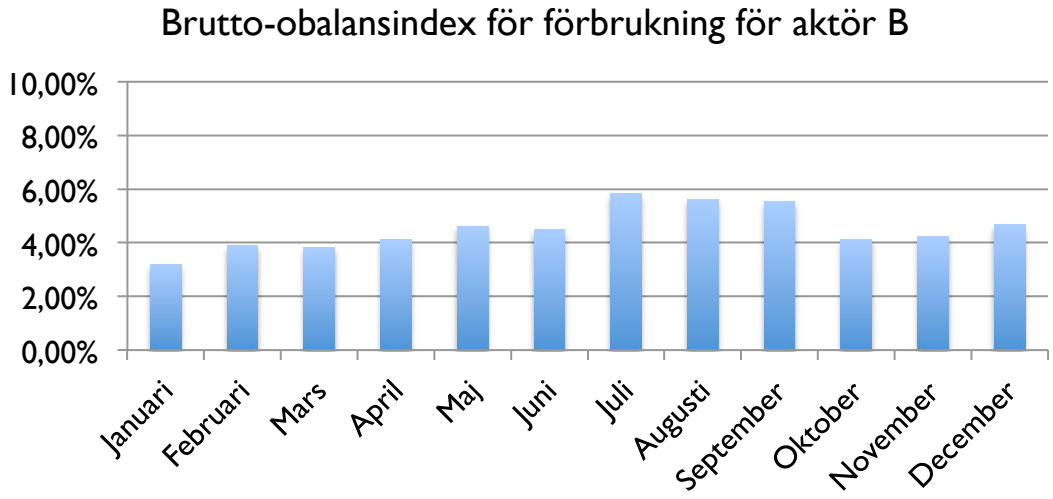
5.1.2.4 Obalansindex för kategori B

Med den arbetsgång som beskrivs i sektion 5.1.2 uppnås en nettoförbrukningsobalans enligt figur 23. Detta är för en typisk aktör inom kategori B och beräkningarna har utförts enligt ekvation 4 i sektion 4.4. I figuren framgår riktningen på förbrukningsobalanserna för BA B och de varierar något i storlek under året. Under årets första fem månader är riktningen negativ medan den största påverkan på kraftsystemet är den positiva mängd förbrukningsobalanser som tillförs från juni – november.



Figur 23 – uträknat netto-obalansindex för förbrukning under år 2012 för aktör B

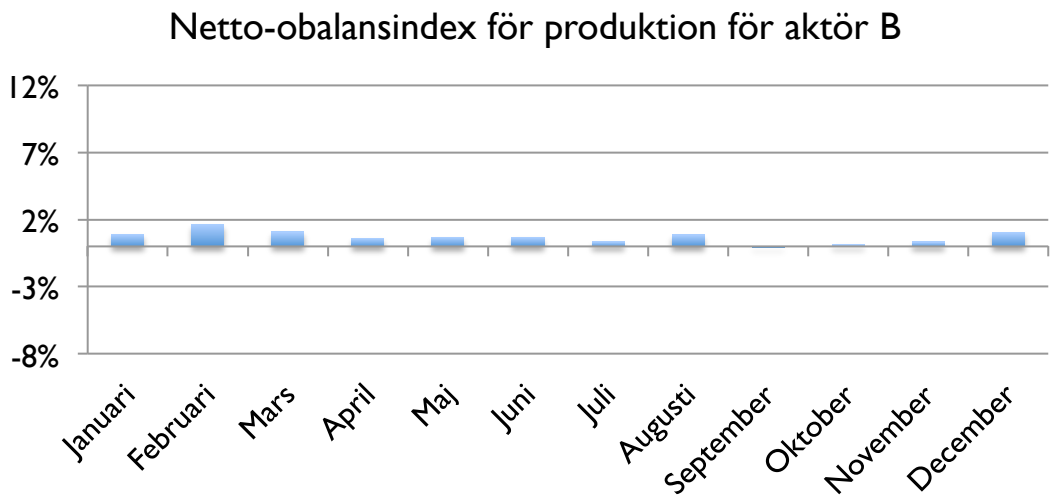
Brutto-obalansindex för förbrukning och en typisk aktör i kategori B har räknats fram enligt ekvation 5 i sektion 4.4. Figur 24 visar mängden obalanser som en aktör i kategori B orsakade i kraftsystemet under 2012. Värdena varierar mellan cirka 3 – 6 % av den uppmätta förbrukningen för aktör B. De största obalanserna tillförs systemet i juli, augusti och september.



Figur 24 – uträknat brutto-obalansindex för förbrukning under 2012 för aktör B

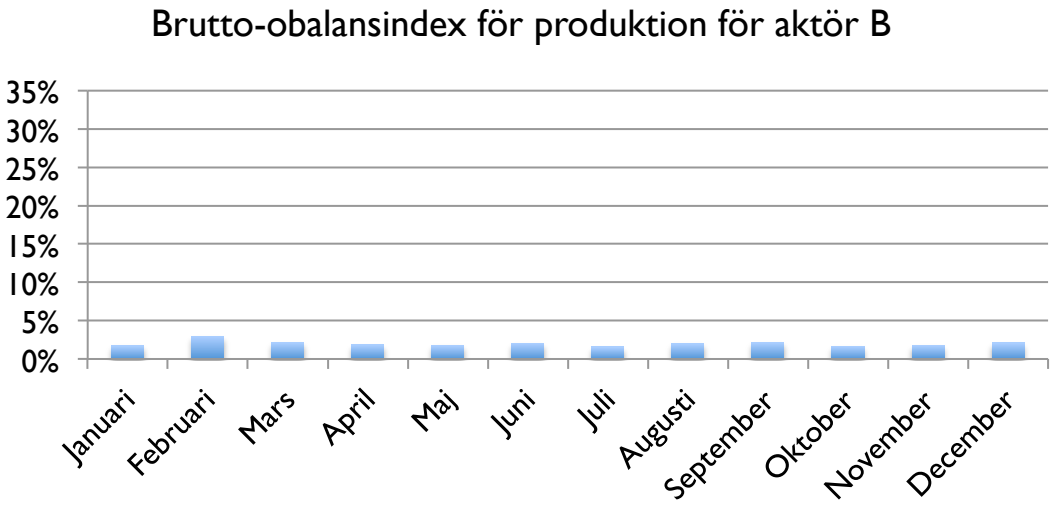
På samma sätt som för förbrukningsobalansen har ett obalansindex räknats fram för en typisk aktör i kategori B, under år 2012. Detta har gjorts enligt ekvation 6 och resulterade i netto-obalansindex i figur 25, där obalanserna varierar mellan cirka -0,5 – 2 % av den uppmätta produktionen. Riktningen för produktionsobalanserna för BA

B är genomgående positiva, med två undantag för november och oktober då obalanserna är nästintill obefintliga.



Figur 25 – uträknat netto-obalansindex för produktion under 2012 för aktör B

Den mängd obalanser som aktör B har orsakat kraftsystemet under år 2012 varierar mellan cirka 2 – 3 % av den uppmätta produktionen, beroende på månad. Mängden produktionsobalanser som orsakades av BA B under år 2012 var alltså relativt konsekvent. Beräkningen har gjorts enligt ekvation 7 och resultatet kan ses i figur 26.



Figur 26 – uträknat brutto-obalansindex för produktion under 2012 för aktör B

5.1.3 Balansansvarig kategori Vind

BA Vind har mer än 30 % vindkraftsproduktion i sin produktionsmix. Detta ställer stora krav på den prognostisering som görs eftersom det påverkar den totala portfolion avsevärt (Respondent BA Vind, 2013). De aktörer som kategoriseras under BA Vind har ibland bara vindkraftsproduktion men även i kombination med andra kraftslag. Storleksmässigt är de att jämföra med BA A eftersom de inte har en större andel av produktionen i SE3 och inte heller många olika kraftslag i sin produktionsmix.

Bemanningen för BA Vind är också att jämföra med BA A. De har full bemanning på veckodagar men reducerad på helgdagar. Antalet prognoser halveras i princip under helgdagar för denna kategori. (Respondent BA Vind, 2013)

5.1.3.1 Arbetsgång för handel på Elspot

BA Vind försöker planera sin produktion för att all handel ska ske på Elspot. För att ta fram buden till Elspot görs olika prognoser beroende på kraftslag. De som har kraftvärmeproduktion i sin produktionsportfölj begär in prognoser från kraftvärmeverken en gång i veckan. Dessa prognoser förändras löpande vid förändringar. Produktionsprognosen för vattenkraft görs internt hos BA. Eftersom produktionen från vindkraft varierar kraftigt och beror på väder måste BA Vind köpa produkter för vindkraftprognoser externt. Dessa prognoser görs utifrån väderprognoser som också måste köpas in. Produkterna i samband med väderprognoserna är dyra och skapar en extra kostnad. (Respondent BA Vind, 2013)

Förbrukningsprognoserna baseras på inköpta och egna modeller. Modellerna baseras, likt för de andra BA, på historisk förbrukning, väderobservationer och väderprognoser. Dessa prognoser korrigeras sedan manuellt för att leda till en slutgiltig prognos och budgivning på Elspot. (Respondent BA Vind, 2013)

5.1.3.2 Arbetsgång för handel på Elbas

BA Vind jämför de förbruknings- och produktionsprognoser som låg till grund för budet på NPS med nya prognoser, gjorda närmre leveranstimmen. I de nya prognoserna inkluderas den senaste tillgängliga informationen om väderprognoser, uppdaterade vindeffektprognoser och verk som har startat eller stoppat. Om det visar sig att de behöver köpa eller sälja energi görs detta på Elbas, men endast om de tror att det priset kommer vara bättre än det på RKM. (Respondent BA Vind, 2013)

Elbas är väldigt viktig för BA Vind eftersom prognoserna ofta korrigeras och måste justeras med handel. Detta görs för att den generella strategin är att minimera obalanser. Ju mer intermittent produktion som finns i produktionsportföljen desto mer handel blir det på Elbas menar BA Vind. På Elbas handlar aktörerna i denna kategori upp till 5 % av den totala handeln på Elspot (Respondent BA Vind, 2013). Det kräver också ett bättre prognosverktyg som kan köras upp till fyra per dag. Vid en förändring av prognosen utförs i största möjliga mån handel på Elbas och sedan rapporteras alltid den uppdaterade planen till SvK. Detta görs för att minimera eventuella obalanser, vilket är ett måste för BA Vind. (Respondent BA Vind, 2013)

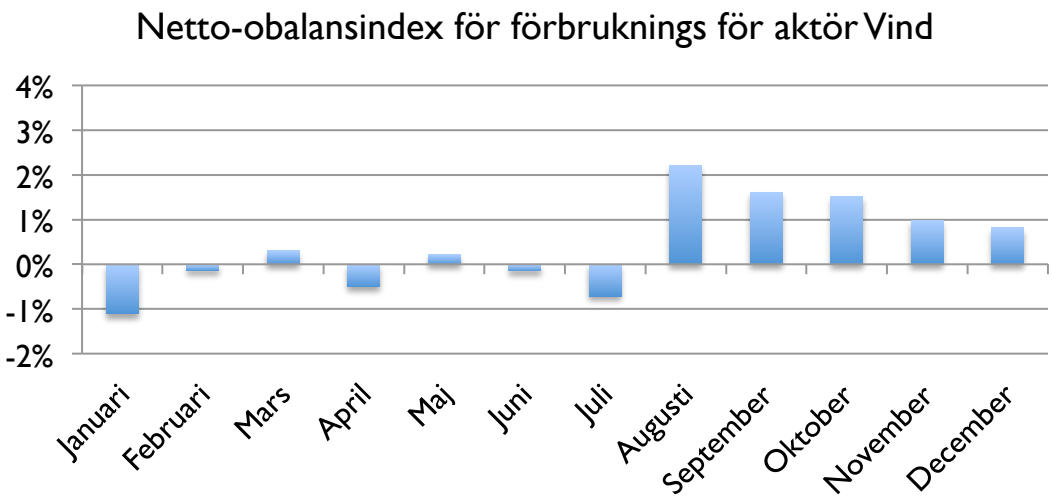
5.1.3.3 Arbetsgång för handel på Reglerkraftmarknaden

BA Vind är sällan delaktiga i RKM eftersom de inte har den typen av reglerresurser. Däremot använder de sig av RKM för att jämföra priserna mot Elbas. På så sätt kan de avgöra om det är mer lönsamt att vara i obalans än att korrigera sin handel på Elbas. (Respondent BA Vind, 2013)

5.1.3.4 Obalansindex för kategori Vind

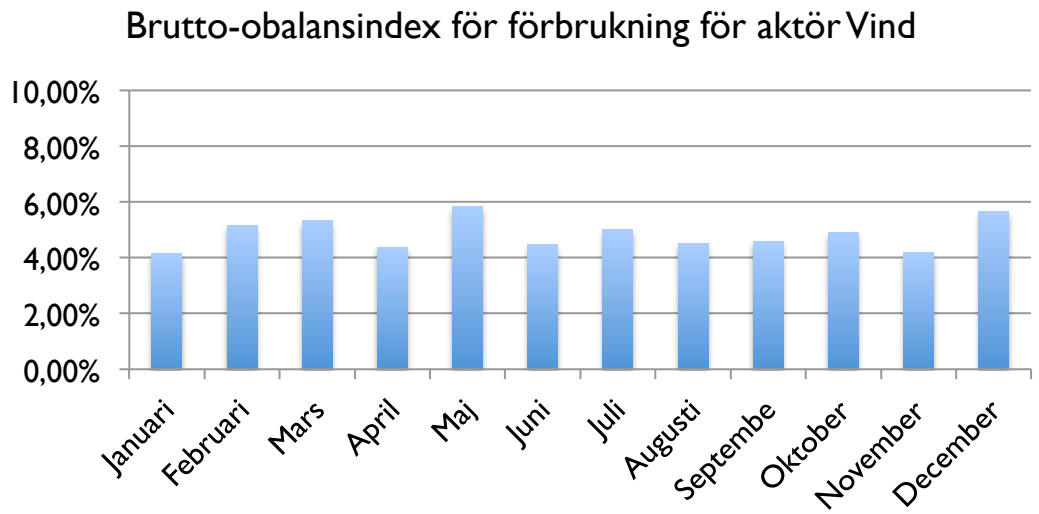
Med den arbetsgång som beskrivs i sektion 5.1.3 uppnås en nettoförbrukningsobalans enligt figur 27. Detta är för en typisk aktör inom kategori Vind och beräkningarna har utförts enligt ekvation 4 i sektion 4.4. I figuren kan det ses att BA Vind påverkar kraftsystemets balans i en varierande riktning de första sju

månaderna av 2012. De sista fem månaderna på år 2012 redovisar de högsta förbrukningsobalanserna i en positiv riktning.



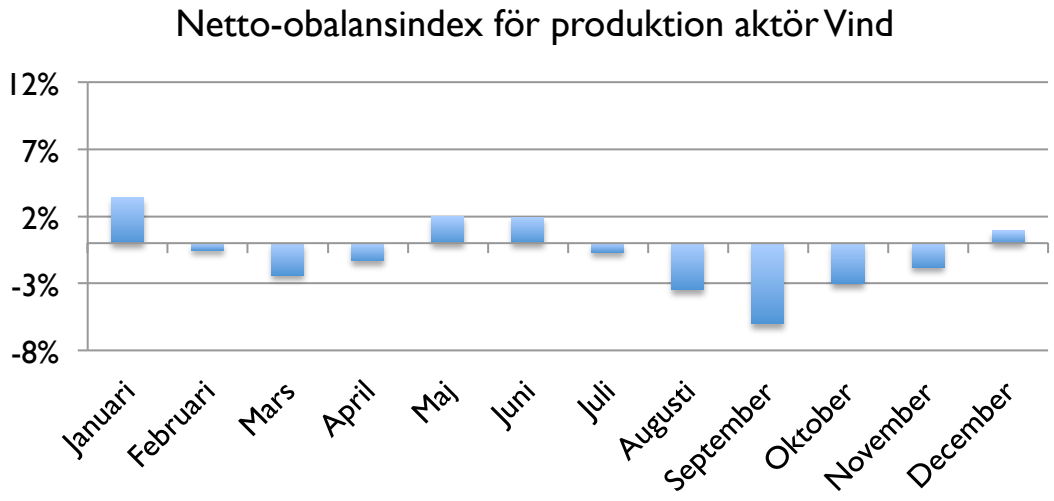
Figur 27 – uträknat netto-obalansindex för förbrukning under 2012 för aktör Vind

Brutto-obalansindex för förbrukning och en typisk aktör i kategori Vind har räknats fram enligt ekvation 5 i sektion 4.4. Figur 28 visar mängden obalanser som en aktör i kategori B orsakade i kraftsystemet under 2012. Värdena varierar mellan cirka 4 – 6 % av den uppmätta förbrukningen för aktör Vind.



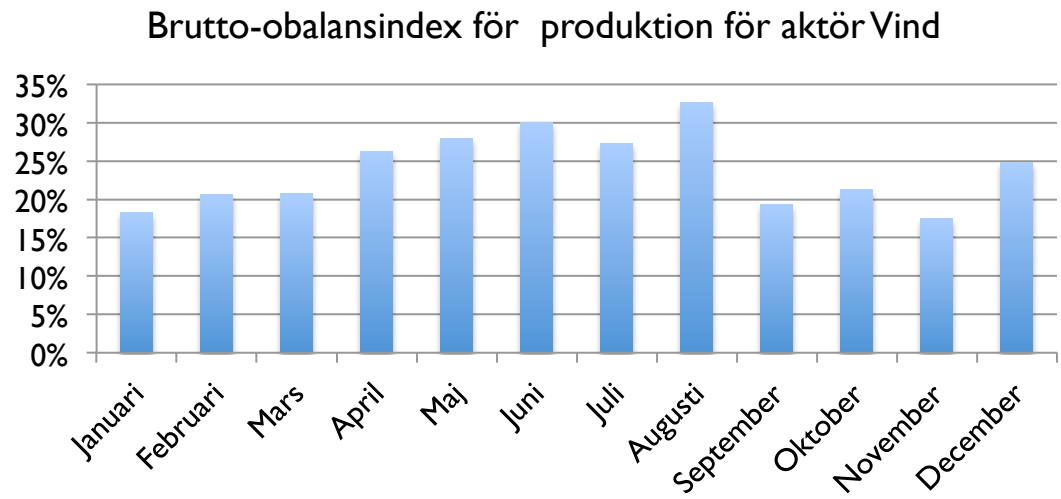
Figur 28 – uträknat brutto-obalansindex för förbrukning under 2012 för aktör Vind

På samma sätt som för förbrukningsobalansen har ett obalansindex räknats fram för en typisk aktör i kategori Vind, under år 2012. Detta har gjorts enligt ekvation 6 och resulterade i netto-obalansindex i figur 29, där obalanserna varierar mellan cirka -6 – 3 % av den uppmätta produktionen. BA Vind påverkar obalansernas riktning åt båda håll men mest negativt. De negativa värdena förekommer framförallt mellan augusti och november.



Figur 29 – uträknat netto-obalansindex för produktion under 2012 för aktör Vind

Den mängd obalanser som aktör Vind har orsakat kraftsystemet under år 2012 varierar mellan cirka 17 – 33 % av den uppmätta produktionen, beroende på månad. Mängden produktionsobalans som tillförs kraftsystemet är som störst från april till augusti. Beräkningen har gjorts enligt ekvation 7 och resultatet kan ses i figur 30.



Figur 30 – uträknat brutto-obalansindex för produktion under 2012 för aktör Vind

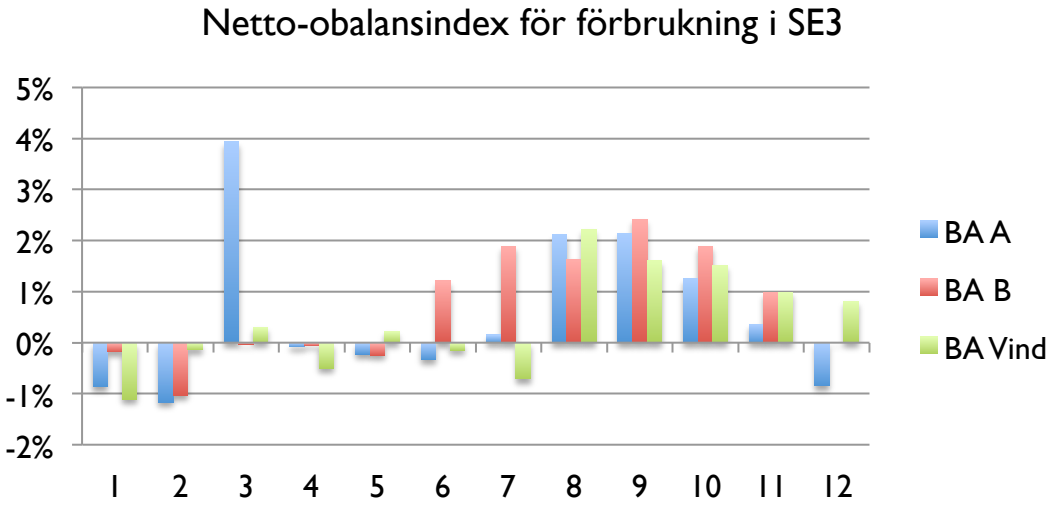
5.1.4 Sammanfattning över arbetsgång för kategorierna

De olika kategorierna är delaktiga på handelsplatserna på olika sätt eftersom de har olika resurser. Detta gäller resurser i bemanning, storlek på produktion och variation på produktion. BA A har färre personer anställda och även mindre storlek och variation på sin produktion, vilket också gäller för kategori Vind. I vissa fall gör detta att BA A och BA Vind är pristagare på de olika handelsplatserna eftersom storleken på deras handel inte är tillräckligt stor för att påverka marknaden. BA B har istället mer resurser och påverkar därför likviditeten på de olika handelsplatserna. Tillgången på information är också proportionell mot andelen av produktion. I tabell 8 kan huvuddragen för de olika kategorierna ses.

Tabell 8 – huvuddragen för de olika kategorierna A, B och Vind

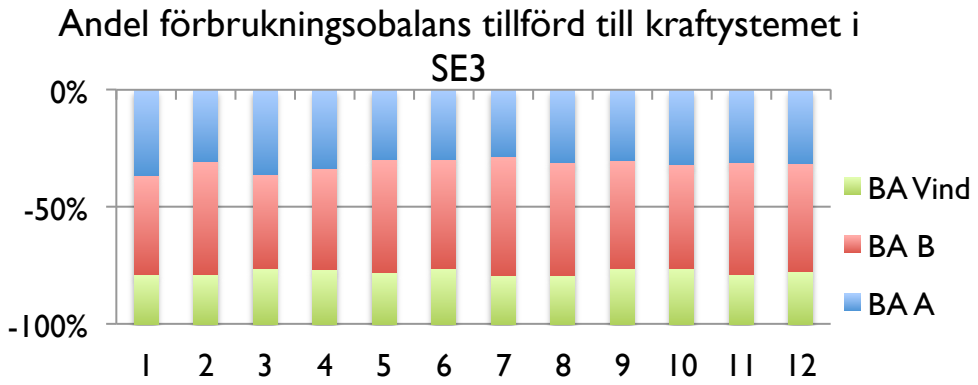
	Andel SE3	Elspot	Elbas	RKM	Bemanning	Produktionsmix	Prognostisering
BA A	<4%	√	√		Året om	1-3 kraftslag	Extern information
BA B	>10%	√	√	√	24/7	Samtliga kraftslag	Extern- och intern information
BA Vind	<4%	√	√		Året om	>30 % vind	Extern information

I figur 31 visas en sammanställning över förbrukningsobalansernas riktning för en typisk aktör i de olika kategorierna. Procentsatserna är i förhållande till deras uppmätta förbrukning och per månad år 2012. Under de första två månaderna är riktningen för obalanserna densamma för samtliga kategorier. I mars har BA A en kraftigt avvikande obalans i jämförelse med BA B och BA Vind. Från augusti till november är riktningen på förbrukningsobalanserna i positiv riktning och med relativt likvärdig procentsats.



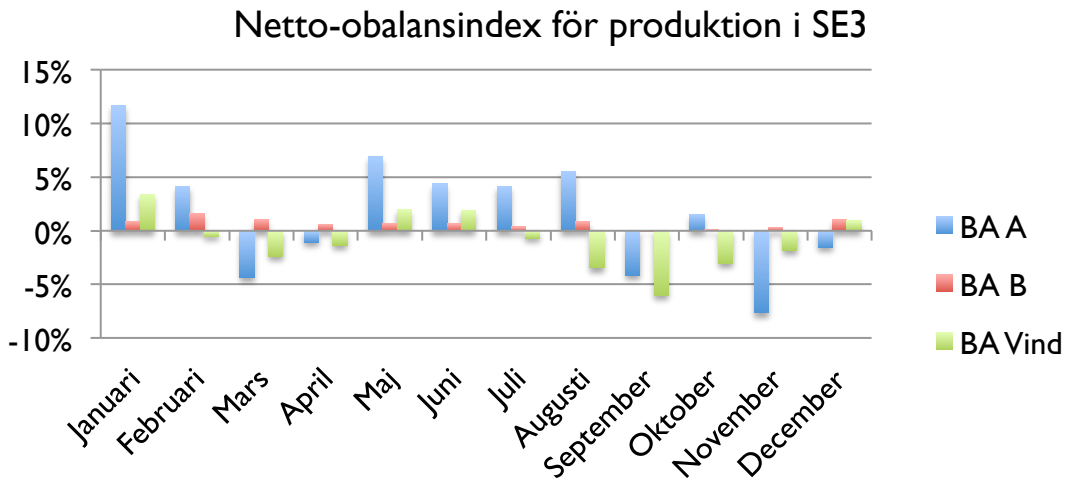
Figur 31 – sammanställt netto-obalansindex för förbrukning i SE3 under 2012

Den andel av förbrukningsobalanserna som tillfördes det svenska kraftsystemet under 2012 visas i figur 32 per kategori. Av den totala mängden förbrukningsobalans stod BA A för cirka 33 %, BA B för cirka 45 % och BA Vind för ungefär 22 %. Detta kan jämföras med andelen av förbrukningen för de olika kategorierna i figur 16 som var 25 % för BA A, 55 % för BA B och 20 % för BA Vind.



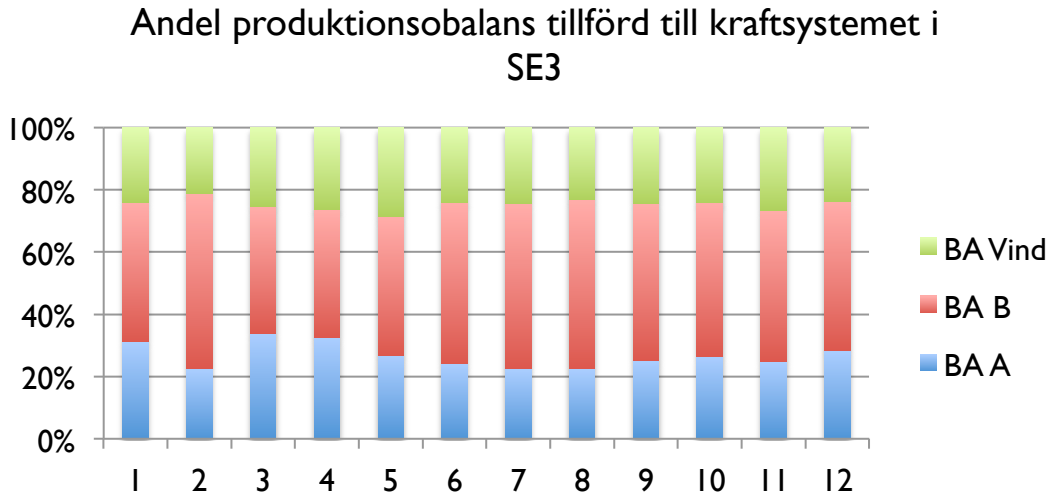
Figur 32 – fördelning av tillförd förbrukningsobalans per kategori under 2012

I figur 33 visas en sammanställning över produktionsobalansernas riktning för en typisk aktör i de olika kategorierna. Procentsatserna är i förhållande till deras uppmätta produktion och per månad år 2012. BA A har, med undantag för september månad, genomgående störst andel produktionsobalans i förhållande till deras uppmätta produktion. BA Vind har, med undantag för februari och december månad, näst störst produktionsobalans i förhållande till deras uppmätta produktion. Under fyra månader är riktningen på produktionsobalanserna åt samma håll medan de under de resterande åtta månaderna är åt olika håll.



Figur 33 – sammanställt netto-obalansindex för produktion i SE3 under 2012

Den andel, per kategori, av produktionsobalanserna som tillfördes det svenska kraftsystemet under 2012 visas i figur 34. Av den totala mängden produktionsobalans stod BA A för cirka 25 %, BA B för cirka 50 % och BA Vind för ungefär 25 % men med en viss variation. Detta kan jämföras med andelen av produktionen för de olika kategorierna i figur 17 som var 5 % för BA A, 92 % för BA B och 3 % för BA Vind.



Figur 34 – fördelning av tillförd produktionsobalans per kategori under 2012

6 Incitament och förändringar av krav

Med en utbyggnad av vindkraften kommer kraftsystemets behov av reglerresurser att förändras. Denna förändring hänger starkt ihop med i vilken utsträckning vindkraftsproducenterna kan förutse produktionsvariationer, samt i vilken utsträckning planer för övrig produktion uppdateras i takt med att prognosnoggrannheten ökar när aktuell leveranstimme närmar sig. Att vindkraften kommer att påverka behovet av reglerresurser är tydligt. En utformning av marknadsdesignen tillsammans med avräkning av obalanser kan vara redskap för att hantera de nya förutsättningarna. (Broström et al, 2013)

I detta kapitel kommer de incitament som har tagits fram av SvK att beskrivas närmare. Alla incitamenten är förslag och SvK har uppmanat författarna att utreda huruvida det finns tillräckligt med fördelar att införa dessa eller inte.

Avräkningen i de nordiska länderna går mot en mer harmoniserad, gemensam modell. Målet är att den nordiska balansavräkningen ska göras av en och samma avräkningsenhet. Under 2014 ska projektet Nordic Balance Settlement (NBS) inledas. Till dess ska det tas fram ett gemensamt balansansvarsavtal (Broström et al, 2013). Det är därför viktigt att vid en vidare undersökning icke förglömma det nordiska systemperspektivet vid denna bedömning.

En närmare utredning görs om marknadsmodellen behöver justeras eller inte. Slutligen beskrivs hur detta skulle kunna se ut och hur BA förhåller sig till incitamenten.

6.1 Ökade kostnader för BA att vara i obalans

Produktionsplaner rapporteras av BA medan bindande planer för förbrukning beräknas av SvK enligt ekvation 8. (Munter, 2013)

$$Förbrukningsplan = produktionsplan + rapporterad\ handel \qquad (8)$$

Om en BA inte justerar sin handel efter en uppdaterad produktionsplan påverkas den framräknade förbrukningsplanen av den planerade obalansen. Eftersom förbrukningsprognosen inte har ändrats. Enligt balansansvarsavtalet måste BA planera sig i balans, det vill säga med en oförändrad förbrukningsprognos ska en uppdaterad produktionsplan korrigeras med justering av handeln. Den låga likviditeten på Elbas gör det inte alltid möjligt att korrigera sin handel. Rent tekniskt kan en BA alltså flytta sin produktionsobalans till förbrukningsobalans, vilken avräknas med den gynnsammare enprisavräkningen. (Munter, 2013)

Genom att ändra i avräkningsrutinerna skulle SvK eventuellt kunna få BA att i större utsträckning handla sig i balans. Denna förändring skulle kunna göras på flera olika sätt. I dagsläget finns en regleravgift då en balansansvarig är i obalans. Denna avgift skulle kunna höjas för att göra det mer kostsamt att vara i obalans. (Broström, 2013)

6.1.1 Respons BA A

Aktörer i kategori A förmedlar en delad mening med att öka kostnaden för att vara i obalans. Många menar att det är för billigt att vara i obalans i dagsläget. Vissa aktörer

menar att balanskraftavgiften på 2,50 SEK/MWh är ett steg i rätt riktning jämfört med när det var 1 SEK/MWh, men att det fortfarande inte är ett tillräckligt stort incitament för att de verkligen ska vilja handla sig i balans. Genom att höja till 2,50 SEK/MWh menar vissa aktörer att SvK visade att de verkligen vill ta itu med obalansvolymerna samt att de strävar efter en harmonisering med resten av Norden. Det finns fortfarande utrymme att höja beloppet och många menar att gränsen som Finland har på 5 SEK/MWh är mer rimlig. (Respondent BA A, 2013)

Kostnaden för obalanserna hamnar i slutändan på kundens faktura, vilket gör att många aktörer inte känner att det finns anledning till att jobba extra för att få ner sina obalansvolymer. Skulle det å andra sidan vara så pass dyrt att det börjar ta ut sin rätt på kundernas fakturor finns det anledning att se över rutiner och kanske försöka bemanna hanteringen av balanseringen. (Respondent BA A, 2013)

Vissa aktörer tycker tvärtemot att ökade kostnader inte alls skulle medföra att de skulle vilja handla sig i balans oftare. De menar istället att det skulle bli svårare för dem att göra bättre prognoser. Detta skulle enbart leda till att mindre BA skulle utkonkurreras av de stora (Respondent BA A, 2013). SvK borde försöka premiera de som är i balans ofta istället för att straffa de som inte är det. (Respondent BA A, 2013)

En del aktörer i kategori A menar att det inte finns ett egenvärde att öka kostnaderna för att vara i obalans av bestraffningsskäl. De menar att intäkterna från obalanserna ska täcka kostnaderna för balanshållningen och inget mer. (Respondent BA A, 2013)

Responsen från de flesta BA tyder på att de uppdaterar sina produktionsplaner flera gånger om dagen men de handlar inte alltid efter sina uppdaterade planer. Detta innebär att produktionsobalansen förflyttas till förbrukningssidan för att minska kostnaderna för att vara i obalans. (Respondent BA A, 2013)

6.1.2 Respons BA B

Enligt aktörer i kategori B skulle ökade kostnader att vara i obalans vara ett incitament att försöka hålla sin balans bättre. Dagens kostnad om 2,50 SEK/MWh för balanskraft anses vara för lågt. Skulle priset vara som det är i Finland, skulle det öka kostnaderna för BA B och de skulle försöka vara i balans bättre. Med andra ord skulle en nordisk harmonisering innebära ett ökat incitament att vilja vara i balans. BA i denna kategori har en övervägande andel av produktionen och förbrukningen i SE3. En sådan förändring skulle ge kostnader i proportion till deras volymer. (Respondent BA B, 2013)

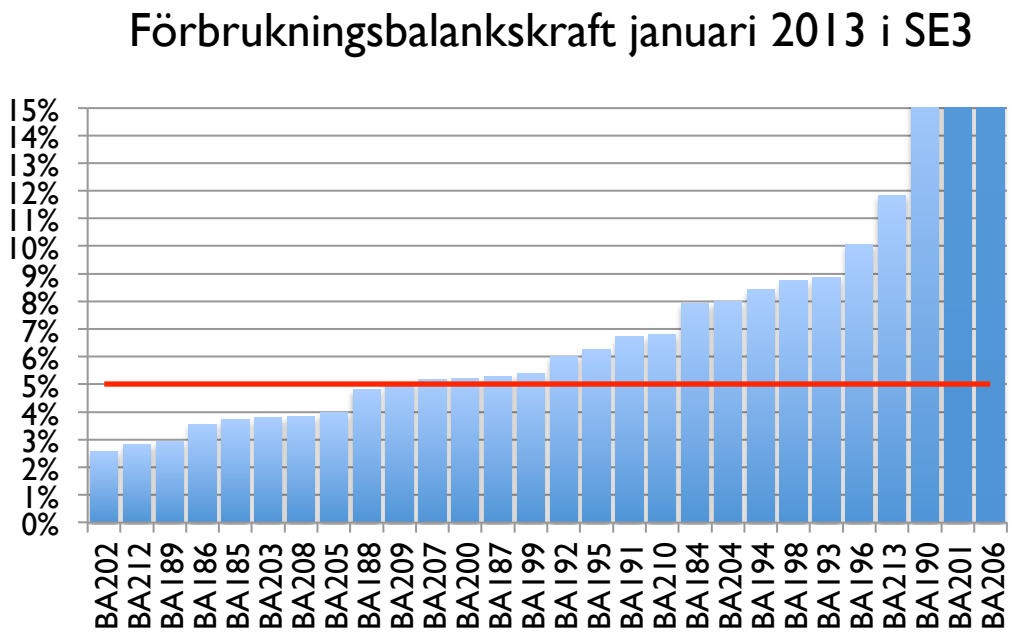
BA B menar att detta incitament är ett styrmedel som visar hur mycket BA ska satsa på att vara i balans. Storleken på detta styrmedel påverkar hur mycket BA måste jobba för att hålla sin balans. Skulle en dramatisk höjning göras, skulle det krävas mer personal som jobbar med att hantera obalanser. I slutändan handlar det enligt dessa aktörer om en avvägning om vad som är mest lönsamt. Ökade kostnader skulle i förlängningen leda till att ansvaret förflyttas till BA menar aktörer i denna kategori. (Respondent BA B, 2013)

6.1.3 Respons BA Vind

BA Vind har en övervägande del variabel produktion varför det ofta uppstår obalanser. Redan i dagsläget uppdaterar de därför prognoser och handel i största möjliga mån för att vara i balans. Men genom att höja kostnaderna för att vara i obalans skulle de behöva jobba ännu mer med att hålla balansen. Detta skulle leda till att handeln på Elbas skulle öka. En ökad Elbashandel skulle kräva mer resurser i form av personal. Med tanke på att arbetsbelastningen redan idag är ansträngd skulle det innebära stora kostnader för BA. (Respondent BA Vind, 2013)

6.2 Skärpt övervakning av obalanser

I dagsläget lägger SvK upp statistik över hur BA hanterar sin förbrukningsbalanskraft. Genom att redovisa förbrukningsstatistik för varje enskild BA, kan de balansansvariga företagen få en uppfattning om hur deras obalanser ser ut i förhållande till de andra BA (Fält, 2013). I figur 35 visas ett diagram över hur förbrukningsbalanskraften i SE3 redovisades under januari 2013.



Figur 35 – förbrukningsbalanskraft januari 2013 i SE3 (SvK, h, 2013)

Staplarna visar BA:s förbrukningsbalanskraft i procent av deras totala förbrukning. Staplarna är sorterade efter stigande ordning och är framräknade enligt ekvation 9. (SvK, h, 2013)

$$\frac{|Månadsmedelvärde\ av\ förbrukningsbalanskraft|}{Total\ förbrukning} \tag{9}$$

Varje stapel representerar en BA och är märkt med en siffra, t.ex. BA202. Denna siffra är en kod som ska skydda BA genom att de är anonyma gentemot varandra. Sifferkoden ändras om nya BA tillkommer eller utgår för att ingen ska kunna avgöra vem som är vem. Varje gång detta sker får BA besked om de nya koderna. Den röda linjen i diagrammet illustrerar den genomsnittliga förbrukningsbalanskraften i SE3 i januari 2013. (SvK, h, 2013)

BA har ett ansvar att vara i affärsmässig balans enligt balansansvarsavtalet. Detta ansvar kan vara svårt att tolka och det finns idag ingen exakt definition för vad som anses med att vara i affärsmässig balans. Det är svårt att avgöra om det är affärsmässigt att handla sig i balans till vilket pris som helst. Aktörer som har obalanser försöker handla sig i balans på Elbas, men de är inte villiga att betala vad som helst. I dagsläget är inte gränsen för vad som anses vara en för stor obalans fastställd. Tidigare tillät SvK de balansansvariga att ha en viss ”vingelmån”, där de kunde ha en viss mängd energi obalanser utan att det ansågs som en obalans av SvK. (Fält, 2013)

Skulle en BA missköta sin balans under en längre tid kan SvK, enligt balansansvarsavtalet, välja att säga upp avtalet parterna emellan. Det finns dessutom ett vite på 100 000 kr som kan delas ut till BA som inte sköter sin balans under en längre tid. Denna bot har än så länge inte delats ut till någon. (Fält, 2013)

I Norge är det tillåtet att vara i obalans ”åt rätt håll”. Om systemet är överbalanserat och en BA har mindre produktion än planerat, räknas det inte som en obalans. Statnett delar upp kraven i tre delar: inte acceptabelt långsiktigt, inte acceptabelt kortsiktig och acceptabelt. Det råder olika krav för förbruknings- och produktionsobalanser, vilka är definierade enligt tabell 9. (Statnett, 2013)

Tabell 9 – statnetts kriterier för övervakning av obalanser (Statnett, 2013)

Inte acceptabelt långsiktigt (gäller inte för BA< 1800 MWh/månad brutto-obalans)	**Inte acceptabelt kortsiktigt**	**Acceptabelt**
Förbrukningsobalans • mer än 10 % netto-obalans och mer än 2 ggr skillnaden negativa och positiva obalanser • mer än 12,5 % netto-obalans • mer än 2,5 ggr skillnaden mellan negativa och positiva obalanser **Produktionsobalans** • mer än 5 % netto-obalans och mer än 2 ggr skillnaden mellan negativa och positiva obalanser • mer än 6 % netto-obalans • mer än 2,5 ggr skillnaden mellan positiva och negativa obalanser	**Förbrukningsobalans** • Varken röd eller grön **Produktionsobalans** • Varken röd eller grön	**Förbrukningsobalans** • mindre än 6 % netto-obalans och mindre än 1800 MWh brutto-obalans per månad • mindre än 6 % netto-obalans och mindre än 1,5 ggr skillnaden mellan negativa och positiva obalanser **Produktionsobalans** • mindre än 2,5 % netto-obalans och mindre än 1800 MWh brutto-obalans per månad • mindre än 2,5 % netto-obalans och mindre än 1,5 ggr skillnaden mellan negativa och positiva obalanser

Rent ekonomiskt lönar det sig för BA att uppdatera sina produktionsprognoser då de inte vill riskera att få betala för produktionsobalansen som avräknas med tvåprisavräkning (Fält, 2013). I Norge redovisar systemoperatören Statnett obalansindex för produktionsbalanskraften. Statistiken i Norge är inte anonym, utan aktörerna är direkt angivna i detta index som finns på systemoperatörens hemsida (Statnett, 2013). Information rörande de balansansvarigas obalanser i Sverige anses vara affärskänslig, likt deras individuella förbruknings- och produktionssiffror, och presenteras inte med namn. (Fält, 2013)

Fält menar att SvK skulle kunna hitta en gräns för vad som är acceptabelt men som ändå ger tydliga riktlinjer till BA. Samtal förs kontinuerligt om vad som anses vara acceptabelt samt om hur obalansstatistiken ska presenteras i framtiden. Tydligare riktlinjer skulle underlätta för SvK att kunna agera mot de BA som inte lyckas hålla sig i balans under en längre tid. (Fält, 2013)

Efter intervjuer med BA har olika aktörers tankegångar och inställningar till en skärpt övervakning sammanställts. Aktörerna har olika storlek på resurser och har därför skiljande uppfattning om incitamentet.

6.2.1 Respons BA A

Aktörerna i kategori A menar att de i största möjliga mån försöker hålla sig i balans idag. Gemensamt för aktörer i kategori A är att de anser att balanshållningen skulle underlättas om nätägarnas redovisade siffror skulle vara mer korrekta. Idag planerar BA sina bud efter nätägarnas siffror som kommer in fem dagar efter drift och om de är felaktiga riskerar BA att hamna i obalans. Därför menar BA i kategori A att det borde sällas större krav på rapporteringen från nätbolagen innan högre krav ställs på gränser för balanshållning. (Respondent BA A, 2013)

En skärpt övervakning anses vara positivt av BA A, om det sköts av SvK och ingen annan part. Att kunna ta del av statistik över hur balansen ligger till, och se när obalanserna avviker kraftigt, mot snittet av de andra BA är uppskattat. För att vara i bättre balans i dagsläget menar aktörerna att de måste öka antalet arbetstimmar, vilket kan vara oerhört kostsamt. (Respondent BA A, 2013)

Många aktörer i denna kategori menar också att konkurrensen skulle kunna öka om SvK införde någon form av belöningssystem för de som konsekvent ligger bra till i sin balanshantering och i obalans-index (Respondent BA A, 2013). I vissa fall marknadsför sig även aktörer i denna kategori genom att visa hur de ligger till i obalans-index. De som är bra i balans behöver inte vara anonyma. (Respondent BA A, 2013)

6.2.2 Respons BA B

Aktörer i kategori B menar att en skärpt övervakning i grunden är en god idé, men att den görs på fel sätt. Ägarstrukturen för BA B är mer komplex och ibland uppdelad i flera företag. Obalans-index hänförs till dessa företag istället för en sammanslagen helhetsbild över företaget. Därför kan vissa delar av en BA B ha väldigt bra obalans-index medan andra har sämre, trots att de är inom samma företag. (Respondent BA B, 2013)

Vidare tycker de att innebörden av benämningen ”obalans” är negativt laddat. Det är ”fult” och dåligt att vara i obalans, men det ska det inte vara. Det är i princip omöjligt att hålla perfekt balans. Det händer alltid oförutsedda saker och det är mycket som kan gå sönder i kraftsystemet. Därför skulle det vara konstigt om det alltid var perfekt balanserat för varje BA. Det är obalanserna som ser till att RKM fungerar som en marknad och de anser att den fungerar bra i dagsläget. Det finns ingen anledning att klaga eller ändra på något som faktiskt fungerar som det är tänkt. (Respondent BA B, 2013)

Aktörer i denna kategori påpekar att de tillgodoser stora delar av de reglerresurser som används för att balansera nätet. Därför blir det problematiskt för SvK att ställa för hårda krav på dessa aktörer eftersom de är beroende av dessa reglerresurser. (Respondent BA B, 2013)

6.2.3 Respons BA Vind

Aktörer i kategori Vind menar att det inte skulle påverka deras strategi nämnvärt. Som det är nu strävar de efter minsta möjliga obalans. Det skulle krävas en dygnet-runt-bemanning i driftcentralen för att kunna bedriva balansansvaret om kraven från SvK skulle bli hårdare (Respondent BA Vind, 2013). Detta skulle i förlängningen innebära en utslagning av mindre balansansvariga aktörer och ett incitament för ökad stordrift. (Respondent BA B, 2013)

Även i denna kategori marknadsför sig vissa med hur bra de ligger till i obalans-index. De presenterar detta som ett säljargument mot sina kunder. (Respondent BA B, 2013)

6.3 Publicering av reglerkraftpriser i realtid

I dagsläget publiceras reglerkraftpriser en timme efter leveranstimmen. Genom att publicera reglerkraftpriser närmare realtid skulle BA kunna reagera på denna prissignal med avsikt att hjälpa systemet åt rätt håll. Balansavräkningen är uppbyggd för att ge BA incitament att hålla sin egen balans. Om BA avräknas med enpris skulle publicering av reglerkraftpriser göra att BA kan minska sina kostnader för obalansen genom att hjälpa systemet, genom att vara i balans åt rätt håll. I dagsläget sköts balansen under timmen av SvK genom att de ser till att frekvensen hålls vid 50 Hz. (Broström, 2013)

I Belgien publiceras reglerkraftpriserna i realtid på internet. Detta gör att aktörer hela tiden har tillgång till information om priser på RKM. Det anses skapa en mer transparent marknad (Elia, 2013). Men om BA försöker balansera sig för att ligga åt rätt håll genom åtgärder under leveranstimmen resulterar det i ett negativt resursutnyttjande. Detta eftersom det då kan innebära att fler BA reglerar på samma signaler, vilket kan leda till överreglering om det inte sker under kontrollerade former, som sedan måste korrigeras av SvK. SvK anser därför att det är systemoperatören som ska justera obalanser under timmen. (Munter, 2013)

6.3.1 Respons BA A

Aktörer i kategori A menar att publicering av reglerkraftpriser i realtid skulle vara positivt och innebära en ökad transparens på marknaden. Det skulle framförallt underlätta deras Elbashandel. Men framförallt skulle det ge information till alla aktörer samtidigt. Ett första steg skulle kunna vara att SvK publicerade priserna snabbare än vad de gör idag. Enligt aktörerna i denna kategori är SvK sämst bland de nordiska systemoperatörerna på att publicera dessa. Därför använder de flesta i kategori A de norska reglerkraftpriserna som referens för deras Elbashandel. BA A har som strategi att handla sig i balans på Elbas, men enbart om de tror att det blir billigare än reglerkraftpriset. (Respondent BA A, 2013)

Realtidspublicering anses vara ett incitament som kan leda till mer spekulativ handel bland BA, vilket är att gå emot dagens marknadsmodell. Aktörer skulle försöka lägga ut sina reglerobjekt på RKM, med förhoppning om att kunna tjäna mer pengar, istället för att handla sig i balans på Elbas. De som skulle tjäna på en sådan ändring är de stora aktörerna. De mindre aktörerna skulle troligtvis inte kunna hantera

informationen på samma sätt, och därför inte heller kunna missbruka den. (Respondent BA A, 2013)

Idag har en aktör som är aktiv på RKM en fördel då den har direkt information om pågående upp- eller nedreglering. Det är oftast de stora aktörerna som har tillgång till denna information eftersom de har möjligheten att konstant ha bud inne hos systemoperatören för både upp- och nedreglering. Eftersom priserna på Elbas jämförs med reglerkraftpriset har de aktiva aktörerna på RKM en gynnsammare position än de passiva. BA A menar att detta informationsövertag liknar en insider-position som kan förekomma vid aktiehandel. Vissa tror att självreglering kan uppstå vid publicering i realtid medan andra har som åsikt att den inte skulle vara särskilt stor effekt på kraftsystemets balans. De nämner att den skulle kunna hanteras med hjälp av tvåprisavräkningen eftersom produktion som hjälper systemet enbart belönas med spotpriset. (Respondent BA A, 2013)

6.3.2 Respons BA B

Aktörer i kategori B menar att de som inte aktivt är med på RKM inte ska ha tillgång till informationen på marknaden. De menar att om en BA inte är aktiv på handelsplatsen skall de varken spekulera, eller bli informerade om hur marknaden är. (Respondent BA B, 2013)

Ett införande av detta skulle innebära en ökad handel på Elbas. Eftersom en publicering i realtid skulle öka incitamenten att spekulera i hur systemet är balanserat momentant. Det öppnar en möjlighet att kunna tjäna pengar på Elbas. (Respondent BA B, 2013)

6.3.3 Respons BA Vind

Aktörer som har övervägande andel vind i sin portfölj menar att publicering av reglerkraftpriser i realtid är positivt. Det skulle påverka deras handel på Elbas och göra det mer rättvist för de mindre aktörerna. Eftersom priserna på Elbas påverkas av reglerkraftpriset har de aktiva aktörerna på RKM en gynnsammare position än de passiva. Därför känner aktörerna i denna kategori att det är orättvist när inte alla har tillgång till samma information. (Respondent BA Vind, 2013)

6.4 Införande av kvartsavräkning

I dagsläget är samtliga produkter på den fysiska marknaden, och avräkningen av dessa, på timupplösning. Det innebär att prognoser, handel och avräkning baseras på timvärden. Det finns dock europeiska riktlinjer som menar att upplösningen ska vara på max 30 minuter i framtiden. Detta skulle införas för att klara av hanteringen av den ökande andelen förnyelsebara och variabla energikällor, men även för att förbättra frekvenskvaliteten. Vid en eventuell kvartsavräkning skulle marknaden behöva planera sig i balans på en kortare tidshorisont, vilket skulle ge BA bättre incitament att balansera sig. (Wik, 2013)

Kvartsavräkning skulle behöva genomföras i flera olika steg eftersom en sådan förändring är omfattande. De olika alternativen skiljer sig genom att upplösningen är olika vid olika beräkningar, men även på olika marknadsplatser. Ett första steg skulle kunna vara ett införande av kvartsavräkning mellan systemoperatörer och sedan se

över avräkningsperioden för de balansansvarigas förbruknings- och produktionsobalans. Vidare kan olika varianter av upplösning på Elspot, Elbas och RKM införas. I tabell 9 visas de olika alternativen med respektive upplösning. (Wik, 2013)

Tabell 10 – alternativ och upplösning för kvartsavräkning i Norden (Wik, 2013)

(min)	TSOer	Prod.obalans	Förbr.obalans	Elspot	Elbas	RKM
Alt. 1	15	60	60	60	60	15-60
Alt. 2	15	15	60	60	60	15-60
Alt. 3	15	15	15	60	60	60
Alt. 4	15	15	15	60	15	15
Alt. 5	15	15	15	15	15	15

En högre upplösning på de olika marknadsplatserna skulle innebära ett större jobb för BA, men underlätta arbetet för SvK att hålla balansen. Eftersom BA då måste rapportera mer detaljerade prognoser skulle datamängden öka och prognosarbetet skulle bli mer frekvent. (Wik, 2013)

6.4.1 Respons BA A

Aktörer i kategori A är generellt emot kvartsavräkning. Kvartsavräkning anses vara onödigt och det skulle innebära ett utökat arbete för dessa aktörer. BA A menar att det kommer bli mer oöverskådligt och svårare att handla på marknadsplatserna Elspot, Elbas och RKM om kvartsavräkning införs. De flesta menar att de skulle kunna hantera ändringen men att det skulle krävas ett väldigt stort prognosarbete. (Respondent BA A, 2013)

Många har svårt att se fördelarna med kvartsavräkning. De förstår att balanshållningen skulle bli lätthanterlig för SvK, men den skulle bli mer tidskrävande för BA. Balansansvaret är ett ekonomiskt ansvar och kunder till BA köper en trygghet av dem. Genom att ha kvartsavräkning skulle en stor del av ansvaret förskjutas från SvK till BA (Respondent BA A, 2013). Aktörer i BA A tror inte att det skulle påverka deras balanshållning positivt eller negativt men det skulle öka administrationskostnaderna (Respondent BA A, 2013). Detta eftersom det troligtvis skulle det krävas en utökad bemanning och dyra systeminvesteringar (Respondent BA A, 2013).

Kvartsavräkning skulle underlätta arbetet för vattenreglerkraften i större utsträckning eftersom den är lättare att reglera under timmen. Däremot skulle en förändring av *gate closure* för rapportering av uppdaterade planer kunna göra balansen bättre. Detta skulle kunna göras genom att ha möjlighet att rapportera in nya värden upp till 5 min innan timskarven. (Respondent BA A, 2013)

BA A lyfter även fram att de ser sina obalanser först då avräkningen görs. De menar att mätvärdena från nätägarna ofta revideras och därför rapporteras in först efter fem dagar. Detta betyder att de också vet sina obalanser först efter fem dagar. Innan de avancerar till kvartsavräkning vill de att mätdata skall komma snabbare och med

bättre kvalitet eftersom de anser att detta påverkar prognosarbetet i större utsträckning. (Respondent BA A, 2013)

6.4.2 Respons BA B

Aktörer i kategori B menar att införande av kvartsavräkning inte skulle påverka deras arbetsgång och därför inte heller deras balanshållning. De jobbar redan på kvartsbasis och det skulle inte vara särskilt krävande att även sköta avräkning och planering i samma tidsupplösning. Det skulle krävas mer personal, vilket innebär ökade kostnader, men det skulle inte nödvändigtvis betyda mindre obalanser. (Respondent BA B, 2013)

6.4.3 Respons BA Vind

Vissa aktörer i kategori BA Vind menar att deras arbete inte skulle ändras om kvartsavräkning infördes. Deras strategi skulle vara densamma och deras arbete skulle enbart utföras på kvartsbasis istället för timbasis som det är idag. Andra aktörer i denna kategori menar att det skulle innebära mer jobb i avräkningsskedet och att investeringar i dyra system skulle behöva göras. Handel på Elbas med dagens gränssnitt skulle bli oöverskådligt. I dagsläget arbetar många aktörer redan i planeringsskedet på kvartsbasis för produktionen, men att gå över till att sköta avräkningen på kvartsbasis också skulle bli en stor utmaning rent administrativt. Balanshållningen skulle inte påverkas för varje enskild aktör inom BA Vind. (Respondent BA Vind, 2013)

6.5 Anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud

I och med utbyggnaden av vindkraften ser SvK ett ökande behov av reglerresurser för att balansera systemet. Möjligheten att även utnyttja förbrukningsbud för balansering kan därför komma att spela stor roll framöver (Nilsson, 2013). Målet med att öka antalet reglerresurser på marknaden är att slippa effektreserven helt och hållet. Om tillräckligt mycket effekt, på ett flexibelt sätt, kan kopplas av (skjutas till) vid effektbrist (effekttopp), ska nätet klara av att hålla en jämn frekvens utan att effektreserven behöver användas. Om kraven för en reglerresurs i form av förbrukning uppfylls, får aktörer redan idag lägga förbrukningsbud på RKM. Men BA måste lämna information om förbrukningsanläggningarna och dessa ska uppfylla kraven för att ingå i reglerobjektskategorin ”avkopplingsbar last” eller ”industriförbrukning”. Anläggningar med en avkopplingsbar last innebär last som är större än 10 MW, förutom i SE4, där gränsen är sänkt till 5 MW. (SvK, j, 2012)

I dagsläget sker avropen manuellt via telefonsamtal med aktörerna, vilket begränsar möjligheten att sänka nivån på minsta budvolym. En lösning som SvK diskuterar är att övergå till elektroniska avrop. Det innebär att en reglerresurs på RKM avropas och aktiveras automatiskt. En övergång till elektroniska avrop är en förutsättning för att sänka nivån på budvolymen i alla de svenska elområdena utan att på ett negativt sätt öka arbetsbelastningen i kontrollrummet (Nilsson, 2013). Det finns cirka 35 avkopplingsbara laster i Sverige, som är över 10 MW, och med en sammanlagd installerad effekt på 870 MW. Av dessa 35 anläggningar är drygt 30 reglerbara i sin helhet. Det finns 27 industriobjekt med en effekt över 50 MW och med en sammanlagd installerad effekt på cirka 3300 MW som har möjlighet att kopplas av. Cirka 2000 MW av dessa 3300 MW kan regleras, mer eller mindre lättillgängligt.

Potentialen för förbrukningsbud är alltså stor men fördelningen är relativt skev mellan olika elområden. SE3 har cirka 73 % av de potentiella buden, medan SE1 inte har något alls. (SvK, k, 2012)

I balansansvarsavtalet ställs det krav på realtidsmätning på aktiva förbrukningsbud på RKM. Ett problem med detta är att många BA inte har realtidsmätning på reglerobjekten, eller att mätningen är i en annan upplösning än nuvarande krav. Därför har det kommit in önskemål om dispens på realtidsmätning på förbrukningsbud. SvK har på senare tid börjat acceptera att en alternativ mätning i realtid ska vara tillåtet. (SvK, j, 2012)

Det har också förekommit önskemål om tillåtelse att lägga blockbud på förbrukning på RKM. Det är problematiskt för en industriaktör att stänga av sin produktionslina i enbart en timme. Därför vill förbrukarna ha fler anpassade produkter på marknaden. Blockbud är ett alternativ som skulle kunna locka fler industrier att vilja stänga ner produktion och därmed hjälpa systemet när det är underbalanserat. Dock är blockbuden inte helt oproblematiska för SvK. Olika scenarion kan uppstå mellan två timmar och om förbrukningen behöver sänkas en timme behöver den nödvändigtvis inte göra det timmen efter. Det blir alltså svårt för SvK att hantera förbrukningsbud som löper över flera timmar (SvK, j, 2012). Att tillåta blockbud på RKM skulle troligtvis bli kostsamt för SvK, då de med nuvarande balans- och systemdriftavtal måste specialreglera, både upp och ner. Idag saknas verktyg för att enkelt räkna ut vilka bud som ska sättas som balans respektive special, vilket kan vara bra om blockbud på förbrukningssidan skulle införas på RKM (SvK, k, 2013).

En annan aspekt som SvK måste ta i beaktning är att många elintensiva industrier anser att det är för låga priser för förbrukningsbuden. RKM är komplicerad att träda in på när bud till elmarknaden inte är huvudverksamheten. Ett sätt att lösa denna problematik är att sälja in produkten förbrukningsbud till de enskilda industrierna. Genom att utbilda och föra en dialog med representanter från industrierna kan eventuellt fler förbrukningsbud läggas på RKM (Broström et al, 2013). Det är dock svårt att avgöra vem som har ansvaret för att förmedla detta till industrierna. Rent tekniskt är det inga problem att lägga förbrukningsbud, problemet ligger eventuellt i att de flesta kanske inte vet om att det går att göra och att det finns pengar att spara. (Sämfors, 2013)

6.5.1 Respons BA A

Generellt tycker aktörer i kategori A att anpassning av förbrukningsbud på RKM är en mycket god idé. De flesta har idag inte möjlighet att lägga förbrukningsbud på RKM, men många anser att de i framtiden skulle kunna tänka sig att lägga förbrukningsbud på RKM (Respondent BA A, 2013). Vissa aktörer menar att deras kunder redan idag efterfrågar förbrukningsbud på RKM, men att de inte kan lägga buden på grund av storlekskraven. De menar att de skulle kunna tänka sig att agera mer aktivt om storleken på buden var mindre än dagens 10 MW. (Respondent BA A, 2013)

Aktörerna lyfter fram vikten av flexibilitet på RKM. Skulle SvK införa blockbud med enklare avropningsrutiner, skulle BA A se det som ett incitament att vilja lägga förbrukningsbud på RKM. Ett exempel som BA A ser som en förbättring är en

automatisering av avropning av förbrukningsbud (Respondent BA A, 2013). Ett annat exempel är om budstorleken skulle vara mindre skulle nya former av avtal kunna skapas för kunder som kan tänka sig att minska sin förbrukning (Respondent BA A, 2013)En lösning på detta skulle kunna vara om BA A aggregerade ihop sina förbrukningsbud till ett tillräckligt stort bud på RKM (Respondent BA A, 2013).

6.5.2 Respons BA B

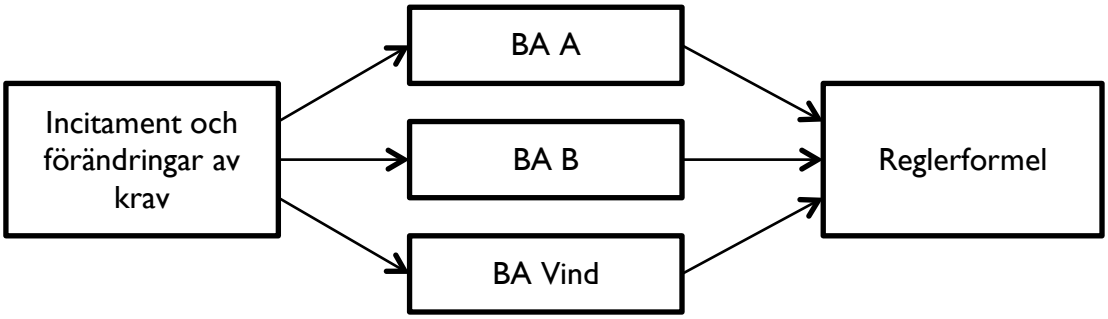
Aktörer i kategori B menar att en anpassning på RKM för dessa bud skulle gynna alla. Aktörerna i denna kategori är redan med och lägger förbrukningsbud på RKM. Däremot efterfrågar deras kunder möjligheten att lägga blockbud eftersom deras förbrukning inte är särskilt flexibel. I dagsläget hanteras förbrukningsbuden manuellt men med en automatisk styrning skulle förbrukningsbud kunna ropas av enklare och mer frekvent. (Respondent BA B, 2013)

6.5.3 Respons BA Vind

För aktörer i kategori Vind skulle en anpassning på RKM för förbrukningsbud innebära större möjligheter att kunna delta på RKM. Dessa aktörer har en övervägande andel vindkraft i sin produktionsportfölj och genom att göra det lättare att lägga förbrukningsbud skulle det underlätta för dessa aktörer att sälja sin produktion på RKM. (Respondent BA Vind, 2013)

7 Analys av resultat

I följande sektion analyseras de resultat som har framkommit av undersökningen. För att besvara examensarbetets syfte presenteras en samspelsmodell och en ”reglerformel” för varje kategori. Detta resulterar i tre olika modeller och formler, som på ett illustrativt sätt redogör hur de olika incitamenten kan påverka balanshållningen för BA A, BA B och BA Vind. Slutligen sammanvägs dessa och presenteras i en övergripande samspelsmodell enligt figur 36, samt en reglerformel för att visa hur de tillsammans kan påverka balanshållningen i det svenska kraftsystemet.



Figur 36 – samspelsmodell med påverkande incitament och förändringar av krav på de olika kategorierna och den resulterande reglerformeln

Varje incitament och förändring av krav tilldelas en egen variabel för att kunna skapa en reglerformel vid namn R_A, R_B och R_V beroende på kategori. På samma sätt får varje variabel ett index. I tabell 11 visas en sammanställning av de variabler som används i denna analys.

Tabell 11 – sammanställning över variabler med index kopplade till de olika incitamenten och förändringarna av krav

	BA A	**BA B**	**BA Vind**
Ökade kostnader för att vara i obalans	K_A	K_B	K_V
Skärpt övervakning av obalanser	S_A	S_B	S_V
Publicering av reglerkraftpriser i realtid	P_A	P_B	P_V
Införande av kvartsavräkning	Q_A	Q_B	Q_V
Anpassning av RKM för förbrukningsbud	F_A	F_B	F_V

Reglerformeln är en ekvation som bygger på division av de olika variablerna. Om ett incitament eller en förändring av krav påverkar balanshållningen positivt placeras den tillhörande variabeln i täljaren i reglerformeln. Detta eftersom det ökar värdet på R. Om det istället påverkar balanshållningen negativt placeras det i nämnaren eftersom värdet på R minskar. Eftersom det inte går att utläsa i vilken utsträckning variablerna försämrar eller förbättrar balanshållningen görs antagandet att samtliga variabler definieras enligt kriteriet större än eller lika med 1, eller mer matematiskt ≥ 1. Om variablerna hade tillåtits att vara mindre än 1 skulle en placering i nämnaren symbolisera en förbättring istället för en försämring och vice versa. Om en variabel

inte påverkar balanshållningen, och därav reglerformeln, sätts variabeln till värdet noll. Reglerformlerna är uppbyggda enligt följande exempel:

$$R_X = \frac{K_X + S_X}{Q_X + P_X + F_X}$$

7.1 Samspelsmodell och formel BA A

I följande sektion sammanställs hur den aktuella arbetsgången av BA A skulle förändras av olika förändringarna av marknadsdesign som har tagits upp i sektion 6. Sammanställningen baseras på deras egen respons på dessa förändringar och en formel skapas för att visa hur detta påverkar balanshållningen i kraftsystemet.

Det första incitamentet som har tagits upp är *ökade kostnader för att vara i obalans.* Eftersom det rådde delade meningar om huruvida detta skulle påverka BA A i deras arbete eller inte är det svårt att avgöra hur detta skulle påverka balanshållningen. Vissa menade att de redan gjorde sitt yttersta och att det inte skulle påverka deras arbetsgång. Andra antydde att detta skulle innebära att fler personer skulle anställas för att sköta om balanshållningen, och balansen skulle kunna bli bättre. Det bör påpekas att en sådan här förändring skulle öka kostnaderna för BA A, vilket antingen skulle ledas till kunderna eller innebära tunga utgiftsposter. Det går även att diskutera vilka andra konsekvenser detta skulle få för de balansansvariga och marknaden som helhet, vilket tas upp i sektion 8. Men för att visa hur förändringen skulle påverka systemet knyts detta incitament till variabeln K_A, som kan ses i formel 10 på sidan 61. K_A symboliserar en förbättring av balanshållningen enligt $K_A \geq 1$.

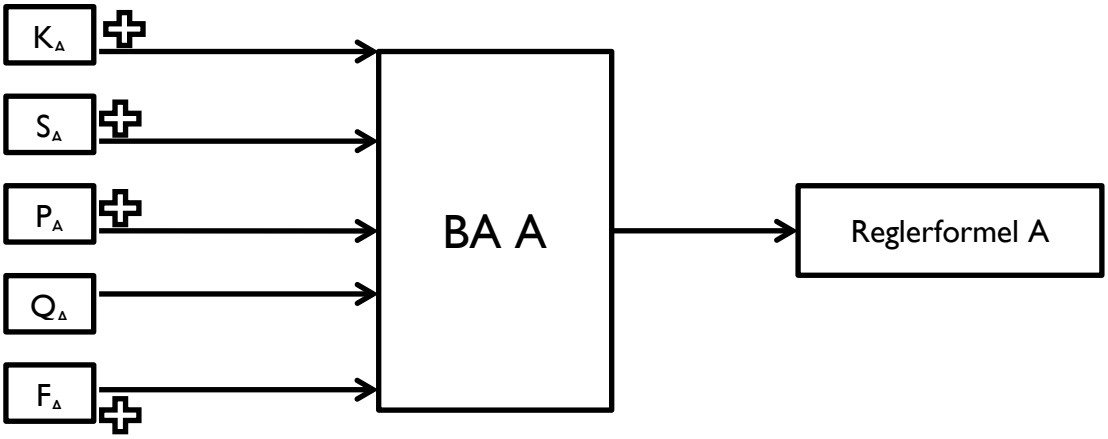
Den andra förändringen som har föreslagits är *skärpt övervakning av obalanser.* Beroende på hur denna förändring skulle genomföras skulle den påverka BA A på olika sätt. Hur detta skulle göras diskuteras mer ingående i sektion 8. Men de är i allmänhet positiva till en skärpt övervakning eftersom det uppmuntrar dem att i större utsträckning hålla sin balans. Genom att publicera ett obalans-index för både förbrukning och produktion kan aktörerna se hur de ligger till i förhållande till varandra. De skulle sträva efter att minska sina obalanser och detta härleds till variabeln S_A i formel 10. S_A påverkar balanshållningen positivt och antas vara $S_A \geq 1$.

Publicering av reglerkraftpriser i realtid skulle innebära att BA A har tillgång till mer information om RKM. Det skulle leda till en jämförelse mellan priserna på Elbas och RKM skulle göras i större utsträckning. Transparensen på marknaderna skulle öka och BA A menar att det skulle hjälpa dem i deras balanshållning. En diskussion huruvida aktörer som inte är delaktiga i RKM ska ha tillgång till den informationen eller inte återfinns i sektion 8. Sammantaget skulle balansen enligt BA A bli bättre om detta infördes och det härleds till variabeln P_A i formel 10. Detta görs enligt $P_A \geq 1$.

Den fjärde förändringen som skulle kunna införas är *kvartsavräkning.* Det är onödigt anser BA A och de menar att planering och prognostisering skulle bli svårare. De menar att handeln på Elbas skulle minska eftersom det blir fler handlingstillfällen men med mindre kvantiteter. Ansvaret för balanshållning skulle förskjutas från SvK till BA A men varje aktörs obalans skulle inte påverkas enligt dem. Detta representeras av variabeln $Q_A = 0$ i formel 10, eftersom den inte påverkar R_A.

Något som skulle öka mängden reglerresurser är en *anpassning av RKM för förbrukningsbud* menar BA A. Detta anses vara en mycket god idé enligt BA A och det skulle kunna genomföras på många olika sätt. Denna förändring har variabeln F_A i formel 10 med kriteriet $F_A \geq 1$.

Det sammanvägda utfallet av de olika förändringarna, för aktör A, illustreras i figur 37.



Figur 37 – resulterande samspelsmodell för BA A

En sammanvägd reglerformel, R_A, om hur balanshållningen för BA A skulle påverkas ses i formel 10. Det går inte att utläsa i vilken utsträckning de olika variablerna påverkar balanshållningen men det syns tydligt att de delaktiga variablerna enbart påverkar R_A positivt. Den enda variabeln som inte är delaktig i reglerformeln är Q_A eftersom den inte påverkar deras balanshållning.

$$R_A = K_A + S_A + P_A + F_A \tag{10}$$

7.2 Samspelsmodell och formel BA B

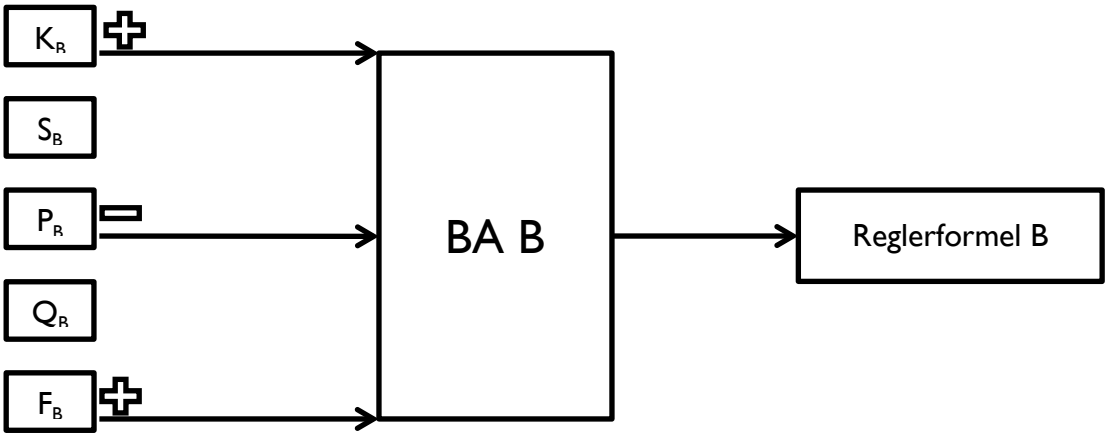
Ökade kostnader för att vara i obalans skulle medföra att BA B skulle göra mer för att vara i balans. Skulle SvK genom ett styrmedel som detta öka kostnaderna för obalanser skulle BA B vara tvungna att avväga alternativet att öka bemanningen, vilket skulle vara mer kostsamt, men minska deras obalanser. För att visa hur denna förändring skulle kunna påverka balanshållningen har den fått variabeln K_B i formel 11, på sidan 62, och även placerats i täljaren med kriteriet $K_B \geq 1$.

Aktörer i kategori B tar inte del av obalans-index i dagsläget eftersom de anser att den görs på fel sätt. De tycker att en *skärpt övervakning av obalanser* är en god idé men det skulle inte påverka deras arbetsgång eller balanshållning. Detta medför att variabeln $S_B = 0$ i formel 11.

Den tredje förändringen innebär att *publicera reglerkraftpriser i realtid*. BA B har redan tillgång till denna information eftersom de är delaktiga i RKM. De tycker inte att detta skall införas eftersom det skulle öka spekuleringen i hur systemet mår, vilket kan försämra balansen. P_B är således placerat i nämnaren i formel 11 och enligt kriteriet $P_B \geq 1$.

Att införa *kvartsavräkning* skulle inte påverka arbetsgången för BA B eftersom de redan idag arbetar med högre upplösning på vissa områden. Därför är $Q_B = 0$ i formel 11.

Den femte förändringen av marknadsdesignen skulle vara att *anpassa RKM för förbrukningsbud*. BA B anser att detta skulle gynna dem eftersom fler reglerresurser skulle bli tillgängliga. F_B placeras i täljaren på formel 11 och enligt kriteriet $F_B \geq 1$. En sammanställning över hur balanshållningen för BA B skulle påverkas av de olika förändringarna ses i figur 38.



Figur 38 – resulterande samspelsmodell för BA B

Den påverkan som förändringarna kan ses i formel 11 där de olika variablerna gör att reglerformeln R_B ökar eller minskar beroende på hur de ändras. K_B och F_B skulle förbättra balansen medan P_B skulle försämra den.

$$R_B = \frac{K_B + F_B}{P_B} \tag{11}$$

7.3 Samspelsmodell och formel BA Vind

BA Vind anser att *ökade kostnader för att vara i obalans* skulle göra att arbetsbelastningen skulle öka. Det skulle bli mycket kostsamt men de skulle bli tvingade att hålla balansen bättre. Förändringen ses i variabeln K_V och placeras i täljaren på formel 12, på sidan 63, enligt $K_V \geq 1$.

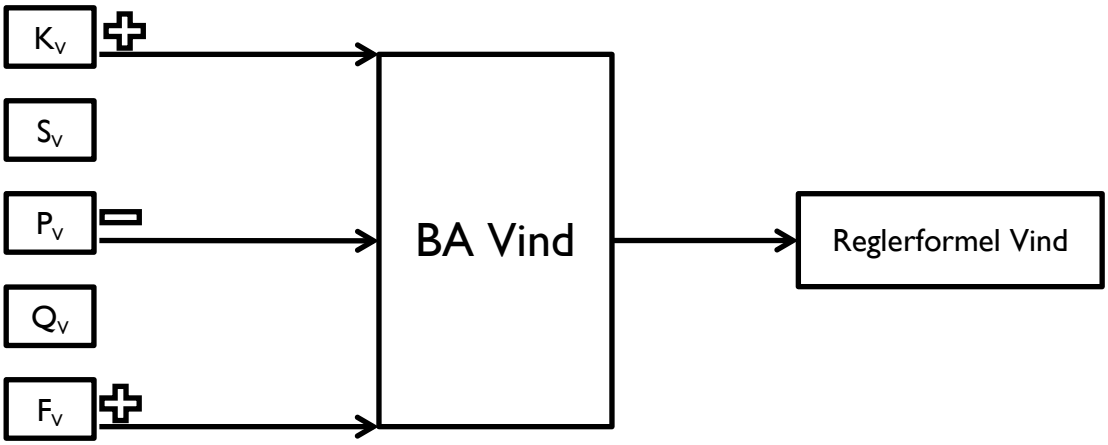
En skärpt övervakning av obalanser skulle fortsätta att motivera BA Vind att hålla sin balans. De tycker att det är motiverande att se hur de ligger till i balanshållningen gentemot de andra aktörerna. Men de kan inte hålla balansen bättre än vad de gör i dagsläget och därför skulle de inte påverkas av denna förändring. Därför är $S_V = 0$ i formel 12.

Aktörer i BA Vind tycker att en *publicering av reglerkraftpriser i realtid* skulle vara positivt. Detta eftersom de kan avgöra om handel på Elbas eller RKM är mest lönsamt, inte för att se vad som är bäst för balanshållningen. Det innebär att en

sådan här förändring förmodligen skulle påverka balanshållningen negativt och därför placeras P_V i nämnaren i formel 12 enligt kriteriet $P_V \geq 1$.

Kvartsavräkning skulle inte nödvändigtvis påverka BA Vind särskilt mycket då vissa redan arbetar efter detta. Andra menar att det skulle vara väldigt tidskrävande men att det skulle gå att genomföra. Balanshållningen skulle dock inte påverkas varför $Q_V = 0$ i formel 12.

BA Vind tycker att *en anpassning av RKM för förbrukningsbud* skulle innebära att de kan delta på denna marknad i större utsträckning. Det skulle alltså finnas fler reglerbud på RKM och balanshållningen skulle bli bättre. Variabeln F_V placeras därför i täljaren i formel 12 enligt kriteriet $F_V \geq 1$. Sammantaget skulle förändringarna påverka BA Vind på samma sätt som BA B, vilket ses i samspelsmodellen i figur 39.



Figur 39 – resulterande samspelsmodell för BA Vind

Samspelsmodellen i figur 39 kan sammanfattas i formel 12, som visar att enbart tre variabler påverkar R_V. K_V och F_V skulle förbättra balansen medan P_V skulle försämra den.

$$R_V = \frac{K_V + F_V}{P_V} \tag{12}$$

7.4 Övergripande samspelsmodell och reglerformel

För att få en övergripande bild över hur det olika incitamenten skulle påverka balanshållningen i det svenska kraftsystemet kommer de olika samspelsmodellerna, och formlerna, från sektion 7.1 - 7.3 att sammanställas. Eftersom det kunde ses i sektion 5.1 att de olika kategorierna har olika produktion och förbrukning under sitt ansvar kommer en viktning göras. Detta görs eftersom de med större andel produktion och förbrukning kan påverka mängden obalanser mer.

Det har noterats i sektion 5.3 att den totala mängden obalanser för BA A och BA Vind tillsammans var större än den för BA B, trots den mindre andelen produktion och förbrukning. BA Vind och BA A har en högre procentuell andel obalanser i förhållande till deras produktion och förbrukning varför de har större möjlighet att förbättra sin arbetsgång.

Viktningen av R_A görs utifrån deras möjlighet att påverka balanshållningen. Deras andel av förbrukningen i SE3 var 25 % medan den för produktionen var 5 %. Det antas att förbruknings- och produktionsobalans påverkar lika mycket varför viktningen blir:

$$R_{A,viktad} = \frac{0{,}25 + 0{,}05}{2} \cdot R_A = 0{,}15R_A$$

Viktningen av R_B görs på samma sätt fast BA B stod för 55 % av förbrukningen och 92 % av produktionen i SE3. Detta ger följande viktade värde:

$$R_{B,viktad} = \frac{0{,}55 + 0{,}92}{2} \cdot R_B = 0{,}735R_B$$

BA Vind stod för 20 % av förbrukningen och 3 % av produktionen i SE3 och viktningen blir således:

$$R_{V,viktad} = \frac{0{,}20 + 0{,}03}{2} \cdot R_V = 0{,}115R_V$$

För att få fram den sammanfattade reglerformeln adderas dessa viktade formler och resultatet blir formel 14.

$$R_{tot} = 0{,}15R_A + 0{,}735R_B + 0{,}115R_V$$

$$= 0{,}15(K_A + S_A + P_A + F_A) + 0{,}735\left(\frac{K_B + F_B}{P_B}\right) + 0{,}115\left(\frac{K_V + F_V}{P_V}\right) \qquad (14)$$

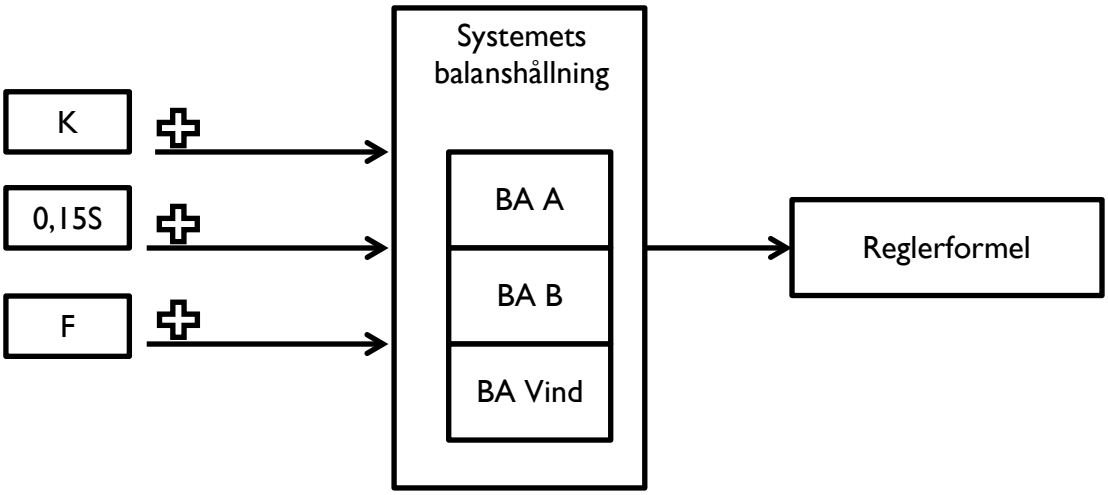
Men eftersom de förändringar som kan komma att göras blir samma för samtliga aktörer kan det antas att de olika variablerna är likvärdiga och deras index negligeras, vilket resulterar i formel 15. Detta antagande är en förenkling för att kunna påvisa hur balanshållningen i kraftsystemet påverkas och inte nödvändigtvis helt valid då förändringarna påverkar de olika kategorierna i varierande utsträckning.

$$R_{tot} = 0{,}15(K + S + P + F) + 0{,}735\frac{(K + F)}{P} + 0{,}115\frac{(K + F)}{P}$$

$$= 0{,}15(K + S + P + F) + 0{,}85\frac{(K + F)}{P} \qquad (15)$$

P påverkar alltså balanshållningen positivt med en viktning om 0,15 och negativt i en viktning om 0,85. Det går inte att urskilja i vilken utsträckning de påverkar men eftersom viktningen om 0,85 väger tyngre än 0,15 antas P påverka balanshållningen mer negativt. Om P därför inte införs, samtidigt som Q inte är delaktig i balanshållningen eftersom den inte påverkar, blir resultatet för de övriga förändringarna viktade enligt formel 16 och detta åskådliggörs i figur 40.

$$R_{tot} = 0{,}15K + 0{,}15S + 0{,}15F + 0{,}85K + 0{,}85F = K + 0{,}15S + F \qquad (16)$$



Figur 40 – sammanställd samspelsmodell som visar hur systemets balanshållning skulle påverkas av de olika förändringarna

Som figur 40 och reglerformel 16 visar är det tre olika förändringar av marknadsdesignen som påverkar balanshållningen i kraftsystemet positivt. Den första är *ökade kostnader att vara i obalans* och den förändringen håller samtliga aktörer med om att den skulle förbättra balansen, även om det skulle innebära ökade kostnader för BA, vilket diskuteras i sektion 8. Förändringen K är viktad till 100 %, vilket innebär att den skulle få stort genomslag. *Skärpt övervakning av obalanser*, S, skulle påverka balanshållningen positivt men endast till en viktning om 15 % eftersom den bara påverkar hur aktör A arbetar. *En anpassning av RKM för förbrukningsbud* skulle enligt samtliga aktörer påverka balanshållningen positivt och därför är variabeln F viktad till 100 %. *Kvartsavräkning*, Q, är försummad eftersom ingen av kategorierna tror att det kommer att påverka balanshållningen. *Publicering av reglerkraftpriser i realtid*, P, är negligerad eftersom det införandet skulle påverka balanshållningen negativt, eller inte alls, enligt aktörerna. Det kan inte avgöras i denna studie i vilken utsträckning de föreslagna förändringarna skulle påverka balanshållningen. Men eftersom samtliga föreslagna incitament och förändringar av krav kan komma att genomföras av SvK diskuteras ändå deras för- och nackdelar vidare i sektion 8.

8 Diskussion

I denna sektion kommer de resultat som uppnåtts i undersökningen att förklaras. De uppnådda resultaten diskuteras i relation till tidigare kända resultat. Det blir därför naturligt att påbörja diskussionen kring hur den teoretiska arbetsgången på elmarknaden skiljer sig från den praktiska. Diskussionen kommer sedan att fortsätta kring förändringarnas påverkan på balanshållningen utifrån den analys som gjordes i sektion 7. Frågeställningen i detta examensarbete var hur marknadsmodellen skulle kunna ändras för att öka tillgången på reglerresurser, men även minska behovet av dem. Därför diskuteras de möjliga förändringarna som skulle kunna förbättra dagens marknadsmodell ur ett systemperspektiv. Avslutningsvis ges även förslag på fortsatt arbete inom detta ämne i framtiden.

8.1 Skillnader mellan teoretisk och faktisk arbetsgång

I sektion 4 förklaras den teoretiska arbetsgången på den svenska elmarknaden. Denna beskrivning görs med hjälp av ett antal antaganden. Till att börja med antas det att en aktör är aktiv på Elspot, Elbas och RKM. Teorin framhäver att RKM är en separat mekanism som ska kontrollera avvikelser från stabilitet på en marknad med perfekt konkurrens. Dessutom förutsätter teorin att arbetsgången är densamma under årets alla timmar. Aktörerna ska i största möjliga mån planera och handla sig i balans enligt beskrivningen i sektion 4.

Det visade sig i sektion 5 att dessa antaganden inte går att göra helt godtyckligt. På den svenska elmarknaden är inte alla aktörer delaktiga på alla marknader. Exempelvis är inte BA A och BA Vind alltid delaktiga på RKM. Detta beror på att de inte har reglerresurser som uppfyller kriterierna för RKM. I dagsläget finns det aktörer som har börjat undersöka möjligheten att modifiera sina reglerobjekt för att kunna delta på RKM. Det kan vara åtgärder såsom installation av driftsystem, realtidsmätare och inköp av ackumulatorer. I slutändan handlar det om vad som är mest lönsamt, att installera dessa eller att fortsätta vara en pristagare på RKM.

RKM är i allra högsta grad en mekanism som sköter stabiliteten på elnätet men BA A och BA Vind spekulerar ofta kring reglerkraftpriserna och jämför dessa med priserna på Elbas. En slutsats som kan dras från detta är att de kanske inte alltid anstränger sig till det yttersta för att planera och handla sig i balans. Det handlar istället om att vara i affärsmässig balans, vilket inte kan definieras av ett tydligt ramverk. Eftersom det råder spekulation mellan priserna på Elbas och RKM kan det antas att alla reglerresurser inte alltid delges till RKM, vilket motsäger faktumet att det skulle vara perfekt konkurrens på denna marknad.

En annan tydlig skillnad mellan den teoretiska och praktiska arbetsgången är att det förutsätts att arbetsgången är densamma över årets alla timmar. Detta stämmer inte för BA A och BA Vind eftersom de inte har resurser att ha bemanning dygnet runt och året om. De obalans-index som presenterades i sektion 5 visar att BA A och BA Vind har en högre procentuell andel av både förbruknings- och produktionsobalanserna i förhållande till deras uppmätta förbrukning och produktion. Detta skulle bland annat kunna kopplas till det höga obalans-index för produktion som BA A har under sommarmånaderna 2012, enligt figur 21, eftersom

de har mindre bemanning då. Resurserna är alltså inte likvärdiga för alla aktörer, vilket påverkar balanshållningen i systemet.

8.2 Förändringarnas påverkan på balanshållningen

Efter resultatanalysen i sektion 7 kunde slutsatsen dras att tre förändringar skulle bidra mest till en förbättrad balanshållning. Dessa var *ökade kostnader för att vara i obalans, skärpt övervakning av obalanser och anpassning för förbrukningsbud på RKM.* I resultatanalysen togs det enbart hänsyn till just balanshållningen i kraftsystemet och inte till den påverkan förändringarna skulle få för BA. De skulle kanske förbättra balanshållningen men frågan är till vilket pris detta skall ske.

8.2.1 Ökade kostnader för att vara i obalans

Den kostnad som förknippas med att vara i obalans fungerar som ett styrmedel för att BA ska veta hur mycket resurser som ska allokeras till att hantera sin balans. Ju mer kostnaderna ökar desto större blir behovet av resurser. Dagens avgift om 2,50 SEK/MWh för att vara i obalans är inte en särskilt tung utgift för BA. Avgiften skulle mycket väl kunna fördubblas för att ge tydligare riktlinjer till BA om hur SvK vill att de ska hålla balansen. En sådan fördubbling skulle motivera BA att sträva efter att vara noggrannare i sitt arbete och i vissa fall öka bemanningen.

Grundfrågan mynnar ut i vad SvK egentligen tar betalt för. Om avgiften är tänkt att täcka underhållet för balanstjänsten borde rimligtvis dagens avgift räcka. Om den istället är tänkt som ett incitament till BA att jobba hårdare, innebär det en förflyttning av balansansvaret från SvK till BA. I sektion 7 visades det att en ökning av kostnaden skulle medföra att balanshållningen skulle bli bättre. Enligt responsen från BA A och BA Vind skulle en för drastisk ökning innebära att bemanningen skulle tvingas öka, vilket skulle leda till ökade totala kostnader som i slutändan medför högre elpriser för slutkunden. Vid en framtida utbyggnad av vindkraft, då behovet av reglerresurser kommer att öka, kan det bli nödvändigt att BA planerar och handlar sig bättre i balans. Om detta blir nödvändigt kan ökade avgifter vara det incitament som skall implementeras av SvK, trots att det kan leda till högre elpriser.

8.2.2 Skärpt övervakning av obalanser

En annan förändring som visade sig förbättra balanshållningen var *skärpt övervakning av obalanser.* Flera små aktörer finner en stolthet i att vara bland de bästa på att hålla balansen, vilket de använder i sin marknadsföring. Detta görs dock bara för obalans-index för förbrukning i dagsläget. I sektion 5 togs det fram ett obalans-index även för produktion för samtliga kategorier. Det visade sig att mängden obalanser var större för produktion än för förbrukning. Detta kan förklaras med det mer komplexa arbetet kring planering av variabel produktion och de eventuella bortfall av enheter som kan uppstå. Men det kan också bero på avsaknaden av uppföljning kring produktionsobalanser från SvK. Det har exempelvis aldrig utgått ett vite för de producenter som stundtals har misskött sin balanshållning, trots att regelverket tillåter att SvK gör detta.

Problematiken som finns kring dessa obalans-index är var gränsen ska gå för att eventuella straff eller uppföljningar skall uppstå. Gränsen för vad som definieras som obalans måste fastslås och kommuniceras till de balansansvariga företagen, vilket

redan görs i Norge. Den norska systemoperatören publicerar icke-anonyma listor över samtliga BA och hur de förhåller sig till varandra gällande förbruknings- och produktionsobalanser. Det har framkommit att SvK vill ha hårdare krav än vad Norge har på gränserna för vad obalans innebär, men frågan är hur mycket hårdare. Återigen mynnar diskussionen ut i hur aggressivt SvK ska uppmuntra BA att hålla sin balans. Om kraven blir för hårda ökar gränsen för vilka kostnader som det innebär att planera och handla sig i affärsmässig balans. De som inte har resurser att göra detta bättre i dagsläget måste öka bemanningen och det leder till högre totala kostnader, vilket i förlängningen gör att de mindre aktörerna kan utkonkurreras av de stora.

Samtliga BA vet redan idag hur mycket obalanser de har, dels från obalans-index men även från den avräkning som görs. Skillnaden med att publicera obalans-index icke-anonymt skulle vara att de kan jämföra sig med andra aktörer och sträva efter att bli bättre än sina konkurrenter. Det är känslig information som förknippas med värdena för obalanserna för de olika aktörerna. Genom att presentera dem i procentuell andel av uppmätt förbrukning och produktion, likt figurerna i sektion 5, undanhålls den direkta kopplingen till aktörernas siffror. En icke-anonym publicering skulle vara ett starkare incitament att hålla sin balans. Det borde också vara slutkundernas rättighet att veta att deras elleverantör gör sitt yttersta för att minimera kostnaderna, och därmed deras elpriser.

Aktörernas förbrukningsprognoser baseras på mätdata som erhålls från nätägarna. För att förbättra förbrukningsprognoserna menar samtliga BA att kvaliteten på mätdata måste förbättras och levereras vid ett tidigare skede än i dagsläget. Dålig mätdata fortplantar sig i dåliga prognoser, vilket leder till differenser mellan prognostiserad och uppmätt förbrukning. Därför menar flera BA att innan högre krav ställs på dem att förbättra sina obalanser måste högre krav ställas på nätägarna. En början skulle vara att skapa incitament för nätägarna att leverera mätdata av god kvalitet, vilket saknas i dagsläget.

8.2.3 Införandet av kvartsavräkning

För att de europeiska elmarknaderna ska kunna kopplas ihop måste de ha samma upplösning på produkten elektricitet. En framtida kvartsavräkning skulle därför kunna komma att genomföras enligt europeiska direktiv. En högre upplösning skulle innebära fler mätvärden att hantera för BA, hur många fler beror på vilken upplösning som väljs. En sådan här förändring skulle genomföras i flera olika led, där handeln på Elspot och Elbas först skulle ändras när avräkningen mellan systemoperatörerna och RKM fungerar. Fördelen med en högre upplösning är att planer och prognoser skulle kunna vara mer detaljerade och anpassade under timmen. Detta är särskilt lämpligt för variabel produktion såsom vindkraft. Det skulle underlätta arbetet för balanstjänsten på SvK eftersom de kan anpassa sig mer dynamiskt. Sammantaget menar aktörerna att en sådan här förändring inte skulle minska, eller öka, deras interna obalanser. Många mindre aktörer menar dock att en ökad upplösning skulle innebära ett merarbete som inte kan hanteras med dagens system och bemanning. De större aktörerna arbetar redan idag med kvartsupplösning och de skulle inte påverkas särskilt mycket.

För att värna om den fria konkurrensen på marknaden bör så många aktörer som möjligt vara delaktiga i balansansvaret. Detta uppnås genom att inte ha några barriärer för dem att träda in på marknaden och med lika förutsättningar för alla.

SvK kan se till att systemen underlättar för kvartsavräkning och att BA A inte måste lösa detta genom ökad bemanning och individuella lösningar. Ett införande av kvartsavräkning skulle börja med att avräkningen mellan systemoperatörerna görs på kvartsbasis och sedan skulle det introduceras successivt på de olika marknadsplatserna. Genom att uppdatera gränssnittet för Elspot och Elbas innan denna förändring genomförs kan de mindre aktörerna vänja sig vid ett nytt arbetssätt i förväg och den barriären är övervunnen.

8.2.4 Publicering av reglerkraftpriser i realtid

En *publicering av reglerkraftpriser i realtid* skulle innebära att samtliga aktörer kan se hur systemet är momentant balanserat. Denna signal gör att BA kan självreglera för att försöka hjälpa systemet i balans men i dagsläget är det SvK som har det yttersta ansvaret för balanshållningen under leveranstimmen. En ökad självreglering innebär en ineffektiv resursanvändning eftersom fler reglerresurser än nödvändigt används.

Eftersom systemets riktning på obalansen styr hur avräkningen av obalanser genomförs är den informationen väsentlig för BA i sin handel. Kostnaden för att vara i obalans kan härledas till priserna på RKM och de jämförs med alternativet att handla sig i balans på Elbas. Affärsmässigt blir det därför naturligt att välja det alternativ som är mest lönsamt. Men RKM är en separat mekanism som ska hantera resursanvändningen för balanshållningen på ett konkurrensmässigt sätt. Eftersom BA ska planera och handla sig i balans enligt balansansvarsavtalet, samt enligt den teoretiska uppbyggnaden av en elmarknad i sektion 4, bör inte BA spekulera kring systemets riktning. Enligt de aktörer som är aktiva och lägger bud på RKM ska inte de passiva aktörerna ha tillgång till information på en marknad som de inte deltar i. De passiva, mindre aktörerna i BA A och BA Vind, menar å andra sidan att det ska råda transparens på marknaden och att de missgynnas av att de inte har tillgång till reglerkraftpriserna i realtid. Eftersom BA B är aktiva på RKM har de också tillgång till priserna i realtid, vilket BA A och BA Vind ser som icke konkurrensneutralt. Detta går att härleda till ett av de kriterier som är en förutsättning för att en auktion skall kunna äga rum. Detta kriterium menar att det är olika tillgång på information som gör att en vara värderas på olika sätt. Men i detta fall får inte de mindre aktörerna värdera reglerkraften eftersom de enbart är pristagare på RKM.

Viljan att jämföra priserna på Elbas och RKM grundas i uppbyggnaden av avräkningen, vilken resulterar i kostnader som beror på riktningen av obalanserna. Enprisavräkningen för förbrukning minskar risken för aktörerna att vara i förbrukningsobalans, men det öppnar också för möjligheten att tjäna pengar på att vara i obalans ”åt rätt håll”. Tvåprisavräkningen för produktion tar bort möjligheten att spekulera i systemets obalans eftersom BA maximalt kan belönas med spotpriset, vilket de lika gärna kunde ha fått vid handeln på Elbas. Förbrukningsprognosen räknas fram av SvK genom att planerad produktion och handel på Elbas och Elspot adderas enligt ekvation 8. Enligt balansansvarsavtalet måste en ny produktionsplan rapporteras vid förändring, precis som en uppdaterad handel på Elbas. Men det finns fortfarande en tolkningsfrihet, i vilken utsträckning denna handel skall göras,

eftersom den ska vara affärsmässig. Detta innebär att en förändrad produktionsplan kan rapporteras utan en korrigerad handel. Detta förändrar förbrukningsprognosen, vilket kan leda till en förbrukningsobalans.

Om BA vet i vilken riktning systemet behöver hjälp, genom att studera priserna på RKM, kan de se till att hjälpa systemet med deras förbrukningsobalans och på så sätt få betalt i upp- eller nedregleringspriset. I figur 25 ses att BA B har en konsekvent positiv produktionsobalans, alltså att de har planerat för mer produktion än vad de har uppmätt. Detta kan bero på att BA B proaktivt vill undvika obalanser på grund av bortfall av produktionsenheter. Det kan också bero på att de rapporterande produktionsplanerna alltid är större än den faktiska produktionen för att förbrukningsprognoserna skall förändras, utan uppdaterad handel. Detta ger en möjlighet till större avkastning än om de hade hjälpt systemet med en produktionsobalans, eller genom handel på Elbas. Sammantaget finns det möjligheter att systematiskt missbruka uppbyggnaden kring avräkningsrutinerna. Detta motverkar viljan att ständigt planera och handla sig i balans, vilket påverkar balanshållningen negativt. Detta skulle dock kunna lösas genom en skärpt övervakning av obalanser, där ett konsekvent utnyttjande av detta kryphål skulle kunna motarbetas genom vite eller andra åtgärder.

8.2.5 Främjande av förbrukningsbud på RKM

Ett sätt att öka antalet reglerresurser är att underlätta för förbrukningsbud på RKM. BA A, BA B och BA Vind är eniga om att detta skulle kunna genomföras i större utsträckning och att det kan bidra till en bättre balanshållning. Fler aktörer skulle kunna bli delaktiga i RKM och vissa kunder efterfrågar möjligheten redan idag. Detta skulle kunna göras genom att öka flexibiliteten kring förbrukningsbuden. Det är framförallt storlekskravet som skulle behöva minskas från 10 MW ned mot storleken i SE4 om 5 MW. De balansansvariga framhåller även att mekanismen kring budläggningen borde kunna ske i form av blockbud. Problematiken kring detta är att det är svårt att hantera av SvK eftersom systemet kan behöva balanseras i olika riktningar i timmar som följer efter varandra.

Ett annat problem är kunskapen hos förbrukarna om hur detta skulle genomföras. Genom att informera kunderna om de potentiella ekonomiska vinsterna som förbrukningsbuden kan generera skulle volymen bud öka. Det är dock en informering som förmodligen borde göras av BA mot kunderna och inte av SvK. Eftersom det inte är förbrukarnas huvudverksamhet att delta på elmarknaden kan vissa ha ont om resurser för att hantera denna mekanism. BA och SvK framhåller att en automatisering av aktiveringen av förbrukningsbuden skulle underlätta arbetsgången för samtliga parter. Det bör undersökas hur denna automatisering skulle kunna göras och vilka kostnader den förknippas med, men det skulle bidra till en förbättrad balanshållning.

9 Slutsatser

Det är framförallt tre marknadsförändringar som författarna vill rekommendera SvK att implementera och undersöka vidare. Den första marknadsförändringen är att *öka kostnaderna för att vara i obalans* till en regleravgift om 5 SEK/MWh. Denna förändring skulle påverka alla aktörer och därför kunna bidra till en bättre balanshållning genom att minska behovet av reglerresurser. Den kräver dock mer resurser för BA, vilket innebär ökade kostnader som kan vidarebefordras till slutkundens elfaktura.

Den andra marknadsförändringen som skulle kunna minska behovet av reglerresurser är *skärpt övervakning av obalanser*. Den skulle enbart påverka BA A. Förändringen skulle kunna genomföras med hjälp av tydligare gränser om vad som är en obalans, samt genom en offentlig publicering av obalans-index för både förbrukning och produktion.

Den tredje marknadsförändringen som rekommenderas är en *anpassning av RKM för förbrukningsbud*. Denna förändring skulle öka antalet reglerresurser och aktörer på RKM. Detta skulle kunna ske genom att införa blockbud, automatiserade avrop och lägre storlekskrav på buden.

Kvartsavräkning skulle inte påverka öka tillgången på, eller minska behovet av, reglerresurser. Förändringen skulle öka kostnaderna för vissa BA men den skulle kunna förenkla arbetet för SvK.

Publicering av reglerkraftpriser i realtid är önskvärt av mindre BA men marknadsförändringen skulle inte öka tillgången på, eller minska behovet av, reglerresurser.

9.1 Förslag på fortsatt arbete

Under arbetets gång har många intressanta slutsatser dragits men det har också dykt upp problemformuleringar som inte har kunnat undersökas vidare inom ramen för detta examensarbete. Därför ges här några förslag på fortsatt arbete som skulle understryka och förbättra de uppnådda resultaten.

I detta examensarbete har en kartläggning av de balansansvarigas arbetsgång gjorts för att sedan ligga till grund för en analys om hur de skulle påverkas av olika marknadsförändringar. Ett resonemang har förts utifrån de balansansvarigas respons och slutsatser har dragits. Men för att kvantifiera vilken effekt de olika förändringarna skulle ha för BA, och systemets balanshållning, skulle en modellering behöva göras. Genom att modellera den kartlagda arbetsgången för de balansansvarigas på de olika handelsplatserna, utifrån ett realistiskt testsystem, skulle olika scenarion kunna studeras. En modellering borde leda till en redogörelse för BA om det är mer lönsamt att självreglera internt eller via uppdaterad handel på Elbas. Det bör även kunna visa om de föreslagna förändringarna skulle öka eller minska tillgången på reglerresurser.

Det bör också göras en lönsamhetsstudie för de aktörer som i dagsläget inte är delaktiga på RKM. Undersökningen borde utreda vilka kostnader som är förknippade med att göra om system och produktionsenheter för att kunna delta på RKM.

Det nämndes även i diskussionen att främjandet av förbrukningsbud på RKM skulle öka tillgången på reglerresurser. Intressant vore att undersöka hur många reglerresurser som skulle kunna allokeras till RKM om en anpassning gjordes. Hur skulle förbrukarna informeras om denna möjlighet? Finns det något incitament att investera i automatisk aktivering av förbrukningsbud för att få möjligheten att tjäna pengar på RKM?

10 Litteraturförteckning

10.1 Primära källor

10.1.1 Intervjuer

2013-02-05 kl. 12.00:
Broström Elin, Marknadsavdelningen, Svenska Kraftnät

2013-04-23 kl.12.00:
Bäckström Tove, Balance Manager, Vattenfall

2013-03-08 kl. 12.00:
Fohlman Magnus, Physical Power Manager Vattenfall AB

2013-04-19 kl. 10.00:
Fält, Birger, Marknadsstöd, Svenska Kraftnät

2013-04-03 kl. 16.00:
Linell Mattias, Krafthandlare, DinEl Göteborg Energi

2013-04-09 kl. 10.00:
Melin Jonas, Portfolio Manager, Markedskraft

2013-03-11 kl. 15.00:
Munter Lars, Marknadsavdelningen, SvK

2013-04-23 kl. 14.00:
Nilsson Rebecca, Marknadsdesign, SvK

2013-04-23 kl.12.00:
Nordgren Daniel, Generation Manager, Vattenfall

2013-02-13 kl.10.30:
Scharff Richard, Doktorand, KTH

2013-04-08 kl.14.00:
Schremser Rune, Chef AO Elhandel, Mälarenergi

2013-04-19 kl. 13.00:
Sämfors Oskar, Energikonsult, SvK

2013-04-10 kl.12.00:
Turesson Jonas, Power Trader, Fortum

2013-03-21 kl. 13.30:
Wik Fredrik, Marknadsavdelningen, SvK

2013-04-09 kl.10.00:

Zeisig Magnus, Head of Markedskraft, Markedskraft

2013-02-07 kl. 15.00:
Åhman Stig, Sales Manager, Nord Pool Spot

10.1.2 Utfrågning via e-post

2013-03-12:
Bayer Michael, Head of Prompt Trading/Nordic Power, E.ON

2013-03-21:
Carlsson Linnea, Krafthandlade, Bixia

2013-04-17:
Kuljis Kruno, Portfolio Manager, Axpo

2013-04-17:
Lundén Johan, Back Office, Tekniska Verken i Linköping

2013-03-14:
Ström Peter, Produktionsledare, Västerbergslagens kraft

2013-03-19:
Sällberg Martin, Kundhandel, Modity

2013-02-27:
Wiklander Andreas, Elproduktion Drift, Jämtkraft

10.2 Sekundära källor

10.2.1 Tryckta källor

Bryman & Bell (2007):
Bryman, A. Bell, E. *Business research methods.* Oxford University Press. 2nd edition.

Conejo et al (2010):
Conejo A.J., Carrión M., Morales J.M. *Decision Making Under Uncertaintiy in Electricity Markets.* Springer, New York.

Friberg (2006):
Friberg, F. *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten.* Studentlitteratur.

Glover et al (2011):
Glover J.D., Mulukutla S.S., Overbye T.J. *Power System Analysis and Design*. Cengage Learning. Stamford, USA. Fifth Edition.

Holme & Solvang (1997):
Holme, I.M. Solvang, B.K. *Forskningsmetodik.* Studentlitteratur. Andra upplagan.

Klemperer (2004):
Klemperer P. *"Auctions: Theory and Practice"*. Princeton University Press, Oxford, England.

Paulsson (1999):
Paulsson, U. *Uppsatser och rapporter.* Studentlitteratur.

Trost (2007):
Trost, J. *Enkätboken.* Studentlitteratur. Tredje upplagan.

Von der Fehr et al (2004):
Fabra N., von der Fehr N.-H., Harbord D. *"Designing Electricity Auctions"*. Center for the Studies of Energy Markets (CSEM), Berkeley, California.

10.2.2 Otryckta källor

Broström et al (2013):
Broström E., Jakobsson M., Sämfors O. *Integrering av vindkraft.* Svenska Kraftnät, Sundbyberg.

Elforsk (2013):
a) (2008)http://www.elforsk.se/Global/Vindforsk/Rapporter%20fran%20Vindforsk%20II/v_132.pdf [2013-05-05]
b) (2009)http://www.elforsk.se/Rapporter/?download=report&rid=09_54_ [2013-05-02]
c) (2009)http://www.elforsk.se/Rapporter/?download=report&rid=09_103_ [2013-05-02]

Elia (2013):
http://www.elia.be/en/grid-data/transparency [2013-04-20]

Kraftfull (2013):
http://www.kraftfull.se/2012/08/varfor-finns-olika-elomraden-och-hur-paverkar-det-elpriset/

Nord Pool Spot (2013):
a) (2013)http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Power-system-data/Consumption1/Consumption/ALL/Hourly1/ [2013-02-20]
b) (2013)http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Rules-and-regulations/The-Nordic-Electricity-Exchange-and-the-Nordic-model-for-a-liberalized-electricity-market.pdf [2013-05-03]

Statnett (2013):
http://www.statnett.no/Documents/Kraftsystemet/Balanseavregning/M%C3%A5nedsrapporter/Ekstern%20m%C3%A5nedsrapport%20Januar%202013.pdf [2013-05-13]

Svensk vindkraft (2012):
http://www.vindkraftsbranschen.se/wp-content/uploads/2012/02/Statistik-vindkraft-20120213.pdf [2013-02-14]

SvK:

a) (2011)http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Elomraden/ [2013-02-14]
b) (2011)http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/Faktablad/faktablad_elomraden_uppdat11-10-13.pdf [2013-02-14]
c) (2011)http://www.svk.se/Energimarknaden/El/Balansansvar/ [2013-02-14]
d) (2011)http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/Broschyrer/Den%20svenska%20elmarknaden_S.pdf [2013-02-14]
e) (2013)http://www.svk.se/Global/06_Energimarknaden/Pdf/BA/balansansvarsavtal-1-mars-2013.pdf [2013-03-13]
f) (2010)http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/Faktablad/Om_reglerobjekt_klar.pdf [2013-03-27]
g) (2013)http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/20130429-Perspektivplan2025.pdf [2013-04-29]
h) (2013)http://www.svk.se/Global/N_FoT2012-01-11.xls [2013-02-20]
i) (2013) SvK intern data (Fält, Birger)
j) (2012)http://www.svk.se/Global/01_Om_oss/Pdf/Elmarknadsradet/Protokoll_1_2012_Bilaga_3_BA_avtalet_och_Forbrukningsbud_pa_RKM.pdf [2013-04-22]
k) (2012) http://www.svk.se/Om-oss/Organisation/Rad/Elmarknadsradet/[2013-04-22]

Elmarknadshandboken (2012):
http://www.svenskenergi.se/elmarknadshandboken/Dokumentation/Texter/NEMHB.pdf [2013-04-22]

Regeringen (2012):
http://www.regeringen.se/sb/d/5776/a/117988 [2013-05-22]

Appendix

Intervjuformulär till BA

1) **Vad har ni för produktionsmix?**
   a) Hur stor andel är vind- & solproduktion idag?
   b) Hur stor andel uppskattar ni att ni kommer att ha om 10 år?
   c) Hur påverkar produktionsmixen prognostisering, planering och handel?

2) **Prognostisering och planering**
   a) Hur tar ni fram er produktionsplan?

   b) Hur tar ni fram er förbrukningsprognos?

3) **Handel med el**
   a) Generell budstrategi: finns det någon tydlig tankegång om hur ni fördelar handeln på handelsplatserna Spot, Elbas och reglerkraftmarknaden?

   b) Genomför ni bilateral handel med el?
      i) I vilken utsträckning?
      ii) Planeras den långt i förväg eller är den ”spontan”?

   c) Hur tar ni fram era bud till Spotmarknaden?

   d) Hur resonerar ni när ni tar fram bud till Elbas?
      i) Hur stor volym handlas på Elbas?

   e) SvK ställer krav på rapportering av korrigerade prognoser. Vad tycker ni om det kravet?
      i) Hur ofta reviderar ni era prognoser?

   f) Hur resonerar ni när ni tar fram bud till reglerkraftmarknaden?
      i) Hur stor volym?

4) **<u>Hur skulle följande incitament och förändringar påverka Er strategi?</u>**
   a) Ökad kostnad för att vara i obalans

   b) Skärpt övervakning av obalanser

   c) Kvartsavräkning
      i) Handla på kvartsbasis istället för på timbasis

   d) Anpassning av reglerkraftmarknaden för förbrukningsbud

e) Publicering av reglerkraftpriser i realtid

I. <u>Har Ni några önskemål om förändring av balansansvaret?</u>