

Elkunders störningskostnader

Förstudie avseende värdering av elkunders störningskostnader till följd av dippar och korta avbrott i elförsörjningen

Elforsk rapport 04:42

Elkunders störningskostnader

Förstudie avseende värdering av elkunders störningskostnader till följd av dippar och korta avbrott i elförsörjningen

Elforsk rapport 04:42

Elkunders störningskostnader

Förstudie avseende värdering av elkunders störningskostnader till följd av dippar och korta avbrott i elförsörjningen

Elforsk rapport 04:42

Torbjörn Johnson – Torbjörn Johnson IT-Consultant
Per Erik Springfeldt – EME Analys AB
Erik Thunberg – Svenska Kraftnät

Sammanfattning

Denna förstudie har haft till syfte att studera svenska elkunders kostnader av korta elavbrott (kortare än 2-3 minuter) och spänningsdippar. Under arbetet som bedrivits under slutet av år 2002 har vi fått fram en kvalitativ bild av problematiken och en indikation på kostnaderna för delar av industrin. Det måste dock betonas att förstudien haft en begränsad omfattning och att endast teoretiska analyser och ett litet antal (ca 20) stickprov i form av intervjuer kunnat utföras. Vi har därför avhållit oss från att dra några kvantitativa slutsatser om de totala kostnaderna både på branschnivå och på nationell nivå.

Det har helt klart framkommit att kostnaderna och besvären som orsakas av korta avbrott och spänningsdippar är väsentliga framförallt inom industrisektorn. Övriga samhällssektorer är inte lika hårt drabbade även om det uppstår kostnader även där.

En stor anledning till att sektorer utanför industrin inte är så känsliga för dessa typer av elstörningar är att det varit ekonomiskt möjligt och är ganska enkelt att skydda sig och att de faktiskt har gjort det. Inom dessa sektorer är det huvudsakligen datorutrustning som är känslig och eftersom eleffektbehovet är måttligt kan man använda s.k. avbrottsfri kraft (UPS). Tele- och datakommunikationssystem tillhör också denna kategori och har antingen speciell elförsörjning med 48 V likström och batterireserv eller använder UPS. Vissa användare är också till sin natur okänsliga för korta avbrott och spänningsdippar.

Inom industrin är det huvudsakligen datorer, styr- och reglerutrustning samt motordrift och viss annan effektkrävande utrustning som är känsliga. Alla av oss tillfrågade industrier hade skyddat sina kritiska datorer och styrsystem med avbrottsfri kraft medan däremot motordriften var svår att skydda p.g.a. det höga eleffektbehovet. I några fall fann vi att en alltför känslig inställning av motorernas underspänningsskydd var orsaken till onödigt hög känslighet för spänningsdippar.

Kostnaderna inom industrin uppstod mest genom störda processer och därigenom mindre produktion samt eventuella problem med kundleveranser. I viss mån förekommer också förluster genom förstört råmaterial och förstörd utrustning.

Våra intervjuer indikerade att det sannolikt bästa sättet att minska kostnaderna för korta avbrott och dippar vore att analysera och åtgärda berörda processer.

Flera industrier som vi kontaktade hade inga mätningar av elkvalitet och inga rutiner för rapportering av el- och produktionsstörningar mellan el- och produktionsansvariga för analys av vilka elstörningar ett företag tål och inte tål. Om man skall kunna minska störningskostnaderna måste detta grundläggande arbete förbättras. Många industriföretag hade inte heller en medveten strategi för hur deras underspänningsskydd var inställda och hur utrustningarna återstartade. Eftersom mindre företag och ganska många större inte har eller kan ha egen personal för elinstallation eller underhåll utan använder sig av elinstallationsfirmor och konsulter finns det ett stort utbildningsbehov även bland dessa. Det finns också ett behov av ökade kunskaper hos utrustningsleverantörerna och självklart också hos kravställande inköpare av industriprocessutrustning.

Vi kunde också konstatera att vissa industrier ansåg sig ha relativt försumbara kostnader p.g.a. korta avbrott eller dippar, delvis beroende på att man skyddat sig, delvis på att processerna i sig var okänsliga för dippar och korta avbrott. En del processer var relativt okänsliga p.g.a. att man alltid hade bemanning som snabbt kunde åtgärda inträffade störningar innan de hade resulterat i några längre produktionsförluster.

Eftersom det till stor del är datorer och digital styr- och reglerutrustning som är känsliga förklaras också varför man förr, då dessa utrustningar var ovanliga, ofta inte ansåg att korta avbrott eller dippar var något problem och därför inte uppmärksammades.

Spänningsdippar verkar huvudsakligen orsakas av åska medan korta avbrott vanligen beror av tekniska fel i elnäten. Många störningar var internt genererade på företagen genom felkopplingar, avgrävning av kablar och överbelastningar. Vår studie indikerar att i genomsnitt drabbas industrin av 3 – 4 dippar och ca 1 kort avbrott¹ per år som ger kostnadskonsekvenser. Vi frågade också om de hade problem med långa avbrott, men de flesta angav att de inte hade haft något långt avbrott på flera år. Detta tyder på att korta avbrott och spänningsdippar medför större kostnader än längre avbrott, åtminstone för industrin.

För att få en uppfattning om de totala samhällskostnaderna för korta avbrott och spänningsdippar och om enskilda verksamheters problem bör fördjupade studier genomföras. Dessa bör koordineras med andra avbrottskostnadsundersökningar.

Elsystemet är till för alla användare varför nätet måste klara de grundkrav som ställs av dessa. Ny teknik som t.ex. bredband kommer att medföra att verksamhetskritisk utrustning kommer att börja utnyttjas även i hemmen och därmed hos elanvändare som idag inte är så känsliga och heller inte så kunniga i dessa frågor. Det betyder att högre krav på spänningskvalitet och tillgänglighet i näten kommer att ställas, speciellt som lokala lösningar totalt sett kan bli alltför kostsamma om inte ny teknik utvecklas.

Våra rekommendationer i sammanfattning:

- ◆ Utveckla och sprid kunskap om korta elavbrott och spänningsdippar
- ◆ Gör ytterligare undersökningar
- ◆ Studera verkstadsindustrin speciellt
- ◆ Koordinera med andra undersökningar
- ◆ Gör en pilotstudie på några utvalda företag

¹ Ett företag hade väldigt många korta avbrott vilket medförde att medelantalet korta avbrott blev nästan 3 st. per år i vår undersökning. Vi har valt att betrakta detta företag som inte representativt.

Summary

The purpose of this pre-study has been to evaluate Swedish power customers' costs of short power interruptions (shorter than 2 – 3 minutes) and voltage sags. During the work that has been done by the end of 2002, we have developed a qualitative picture of the problems and an indication of the costs for part of the industry. It must, however, be emphasized that the pre-study has been limited and that only theoretical analysis and a small number (~ 20) of sample interviews have been possible to do. We have therefore avoided any quantitative conclusions of the total costs on trade and on national level.

It has, however, become very evident that the costs and the inconveniences caused by short power interruptions and voltage sags are considerable especially within the industry sector. Other sectors of the society are not hit as hard even though costs and inconveniences occur in many cases.

A big reason for sectors beside the industry not to be so sensitive to these types of power disturbances is that it has been economically possible and that it is quite simple for them to protect themselves and that they have actually done so. Within these sectors it is mainly computer equipment that is sensitive, but as the electrical power need is moderate it is possible to use UPS (Uninterruptible Power Supplies) to feed the computers when required. Telecommunication and data communication systems also belong to this category and they have either special power distribution with 48 V DC and battery backup or they use UPS. Certain power consumers are furthermore by nature insensitive to short interruptions and voltage sags.

Within the industry it is mainly computers, control systems, motor-propulsion, and certain other high power equipment that are sensitive. All the industry companies we interviewed had actually protected their critical computers and control systems with UPS. The motor-propulsion, however, had been difficult to protect due to the large power requirement. In some cases we found that a too sensitive setting of the under-voltage protection of the motors, caused an unnecessary high sensitivity for sags.

The costs within the industry sector mainly come from disturbed processes and consequently from less production and problems with deliveries to customers. To some extent there are also losses through wasted raw material and damaged equipment.

Our interviews indicated that the probably best way to reduce the costs for short power interruptions and voltage sags would be to analyze and do something about the affected processes.

Many of the industrial companies we interviewed had no measurement of power quality and they had no routines for mutual reporting of production and electrical supply disturbances between those responsible for production and electricity supply. They could therefore not make any analyzes of which level of disturbances they could accept. In order to reduce the costs of power disturbances this fundamental work must be improved. Many industrial companies had neither any organized strategy for how to set their under-voltage protection or how to arrange the restart of their equipment.

Due to the fact that small companies and many large companies do not have and cannot have own staff for electrical power installations and maintenance, but use sub-contractors and consultants, there is a great need for education also amongst those. There is also a need for increased competence amongst the suppliers of equipment and amongst purchasers that specify the requirements on industrial process equipment.

We also observed that certain companies thought that they have negligible costs of short power interruptions and voltage sags, partly because they had protection and partly because the processes were by nature insensitive. In some cases the relative insensitivity was due to manning 24 hours a day 7 days a week. The workers could then immediately do something about any disturbance before it had caused production losses.

Earlier – 10 to 20 years ago – the common perception was that short interruptions and voltage sags were no issues while they today are considered to be a big problem. The explanation as we found, is that computers and digital control systems, which are sensitive, are utilized almost everywhere in the industry nowadays.

Voltage sags seem mainly to be caused by thunderstorms, while short power interruptions usually are caused by technical faults in the power networks. Many disturbances were generated internally in the industries by erroneous connections, by cutting of cables by digging machines, and by overloads. Our study indicates that on average the industry suffers from 2 – 3 voltage sags and about 1 short power interruption per year which give any cost consequences. We also ask about any problems regarding long interruptions, but almost everybody interviewed answered that they had not had any long interruption for several years. This indicates that short power interruptions and voltage sags cause greater costs than long interruptions at least for the industry.

In order to get an understanding on the total costs for the society of the short interruptions and the voltage sags and on the problems for specific companies or sectors, deeper and more comprehensive studies must be performed. Such studies should be coordinated with other investigations regarding the costs of power interruptions.

The electricity power network is intended for all users, why the network must fulfill the basic requirements of those. New technology such as broadband communication will bring mission and business critical equipment to the homes e.g. through home care applications and work at home. Such equipment is usually based on computers and thus sensitive to power disturbances. The users are furthermore little knowledgeable about power quality and have been traditionally almost completely insensitive to short interruption and voltage sags. This means that higher requirement on the voltage quality and the power availability will be put by the users in the near future, especially as local solutions may be too costly in a total view unless new local power distribution technology can be developed and deployed.

Our recommendations in short:

- ◆ Develop and distribute knowledge about short power interruptions and voltage sags
- ◆ Do further investigations

- ◆ Study the manufacturing industry specifically
- ◆ Co-ordinate with other ongoing and pending investigations
- ◆ Make a pilot study in some selected companies

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	METOD.....	1
1.3	RAPPORTENS DISPOSITION	1
2	ÖVERSIKTLIG, KVALITATIV NATIONALEKONOMISK ANALYS.....	2
3	PROBLEM BLAND ELANVÄNDARE	3
3.1	TEKNISKA ORSAKER OCH MÖJLIGHETER TILL ÅTGÄRDER.....	3
3.1.1	VARFÖR INTRÄFFAR SPÄNNINGSDIPPAR OCH KORTA AVBROTT.....	3
3.1.2	HUR STÖRNINGAR KAN ÅTGÄRDAS.....	3
3.2	INDUSTRINS PROBLEM.....	4
3.2.1	STÖRDA PROCESSER	4
3.2.2	RENSNING AV MATERIAL UNDER ARBETE	6
3.2.3	ÖKAT BEROENDE MELLAN OLIKA PROCESSDELAR SAMT LAGERSTRATEGI	6
3.2.4	POSITIONERINGS-, DATA- OCH PROCESSTYRNINGSPROBLEM.....	7
3.2.5	FÖRSTÖRT MATERIAL	7
3.2.6	KVALITETSPROBLEM.....	8
3.2.7	FÖRSTÖRD UTRUSNING.....	8
3.2.8	MILJÖPROBLEM, RISKER FÖR STORA OLYCKOR ETC.....	9
3.2.9	FÖREBYGGANDE STOPP VID ÅSKA.....	9
3.3	ÖVRIGA BRANSCHERS PROBLEM.....	9
4	KOSTNADER OCH STATISTIK.....	11
4.1	ANTAL DIPPAR OCH KORTA ELAVBROTT I KONTAKTADE FÖRETAG.....	11
4.2	KOSTNADER PER kW I VISSA INDUSTRIBRANSCHER.....	12
4.3	KOSTNADER I ÖVRIGA BRANSCHER	16
4.4	KOSTNADER FÖR OLIKA LÅNGA ELAVBROTT	17
5	ANALYSRESULTAT	18
5.1	ELFÖRSÖRJNING TILL DATORER, STYRSYSTEM O D.....	18
5.2	FÖRETAGSSTATISTIK, KONTROLL, INSTÄLLNING AV SKYDD M.M.	19
5.3	MYNDIGHETSKRAV M.M.	20
6	REKOMMENDATIONER.....	21

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Konsekvenserna av avbrott i elförsörjningen har sedan länge varit föremål för stort intresse och många undersökningar har utförts både i Sverige och internationellt. De flesta av dessa studier har dock bara omfattat längre avbrott ($> 2 - 3$ minuter). Detta har också varit helt naturligt eftersom korta avbrott och dippar förr knappast gav några allvarligare konsekvenser och heller inte registrerades vid mätningar. Orsaken var att den tidens utrustningar var relativt okänsliga för denna typ av störningar i elförsörjningen.

Intuitivt har man på senare tid haft på känn att korta avbrott och dippar sannolikt kommit att bli ett relativt stort problem genom att nya utrustningar, datorer och styrsystem införts i stor skala. Några undersökningar som gjorts i USA under de senaste åren har också kommit fram till betydande kostnader.

Det har alltså uppkommit ett behov av att kartlägga hur stort problemet med korta avbrott och spänningsdippar är i dagens svenska samhälle.

1.2 Metod

Förstudien har genomförts enligt följande metod:

1. Genomgång av redan gjorda undersökningar inklusive internationella sådana
2. Teknisk beskrivning av sammanhangen bakom korta avbrott och spänningsdippar
3. Teknisk och ekonomisk analys av vissa branschers känslighet
4. Intervjuer per telefon och besök hos representanter för företag i utvalda branscher
5. Analys av resultat samt förslag till åtgärder och fortsatta undersökningar

1.3 Rapportens disposition

Denna rapport inleds med en översiktlig, kvalitativ nationalekonomisk analys. Våra egna undersökningsresultat presenterar vi genom att, dels kvalitativt beskriva hur de korta elavbrotten och spänningsdipparna påverkar de olika elanvändarkategorierna, dels ange erhållna kostnader för de industrier och verksamheter vi intervjuat.

Avslutningsvis gör vi en analys och drar slutsatser av resultaten.

En genomgång av de resultat som tidigare undersökningar kommit fram till redovisas i ett separat dokument. Sammanställningen kan vara av intresse vid framtida jämförelser mellan avbrottskostnader i olika länder och branscher.

Mekanismerna och orsakerna bakom korta avbrott och spänningsdippar har vi också gått igenom och detta samt möjliga tekniker för att åtgärda problemen presenteras i ett annat separat dokument.

2 Översiktlig, kvalitativ nationalekonomisk analys

I dagens läge är det elkunderna som drabbas av elavbrotten. Detta kan ske direkt genom avbrott eller dippar på de egna elleveranserna. Det kan också ske indirekt genom att spänningsdippar eller elavbrott drabbar tredje man, t ex ett tryckeri som inte får sitt tidningspapper pga. problem i pappersbruket.

Kunder som riskerar att drabbas av dippar eller korta avbrott har incitament att investera i teknisk skyddsutrustning som filter, UPS (eng. Uninterruptible Power Supply) e d. Andra metoder kan t ex vara att bygga upp tillräckliga lager. Detta är lönsamt om kostnaden för att skydda sig mot störningar, eller minska konsekvenserna av dem, understiger kostnaden för störningen i utgångsläget.

Elkunder som riskerar åtaganden till sina kunder har också incitament att minska konsekvenserna av dippar och avbrott. Företag inom t ex pappersbruk, tele, bredband eller banker riskerar annars allvarliga kostnader i form av bad-will och att deras kunder väljer någon konkurrent istället.

En slutsats är därför att det finns ekonomiska incitament för slutförbrukare att överväga att investera i olika konsekvenslindrande system, givet de avbrottsrisker de ställs inför.

En nätägare som inte känner av hela kostnaden för sina slutkunder har åtminstone inte fulla ekonomiska incitament att genom investeringar o d hålla ned riskerna för dippar och elavbrott.

På den svenska elmarknaden föreligger i dagsläget inte några bindande lagar eller regleringar som tvingar, eller ger nätägare ekonomiska incitament, att minska riskerna för elavbrott eller dippar. Det finns exempel på frivilliga utfästelser från enskilda nätägare om vissa ersättningar vid elavbrott, men ingen allmän praxis. Med den nya nätnyttomodellen kan det dock tänkas komma att införas krav på en viss nätkvalitet för att få ta ut full nättariff.

Sammantaget medför dagens regelverk i sig alltför begränsade åtgärder från nätägarnas sida, i form av investeringar, underhåll etc. för att hålla ned frekvensen av dippar och elavbrott. Det finns i praktiken oftast inte någon möjlighet för nätägarnas kunder att byta leverantör, eftersom nätägaren har monopol på sin verksamhet.

Förstudiens hypotes är att medvetna elanvändare optimerar sina avbrottskostnader mot kostnader för att skydda sig med t ex UPS och reservkraftverk. Man skyddar sig när avbrottskostnaderna är höga och för verksamheter med liten, men viktig, elförbrukning (medför låga kapaciteter, och därmed kostnader, i UPS och reservkraftverk etc.). Skillnaderna i denna avvägning mellan olika typer av produktion och processer är mycket stor, vilket kan indikera att det ofta är mer kostnadseffektivt att genomföra åtgärder på användningssidan än på nätsidan.

3 Problem bland elanvändare

3.1 Tekniska orsaker och möjligheter till åtgärder

3.1.1 Varför inträffar spänningsdippar och korta avbrott

Spänningsdippar och korta avbrott orsakas huvudsakligen av kortslutningsfel i elsystemet eller i kunders anläggningar. En kortslutning mellan faserna i ett trefassystem, eller mellan en eller flera faser och jord (kallas ofta jordfel), medför en mycket stor ökning av strömmen, vilket i sin tur medför stora spänningsfall över impedanser i elnätet. Kopplingar av stora laster kan också orsaka stora strömmar liknande de vid kortslutningar. De leder dock inte till några avbrott. Start av stora motorer och inkoppling av transformatorer är typiska exempel på sådana kopplingar. Många fel orsakas av överspänningar vilka belastar isolationen över dess isolationsförmåga. Blixtnedslag i, eller i närheten av, kraftledningar i samband med åska är en tydlig orsak till sådana överspänningar. Kopplingar i elnätet är en annan orsak till överspänningar. Isolationen kan också försvagas, nedbrytas eller t.o.m. förstöras som ett resultat av andra väderfenomen (vind, snö, is, saltstormar etc.) och kontakt med olika djur (ex. fåglar), objekt (ex. träd) eller fordon (ex. grävmaskiner).

3.1.2 Hur störningar kan åtgärdas

Det går att genomföra olika typer av åtgärder på elnätet för att minska problemen med spänningsdippar och korta avbrott.

Förändra elnätet

Genom att förändra i elnätet kan effekterna av fel minskas. Detta kräver ofta stora och ekonomisk omfattande åtgärder, särskilt på de högre spänningsnivåerna. Den grundläggande metoden för att åtgärda kortare avbrott är att åstadkomma redundanta matningsalternativ till kunder.

Åtgärder hos slutanvändarna

Avhjälpande utrustning

Den kanske vanligaste åtgärden för att minska konsekvenserna av dippar och korta avbrott är att installera någon typ av avhjälpande utrustning i gränssnittet mellan elnätet och känsliga utrustningar. Exempel på avhjälpande utrustningar är s.k. ”Avbrottsfri” kraft eller UPS (eng. Uninterruptible Power Supply). För högre effekter i industrisammanhang kan olika typer av svänghjulsarrangemang användas. I vissa verksamheter kompletteras UPS-lösningar med reservkraftverk för att klara längre avbrott än vad som är möjligt med normala UPS. Dessa startas manuellt eller automatiskt innan energilagret i UPSen, vilket normalt består av batterier, tagit slut.

Förbättrad immunitet

Förbättrad immunitet är förmodligen det bästa sättet att minska konsekvenserna av spänningsdippar. Det är dock inte användbart för korta avbrott. Exempel på immunitetsförbättrande åtgärder är att använda ett större energilagret i form av en större kondensator i likspänningsmellanledet på likriktaren i strömförsörjningen till elektronik-

produkter. Detta kan dock föra med sig andra elkvalitetsproblem. Mer sofistikerade dc/dc omvandlare som tillåter större spänningsvariationer kan också användas. Vissa immunitetsförbättrande effekter kan också åstadkommas genom att noggrant kontrollera och justera reläskyddsinställningar samt sensorer för mätning etc.

3.2 Industrins problem

En viktig del av vår förstudie har varit att undersöka vilka problem utvalda industrier får pga. korta elavbrott och spänningsdippar². För att underlätta förståelsen av problematiken har vi delat upp konsekvenserna i ett antal olika kategorier som beskrivs och exemplifieras i avsnitten 3.2.1 till 3.2.9. I tabellen på nästa sida har vi sammanfattat resultaten från våra kontakter med några industriföretag i olika branscher.

3.2.1 Störda processer

Ofta medför en dipp, eller ett kort avbrott, stora problem genom att en viktig *process störs* och ger minskad produktion. Detta medför kostnader, särskilt när företag ligger nära kapacitetstaken och har svårt att leverera det som kunder efterfrågar.

- Ett problem är störda motordrifter. I pelletstillverkning kan t ex en elstörning störa transporterna av pellets i ugnen, vilket medför obalanser i processen som tar tid (ett par timmar) att häva.
- Problemen beror ofta i hög grad på hur snabbt en process kan återstartas. Vid gastillverkning genom destillationsmetoden kan t ex en dipp medföra att skydden på kompressorerna löser ut. Om man inte hinner återstarta anläggningen tillräckligt snabbt tar det tid (8 timmar till dygn) att bygga upp de tryck och temperaturer som är nödvändiga för slutprodukter av tillräcklig kvalitet.
- Just vid oförutsedda händelser, som vid dippar eller elavbrott, är riskerna som störst att följdfel uppkommer, t ex att rörlänsar i raffinaderier läcker p.g.a. temperaturförändringar. Raffinaderier är också ett exempel där motorer stannar vid dippar eller korta avbrott varefter det finns en risk att de inte återstartar, eller att man inte får igång dem tillräckligt snabbt.

² I detta arbete har vi bl. a utnyttjat följande generella referenser från tidigare närbesläktade arbeten:

Konsekvenser vid störd eltillförsel, EME Analys för Svenskt Näringsliv, 2001

Arbetspapper till Skattenedsättningskommittéen, EME Analys, 2002-12-16

Diverse papper och praktiskt arbete om planerade, frivilliga effektreduktioner i samband med Industribud och Svenska Kraftnäts effektupphandlingar, 1999-2002.

	Störda processer	Rensning av material	Ökat beroende	Lager	Dataproblem o d	Förstört material	Kvalitet-sproblem	Förstörd utrustning	Miljö-problem	Förebyggande åskstopp
Gruvor	Ja, risk 3h			Vissa						<1d
Järn & stål	Se rensning	1,5h+6h		Vissa, men flaskhalsar		Omsmältning		Induktionsugn		
Dito, masugnsbaserad	Järnmassan faller ihop			Vissa, men flaskhalsar		Omsmältning uppvärms	Ja		Explosionsrisk	
Baskemi	>0,5s/80%, (0,1s/50%) 8-24h			Flerdygns-lager			Ja	Nej, skydd		
Plast 1 Plast 2a Plast 2b		1 v, >1s 1-5 d	Stort beroende av en råvarulev.	Ofta		Batcher	Ja, risk Ja, >0,4s		Ja, risk	
Raffinaderi 1 Raffinaderi 2 Raffinaderi 3	>0,7s, 12h >1s, 12h >10s, 8h	Ja, risk Ja, risk		Ofta inte Ja Ja		>0,7s allt	Ja Ja Ja	Ja, risk Ja, risk		
Läkemedel 1 Läkemedel 2	Känslig tid	Saneras 2 d	Ex dest H ₂ O	Ofta inte	Förlust av dataverifikat	Batcher	+ 1 d			
Verkstad 1 Verkstad 2 Verkstad 3			Just inTime Nej	Nej Rätt stora Tillräckliga	Ja Ja Ja	Viss risk Nej		Risk		Beredskap
Glasbruk Små	Nej	Nej	Nej			Nej	Nej	Nej	Nej	
Industriglas	Ja ³						100%	Nej, reserv	Ibland	Beredskap
Sågverk ⁴	Om skydd inte löser	Om skydd löser				Om skydd löser				

³ Har reservsystem som är så viktigt att det testas 1-2 gånger per månad

⁴ Vi har frågat ett modernt sågverk som har processtyrning som stannar produktionen i ordnade former vid dippar eller avbrott. Återstart tar 5-10 min. Problem upp-kommer om motorskydd löser ut. Då måste materialet rensas bort, vilket tar någon timme.

3.2.2 Rensning av material under arbete

Att *rensa bort* material i produktionsprocesser tar tid. Under tiden står hela, eller delar av, produktionen stilla.

- I järn och stålverkens valsverk kan t ex valsmotorernas underspänningsskydd lösa ut vid en tillräckligt kraftig dipp. Konsekvensen blir att ämnena blir kvar i valsarna. Att rensa bort allt material kan i bästa fall ta någon timme. I värsta fall måste ämnen skäras bort varvid det kan ta upp till 8 timmar. När allt material är borta kan maskinerna återstartas.
- Inom plastindustrin är det vanligt att ett avbrott som överstiger ca 1 sekund medför att massan stelnar. Då kan det ta upp till en vecka att få bort allt material och återställa anläggningen till de kvalitetskrav som gäller.
- Om ventilationen inte fungerar inom viss läkemedelsindustri och övertrycket förloras kan lokaler behöva saneras, vilket tar några dygn.
- Ett modernt sågverk har köpt ett styrsystem som ska stanna processerna i ordnade former vid dippar eller avbrott. Om underspänningsskydden på olika motorer slår ut innan dess kommer dock material att stoppas vid sågar o d, och allt kommer att stanna under oordnade former. Då tar det någon timme att rensa bort allt virke.

3.2.3 Ökat beroende mellan olika processdelar samt lagerstrategi

Inom modern industritillverkning har det blivit ett *ökat beroende* mellan olika processled och mellan olika företag.

Vissa branscher klarar dessa beroendeproblem genom olika *lagerstrategier*.

- Inom järn och stål har man ofta ett mellanlager av ämnen för några timmars valsning vilket minskar känsligheten för fel i de metallurgiska processerna. Om den metallurgiska processen är en s.k. trång sektor ökar dock kostnaden för att dra av detta lager. Vissa, men inte alla, verkstadsföretag har också fortfarande lager som buffertar.
- Raffinaderier av mer standardiserade produkter har lager av sina slutprodukter vilket minskar känsligheten för produktionsbortfall på timmar till dagar. Vid tillverkning av mer specialiserade produkter är dock lagren mindre.
- I Stenungsund är alla företag helt beroende av tillverkningen i ett raffinaderi eftersom dess produkter används som råvaror av de andra företagen. Här har företagen drabbats av mycket stora kostnader till följd av elavbrott som bl. a har slagit ut raffinaderiet under lång tid
- Inom gastillverkning finns lager motsvarande flera dygns produktion vid stor-kunderna, där också tillverkningen är lokaliserad. På detta sätt klaras leveransproblemen som korta elstörningar kan medföra.

Dessa typer av lager minskar dock ofta p.g.a. en strävan bland företagen att minska det kapital som är bundet, i bl.a. lager. Allt mer tillverkas enbart mot kundorder och allt mindre mot lager (t ex massa och papper samt bilar). Råvaror och insatsvaror levereras allt oftare Just in Time (t ex verkstadsföretag). Det finns normalt inte plats att ta emot

varorna om produktionen har stoppats pga. exempelvis en elstörning. Då kan det bli nödvändigt att styra bort leveranserna från underleverantörer, varvid även deras produktion påverkas trots att de inte haft några elstörningar. Bilindustrin har också löpande band där ett stopp i en del i stort sett stoppar all annan produktion. *Beroendet* mellan olika produktionsdelar, och mellan olika företag, *ökar* vilket ger spridningseffekter vid lokala produktionsstörningar.

Inom denna kategori kan man lägga störningar i masugnar som faller ihop och vissa raffinaderier – där processerna är beroende av varandra.

- Bortfall av en relativt liten eltillförsel medför att luftinflödet som trycks in underifrån till masugnsprocessen stannar, vilket i sin tur medför att massan trycks ihop. Det kan ta ca en vecka innan processen åter blir optimal vilket i sin tur påverkar efterföljande valsning.
- Elavbrott som överstiger ca 10 sekunder medför ett bortfall av vätgastillverkning i ett raffinaderi. Det tar ca 8 timmar att återstarta vätgastillverkningen, vilket också stoppar övriga processer i raffinaderiet. I värsta fall tar det så lång tid att raffinaderiet måste kallstartas, vilket tar uppemot en vecka.

Här gäller ordspråket att en kedja inte är starkare än den svagaste länken. I båda dessa exempel rör det sig om att stopp i ganska liten elförsörjning stoppar mycket stora senareliggande processer. Detta medför stora kostnader för elstörningar, räknat per kW elförbrukning.

3.2.4 Positionerings-, data- och processtyrningsproblem

Inom verkstadsindustrin är det relativt vanligt med industrirobotar och liknande. Vid en dipp är det risk för att de tappar sin geografiska *position*, vilket kan ta några timmar att rätta till. Vid löpande bandstillverkning medför detta att nästan all annan tillverkning också stannar (man räknar med stopp i ca fyra timmar i biltillverkning) medan det vid annan verkstadstillverkning inte blir några följdproblem överhuvudtaget. Om roboten t ex befinner sig nära eller delvis i en ugn vid dipptillfället kan det även uppstå utrustningsskador.

Givetvis är tillverkningsprocesserna i allmänhet och robotarna mycket beroende av *styr-system, datorer* m.m. Alla de vi har haft kontakt med har dock varit skyddade med UPS e. d. Vid fel på dessa skydd kan dock ändå processtyrningen stanna varvid processerna drabbas.

Inom läkemedelsindustrin är tillverkarna av myndigheter ålagda att kunna verifiera vissa data om varje batch. Om en kort elstörning medför dataproblem så att sådana data förloras har inte läkemedelsföretaget något annat val än att förstöra hela batchen. Detta kan innebära stora kostnader (miljontals kronor), om det medför förlorad försäljning. Läkemedelsindustrin skyddar sig därför med UPS för kritiska datorsystem.

3.2.5 Förstört material

När produkter har skadats till följd av en kort elstörning, och inte kan säljas som sekundär varor till lägre pris, får företagen kostnader för *förstört material*.

- Inom järn och stål smälts materialet om, vilket bl. a innebär ökade energikostnader. Vissa plastföretag förlorar hela batcher, medan andra kan sälja dem som sekunda varor.
- Bland de raffinaderier vi träffat är bilden mer splittrad. Vid tillräckligt långa avbrott förlorar några raffinaderier allt material, som istället måste facklas. Ett raffinaderi som tillverkade specialprodukter förlorade dock inte något material alls, utan kunde använda det senare när processerna hade kommit igång igen.
- Vissa processer inom läkemedelsindustrin är särskilt känsliga vid vissa tidpunkter. Vi har hört ett exempel där en dipp eller ett kort elavbrott normalt inte påverkar alls, men just vid nionde dygnet medför att hela batchen kan förstöras till ett marknadsvärde av 100 miljoner kr.

Inom tillverkning av masugnsbaserat stål, gas, plaster, raffinaderier, läkemedel och industriglas är det kvalitetsproblem som sätter gränsen för den tid man förlorar efter en kort elstörning. Produktionen kommer igång tidigare, men håller inte tillräckligt hög kvalitet.

3.2.6 Kvalitetsproblem

I vissa fall, t ex plaster och industriglas, kan man sälja de *sekunda produkterna* till ett lägre pris. I dessa fall medför prissänkningen en kostnad.

3.2.7 Förstörd utrustning

Förstörd utrustning är också en kostnadspost, vilket framgår av följande exempel.

- Om katalysatorer vid raffinaderier går sönder innebär detta en kostnad på knappt 10 miljoner kr.
- Spolar till induktionsugnar kan gå sönder i t ex järn och stål till en kostnad av ca 15 000 kr per tillfälle och ugn.

Förutom raffinaderierna har vi inte träffat på företag som har haft några större kostnader för förstörd utrustning, även om det potentiellt finns risker inom många verksamheter.

- Inom gastillverkning skulle konsekvenserna bli mycket stora om någon av de två kompressormotorerna skulle gå sönder. En ny skulle behöva specialbeställas och inte vara installerad förrän efter ett antal månader. För att minska sådana risker har underspänningsskydden på kompressormotorerna en vital betydelse.
- Vid industriglastillverkning har man sedan 20 år tillbaks ett reservsystem med UPS och reservkraftverk för att minska risken att ugnen ska förstöras vid t ex ett elavbrott. Systemet går ut på att skydda anläggningen, och inte produktionen, pga. de stora ekonomiska konsekvenserna.

3.2.8 Miljöproblem, risker för stora olyckor etc.

Dippar och korta elavbrott kan också förorsaka *miljöproblem* o d. Vid masugnsbaserad ståltillverkning finns bl. a explosionsrisker vid driftsstörningar. Även vid viss t.ex. plasttillverkning kan explosioner inträffa vid driftstörningar.

Vid tillverkning av industriglas har rökgasreningen slagits ut till följd av korta elavbrott. Detta medförde en rengöring som tog några dagar. Under denna tid släpptes allt ut ore-nat.

3.2.9 Förebyggande stopp vid åska

Vissa företag stänger delar av sin produktion vid stor risk för åska. Andra företag har en hög beredskap vid sådana tillfällen så att de snabbt kan starta upp produktion och reservkraftverk.

3.3 Övriga branschers problem

Traditionell telefoni, både fast och mobil, är inte berörd av korta avbrott eller spänningsdippar i det allmänna elnätet då utrustningarna har helt egen kraftförsörjning med 48 V likström som matas från elnätet via likriktare och batteri.

De flesta *bredbandsnätens* centrala delar är oberoende av det allmänna elnätet på samma sätt som telefonin eller genom att UPS används. Däremot är bredbandsaccessnäten i fastigheter och i hemmen inte matade med någon form av reservkraft utan direkt beroende av det allmänna elnätet. Med dagens tillämpningar är det inget större problem, men när mer kritisk verksamhet flyttas till hemmen måste elförsörjningens kvalitet beaktas. Speciellt kommer det att gälla distanssjukvård.

Övriga kommunikationer såsom Distribution & Spedition, Vägtrafiken, Järn- & Spårvägar och Tunnelbanan är normalt okänsliga för korta avbrott eller spänningsdippar genom att de antingen har utrustningar som till sin natur är okänsliga (t ex tåg som återstartar direkt då strömmen återvänder) eller har skyddat sig genom att använda UPS för t ex datorsystem och kritiska styrsystem.

Banker är t ex helt beroende av fungerande datorsystem och datakommunikation och har därför alltid UPS och reservkraft för kritiska funktioner. De blir därigenom okänsliga för korta avbrott och dippar även om störningar kan uppstå på kontoren på motsvarande sätt som beskrivs nedan för kontorsbaserad verksamhet.

Offentlig förvaltning och kontorsbaserad verksamhet är idag också helt beroende av fungerande datorsystem. Normalt har man varken UPS eller reservkraft för terminaldatorer utan möjligen endast för servrar och datalager. Det medför att ett kort avbrott eller en djup dipp får användarnas datorer att stanna. Detta kan medföra viss förlust av senast inmatade data och att personalen får starta om datorerna.

Sjukhusen har ofta reservkraft för att klara långa elavbrott men kan vara känsliga för korta avbrott och dippar. Färskta provtagningsdata som vid störningstillfället inte hunnit

bli permanentlagrade kan gå förlorade, vilket medför att prov kan behöva tas om. Det betyder dels obehag för patienterna, dels extra kostnader.

Fastighetsbolag är vanligen okänsliga för korta avbrott och dippar då de verksamhetskritiska funktionerna såsom larm och elektriska lås har batterireserv. Vissa andra funktioner såsom värmereglering och ventilation, hissar och portöppnare påverkas av långa elavbrott, men är normalt till sin natur okänsliga för korta avbrott.

Grossister och handel (butiker, hotell, restauranger) är beroende av datorsystem som potentiellt är känsliga för korta avbrott och dippar och de har vanligen ingen UPS eller annan reservkraft. Konsekvenserna av ett kort avbrott eller en dipp är dock vanligen ganska små genom att systemen återstartar antingen automatiskt eller direkt av personal som finns i närheten.

Jordbruket är normalt föga känsligt för korta avbrott och dippar.

Fjärrvärmesystemen är sannolikt okänsliga för korta avbrott. Man har gjort riskanalyser.

Hushållen får med dagens elanvändning normal inte några problem av korta avbrott eller dippar. Om kritisk verksamhet flyttas till hemmen kan det dock bli konsekvenser i framtiden. Elvärmekunder är totalt okänsliga för korta avbrott och dippar

Gemensamt för alla som potentiellt är känsliga, men som skyddat sig genom att använda UPS eller motsvarande, är att okänsligheten endast gäller om skyddssystemen fungerar korrekt. Ibland kan t.ex. batterierna i en UPS visa sig vara urladdade när den behövs och ibland görs felkopplingar som sätter skyddet ur funktion. I sådana fall kan konsekvenserna bli stora. Att beräkna en kostnad för samhället p.g.a. sådana händelser kräver en omfattande riskanalys som inte kan genomföras inom ramen för denna förstudie.

4 Kostnader och statistik

4.1 Antal dippar och korta elavbrott i kontaktade företag

I Sverige saknas statistik om antal dippar och korta avbrott. Vi har därför varit tvungna att utgå ifrån den situation som kontaktade företag har haft. Några få av dessa har mätning av spänningsdippar. Från dessa har vi kunnat erhålla statistik över det totala antalet dippar (vilket visas i kolumnen ”Dippar totalt” i tabellen nedan).

Övriga företag kan observera avbrott som ligger mellan ca 1 sekund och 2 minuter. Kortare avbrott än en viss del av 1 sekund och spänningsdippar uppfattas ibland som en blinkning i belysningen, och är svåra att särskilja från varandra. Mindre spänningsdippar observeras överhuvudtaget inte. Därför kan företag utan mätning bara uttala sig om det antal dippar och avbrott som påverkat produktionen på något sätt.

Från tabellen kan vi utläsa att endast en mindre del av antalet dippar har någon negativ påverkan på produktionen. Man kan anta att det gäller även för de företag som inte gjort några mätningar, men för att få belägg för detta krävs mätning.

Antalet dippar och avbrott varierar mycket mellan olika år och när det gäller dippar har de intervjuade företagen sett en direkt koppling till åskfrekvensen. När det gäller avbrott har några företag sett en viss ökning under det senaste året.

För att enklare kunna jämföra med andra undersökningar har vi också angett respektive företags SNI-kod (SNI = Standard för svensk näringslivsindelning [1992]).

	SNI-kod	Dippar som påverkar	Dippar totalt	Korta avbrott
Gruvor	13	7	38	0
Järn&stål, ljusbågsugn	27	3		1
Järn&stål, masugn	27	3	15	2
Baskemi	24	3		
Raffinaderier 2	23	1		2
Raffinaderier 3	23	5		2
Läkemedel 1	24	3		2
Läkemedel 2	24	5	24	3
Verkstad 1	28 – 35	10		4
Verkstad 2	28 – 35	4	12	
Industriglas	26	0	0	10
Sågverk	20	0		0
Genomsnitt		3,7		2,6

Statistik över antal spänningsdippar och korta elavbrott per år bland de besökta företagen.

I genomsnitt har företagen knappt 4 spänningsdippar per år som påverkar produktionen på något sätt. Av det totala antalet dippar i tabellen utgör några få typen 1+1, d v s två

dippar i kort sekvens. Mer än hälften av spänningsdipparna kom från det externa nätet, men internt genererade dippar var alltså inte alls ovanliga.

I genomsnitt drabbades företagen av 2,6 korta avbrott per år. Många företag kände inte av några korta avbrott alls. Vissa företag hade dock en stor andel korta avbrott. Ett företag hade faktisk haft så många som 10 korta avbrott under det senaste året men hade inte mätt någon spänningsdipp alls.

4.2 Kostnader per kW i vissa industribranscher

I tabellen på nästa sida visar vi en grov skattning av kostnaderna för intervjuade industriföretag. Vi delar in kostnaderna i stilleståndskostnader, kvalitetskostnader, materialkostnader, utrustningskostnader och kostnader mot tredje man.

Vi har valt att räkna ut normerade kostnader per kW i denna tabell, mycket för att kunna jämföra med andra undersökningar. Vi har därvid använt medeleffekten för respektive företag, vilken är proportionell med årsenergiförbrukningen. Ett motiv för att använda detta mått är att produktionsförlusterna blir större ju större produktionen är vilket också medför ett större eleffektbehov, allt annat lika:

- *Stilleståndskostnader* uppkommer pga. det stillestånd som en dipp eller ett kort avbrott medför innan processerna hunnit återstarta. Om det uppstår ett stillestånd blir denna tid helt dominerande jämfört med den korta avbrottstiden för denna typ av störningar. Detta är oftast den dominerande kostnadsposten vid spänningsdippar och korta avbrott inom industrin.
- *Kvalitetskostnader* uppstår då produktion kan ske, men till en lägre kvalitet som betingar ett lägre pris. Detta är t ex fallet för industriglastillverkning.
- *Materialkostnader* uppstår då råvaror/insatsvaror eller produkter i arbete förstörs eller förloras i värde. Det kan t ex röra sig om (energi)kostnader för omsmältning, petroleumprodukter som behöver facklas eller läkemedelsbatcher som behöver skrotas.
- *Utrustningskostnader* uppkommer då utrustningar skadas eller förstörs. Under spänningsskydd finns på många anläggningar för att skydda dem mot skador vid spänningsdippar.
- *Kostnader mot tredje man* har vi valt att uppskatta som det säljande företags värdering av sina kostnader för leveransförseningar till slutkunder, risk för att förlora en kundorder eller t o m en gammal kund för gott. Vi bedömer att säljande företag sätter ett mycket högt värde för sådana risker och kanske snarast övervärderar värdet av leveranssäkerhet. Om vi dessutom skulle ha frågat slutkunderna om deras bedömningar hade denna post blivit dubbelräknad. Vissa företag har dock inte uppgivit denna kostnadspost, utan den tillkommer ovanpå övriga kostnader. Denna typ av kostnader blir högre under perioder med hög

beläggning jämfört med perioder med överkapacitet då det finns större möjligheter att köra i kapp förlorad produktion.

- *MW, medel* är den medeleffekt som varje kontaktat företag, eller anläggning i ett företag, har.
- *Förväntade kostnader* är de årliga kostnader i miljoner kr som kan förväntas för respektive kontaktat företag.

	Stillestånds-kostnader Kr/kW	Kvalitets-kostnader Kr/kW	Material-kostnader Kr/kW	Utrustnings-kost-nader Kr/kW	Tredje man Kr/kW	MW, medel	Förväntade kostna-der, miljoner kr per år
Gruvor	60				Högkonj	200	6-18
Järn & stål, ljusbågsugnar ⁵	30		3	0,4		50	1-3
Dito, mas-ugnsbaserad	80 ⁶	Tillkommer			Tillkommer	180	10-20 Plus
Baskemi	4				Potentiell	80	0,2-0,5
Plast 1 ⁷⁸	40+1 ⁹	1		2	Tillkommer	50	1-3 per händelse
Plast 2a	<140		<17			30	3-6 per händelse
Plast 2b	4					40	0,1-0,2 per händelse
Raff 1	25 ¹⁰		0-100		Mycket stort	25	1-2 per händelse
Raff 2	233 ¹¹			130	Mkt sällan	15	2-5
Raff 3	170				Nej	15	3-6
Läkemedel 1	0-1000		0-25000 ¹²		Inkluderat	4	2-18
Läkemedel 2			0-10000 ¹³		Inkluderat	15	0-6
Verkstad 1	1000 ¹⁴				Inkluderat	55	20-90
Verkstad 2	3		2	1		10	0-0,2
Verkstad 3	Mkt små	0	Mkt små		0	15	0-0,1
Glasbruk Små	0	0	0	0	0		0
Industriglas		20		Skydd via UPS och reservkraftverk	0-60 ¹⁵	10	0,2-0,8
Sågverk	2					8	0-0,1

⁵ Ett företag uppvisade dessa kostnader, ett annat hade betydligt lägre kostnader men vi bedömer inte det senare företaget som representativt för branschen i stort eftersom det bl. a har en mycket diversifierad tillverkning.

⁶ 50 % kostnadsökning om det blir ytterligare en dipp. I så fall problem med kondensatorbatterier, förstörda batterier etc. Uppstår ungefär en gång vart tredje år. Dippar och korta avbrott antas störa 5 ggr/år – fler gånger på vissa orter och färre gånger på andra inom koncernen.

⁷ Per dipp eller avbrott för både företag 1 och företag 2, liksom för raff 1. Vissa kostnader kan ev. vara överdrivna för dippar och korta avbrott, och vara mer representativa för längre avbrott. Men de är känsliga även för dippar och korta avbrott.

⁸ Per dipp eller avbrott för både företag 1 och 2 (anläggningsdelar a resp. b), liksom för Raff 1. Vissa kostnader kan ev. vara överdrivna för dippar och korta avbrott, och vara mer representativa för längre avbrott. Men dessa företag är känsliga även för dippar och korta avbrott.

⁹ Avbrott mindre än 1 sekund ger inga eller små produktionsstörningar. Omriktare återstartar automatiskt. Datorutrustning matas av UPS.

¹⁰ En timmes avbrott vid störstörningen 1983 kostade 17,5 MSEK (700 kr/kW), anläggningen stod då stilla i 5 dygn.

¹¹ Baseras på konsekvenser av tre avbrott (1,2 sek samt två minutavbrott) samt en 1+1 dipp som orsakade kostnader mellan 0,5 och 2 MSEK per händelse.

¹² Vid olycklig omständighet uppträder dipp/kort avbrott när den biokemiska processen är som mest känslig (9e dygnet) varvid hela batchen måste förstöras. Vi räknar med en snittkostnad som är en tiondel av 25000 kr/kW.

¹³ Se fotnot ovan, men här är den förväntade kostnaden en femtiondedel av det övre intervallet.

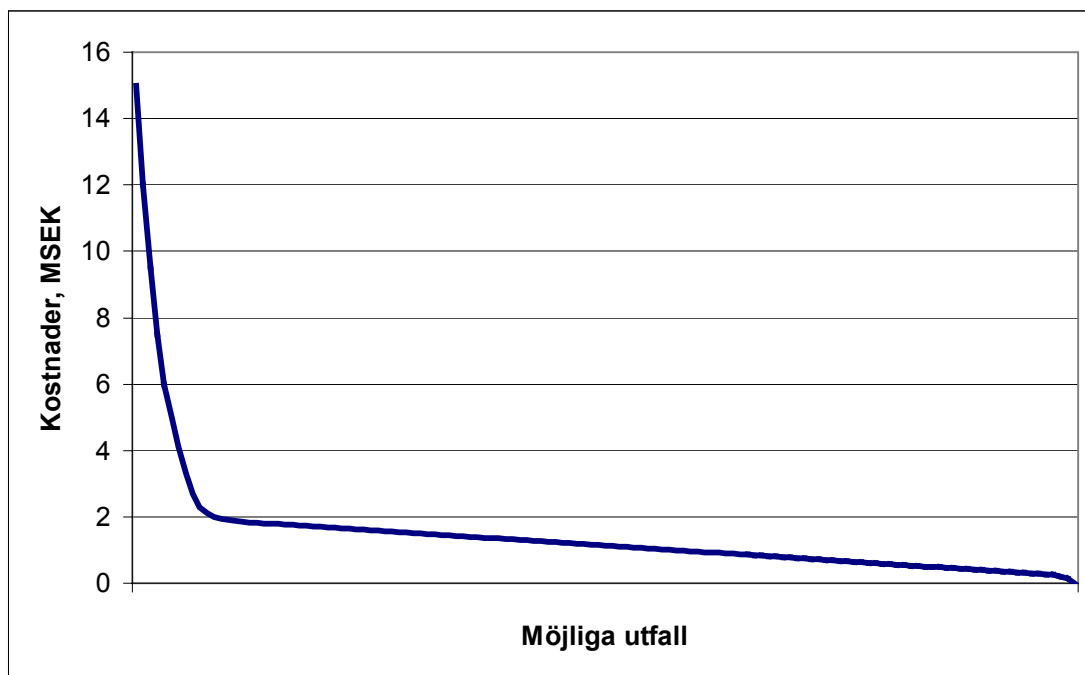
¹⁴ Vi räknar med fem dippar per år och att personalkostnader, inkl övertid i 4 h, svarar för hälften av förädlingsvärdet.

¹⁵ Låga kostnader vid lågt orderläge, höga då produktionsproblem medför förlorade kundorder. Utan reservsystem skulle avbrottskostnaderna vara mycket högre, främst i form av höga kostnader för skadad ugn.

Inom ramen för en förstudie till ELVIS – *Lägre elkvalitetsrelaterade kostnader för skogsindustrin* - gjordes en förenklad beräkning av kostnaderna för elkvalitetsrelaterade driftstörningar utgående från svaren i en enkel enkätundersökning. I beräkningarna antogs att medeltiden för återgång till normal produktion efter en störning är 6 timmar och att kostnaden för detta är 50-150 kkr./h. Vidare antogs att antalet störningar per år i genomsnitt är 6 stycken. För 50 industrier inom SSG¹⁶ fås då den totala kostnaden 90-270 Mkr./år, eller medelkostnaden 1,8-5,4 Mkr./år och industri.

Vid tillverkning med löpande band, användande av robotar och kundorderstyrd produktion kan kostnaderna per kW bli höga – 1 000 kr/kW. Det beror inte så mycket på att kostnaderna per händelse är katastrofala, utan på fyra timmars extra produktion med stort ekonomiskt värde med relativt liten elförbrukning.

Inom raffinaderier har vi också kommit fram till relativt höga kostnader. Här dras kostnaderna upp av att konsekvenserna kan bli mycket allvarliga, om många saker går fel samtidigt. Normalt kan dock en utlösande spänningsdipp eller ett kort avbrott klaras utan några större kostnader, och ibland utan några kostnader alls om t ex alla automatiska återstarter av motorer fungerar utan problem. Detta är en bransch som klart illustrerar att konsekvenser av dippar och korta elavbrott verkligen är ett mycket stokastiskt problem. Följande figur, som ska ses som en schematisk beskrivning, är en expertbedömning för sannolikheten att ett kortare elavbrott, eller 1+1 dipp (två dippar i tät följd), för ett raffinaderi skall medföra en viss kostnad.



Sannolikhet för olika möjliga kostnadsutfall till följd av kort avbrott eller 1+1 dipp i raffinaderi
Ökande sannolikhet utefter x-axeln. Det finns alltså viss liten sannolikhet för mycket stora kostnader.

¹⁶ SSG – SKOGSINDUSTRIERNAS TEKNIK AB. SSG är svensk skogsindustris anläggningstekniska samsamarbetsorgan med uppgift att främja standardisering och utveckling av process- och anläggningsteknik, jämte därmed förenlig verksamhet.

Om ett läkemedelsföretag måste förstöra en batch som är värd 100 miljoner kr på en medeleffekt av 4 MW kan kostnaden bli så hög som 25 000 kr/kW. Detta är dock ett relativt osannolikt scenario eftersom risken endast föreligger under vissa känsliga tidsperioder av tillverkningsprocessen. Detta utgör ytterligare ett exempel på kostnadernas stokastiska natur.

Inom elintensiv industri har man ofta problem med spänningsdippar och korta avbrott. Räknar man per kW blir dock kostnaderna inte lika stora som för vissa andra branscher. Det beror delvis på att konsekvenserna inte kan bli så katastrofala som för andra företag, och givetvis mycket på att elförbrukningen här är så hög – vilket drar ned kostnaden per kW.

Det har inte inom ramen för denna förstudie varit möjligt att skala upp kostnadsuppskattningarna från enskilda företag till branschnivå, och därifrån till nationell nivå. Detta beror bl. a. på:

- att konsekvenserna av spänningsdippar skiljer sig markant mellan olika företag inom framförallt verkstadsindustrin beroende på bl. a. helt olika produktionsprocesser och lagerstrategier (detta exemplifieras i tabellen med kostnader som varierar mellan 0 till 1 000 kr/kW för de tre företag vi besökt eller kontaktat – dessa företag svarar för ca 10 % av branschens elanvändning),
- att inställningen av underspänningsskydd skiljer sig mellan olika företag, vilket medför helt olika konsekvenser för företag inom samma bransch,
- att återstart av utrustningar, t ex manuell eller automatisk, skiljer sig mellan olika företag och påverkar konsekvenserna av spänningsdippar eller korta avbrott,
- att vi inte kunnat kontakta eller få kontakt med eller besöka alla branscher såsom t ex livsmedelsindustrin och icke-järnmetallindustrin,
- att hela industrin, exkl. massa och papper, har ett medeleffektbehov på ca 4 000 MW. De företag som vi besökt, eller kontaktat, svarar för en total medeleffekt på 800 MW, d v s ungefär en femtedel av den totala medeleffekten - eller elförbrukningen, vilket är för lite för en relevant uppskalning.

Även om vi inte har kunnat kvantifiera industrins totala kostnader har vi kunnat konstatera att spänningsdippar och korta avbrott helt klart utgör ett problem. Nästan inget kontaktat företag hade haft några problem med längre elavbrott. Däremot hade flertalet företag mer eller mindre stora problem med framförallt spänningsdippar och i några fall även med korta avbrott - ofta med signifikanta kostnader.

Att reda ut kostnader för olika företag, branscher och hela samhället är inte tillräckligt för att fatta någon form av beslut. Därutöver måste man undersöka hur problemen kan åtgärdas, samt den eventuella ekonomiska lönsamheten i sådana åtgärder. Dessa senare verksamheter måste göras på företagsnivå.

4.3 Kostnader i övriga branscher

Utanför industrin har vi, baserat på en teoretisk analys kompletterat med några enkla telefonintervjuer, kommit fram till att kostnaderna till följd av dippar och korta avbrott

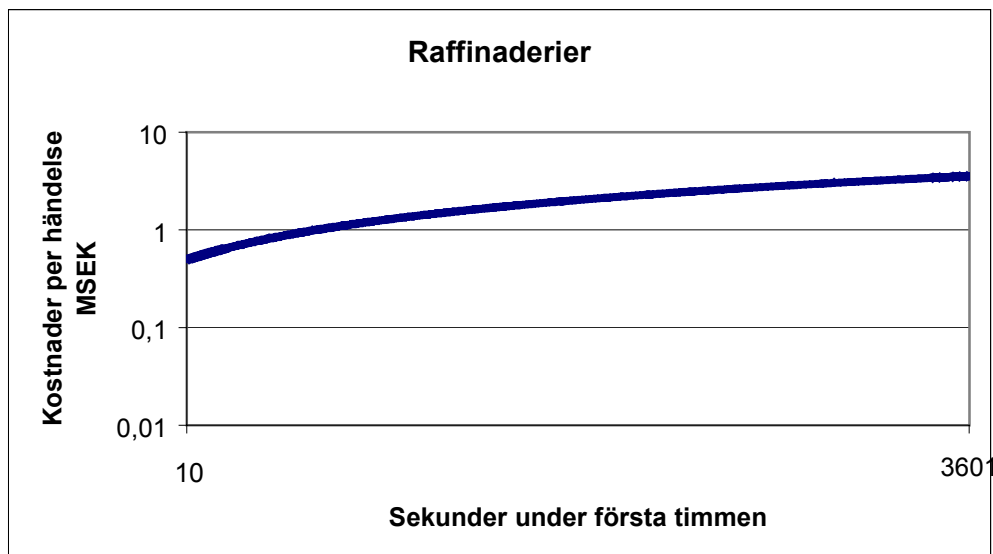
normalt är relativt små. För vissa branscher, t ex banker, tele och radio&TV, beror detta på att man skyddat sig mycket väl – vilket givetvis medför kostnader. För andra sektorer är problemen sannolikt försumbara, t ex järnvägsdrift - som återstartar direkt när strömmen återvänder – och hushåll.

Vid kontorsarbete uppkommer dock kostnader. Följande konservativa uppskattning kan ses som exempel: Om vi för kontorsverksamheten antar att en arbetstid om 5 minuter förloras för varje person som arbetar vid en dator i samband med en störning, och att det totalt vid varje störning finns 200 000 personer med datorarbete som i genomsnitt kostar 200 kr per timme, erhålls en kostnad av ca 3,3 Mkr per störningstillfälle.

4.4 Kostnader för olika långa elavbrott

Betingelserna för olika verksamheter är mycket olika. Därför blir också stilleståndstiderna, och därmed kostnaderna, för en elstörning olika för olika företag och olika mellan olika branscher.

Här vill vi bara visa hur ett raffinaderis kostnader kan öka över tiden. I detta fall klarar man processerna om avbrottet understiger ca 10 sekunder (gränsen för problem i vätgastillverkningen som är nödvändig för alla efterföljande processer) utan några nämnvärda kostnader. För längre avbrott stiger kostnaderna direkt till ca 0,5 miljon kr, för att därefter stiga beroende på hur långt avbrottet är.



Kostnadsutveckling för olika långa avbrott

5 Analysresultat

Det är helt klarlagt att korta avbrott och spänningsdippar ger konsekvenser hos de flesta industriella verksamheter. Viss processindustri, inkluderande läkemedelsindustrin och kundorderstyrd löpandebandstillverkning, är mest drabbad.

Den största känsligheten finns hos företag där delar av verksamheten har så stort effektbehov att det inte är ekonomiskt rimligt att införa skydd.

Utanför industrin är man knappast alls känslig för korta avbrott och dippar i dagsläget. Detta beror i vissa fall på att man investerat i mycket goda skydd mot elstörningar eftersom konsekvenserna annars skulle kunna bli mycket negativa (t ex tele och banker).

Spänningsdippar tycks till allra största delen vara skapade av åska följt av interna störningar hos t ex industriföretag samt i några fall av nätfel.

5.1 Elförsörjning till datorer, styrsystem o d

Elanvändare kan normalt skydda känslig utrustning med låga effektbehov mot de korta avbrotten och dipparna genom att använda UPS. Alla företag vi har kontaktat har faktiskt gjort så. Detta indikerar:

- att elanvändare verkligen skyddar sig mot spänningsdippar och korta elavbrott, som de räknar med kommer med regelbundna intervaller.
- att elanvändare skyddar sig på områden där kostnaderna för skydd blir relativt låga, framförallt viktiga datorer, styrsystem och andra strategiska komponenter där samtidigt effekterna är högst begränsade.
- att elanvändare inte skyddar sig själva vid stora effekter, eftersom detta kostar för mycket.
- att elanvändare är i valet och kvalet att införa olika typer av skyddande åtgärder vid medelstora effekter – t ex för att trycka in luft i masugnsprocesser via ett eloberoende system eller reservkraftverksäkrad ventilation för att skapa övertryck i läkemedelsindustrin för att säkerställa tillräckligt god luftkvalitet.

Det vi kunnat erfara i samband med denna förstudie är att elanvändare agerar rationellt när det gäller konventionella skydd mot spänningsdippar och korta elavbrott såsom UPS och reservkraftverk. Givet de risker de har för elstörningar vidtar de motåtgärder, men bara så länge kostnaderna för att förebygga riskerna inte blir för höga.

Att elanvändare skyddar datorer och styrsystem underbyggs av en amerikansk undersökning som ger relativt låga kostnader till följd av spänningsdippar och korta avbrott för sektorer inom den ”digitala ekonomin”.

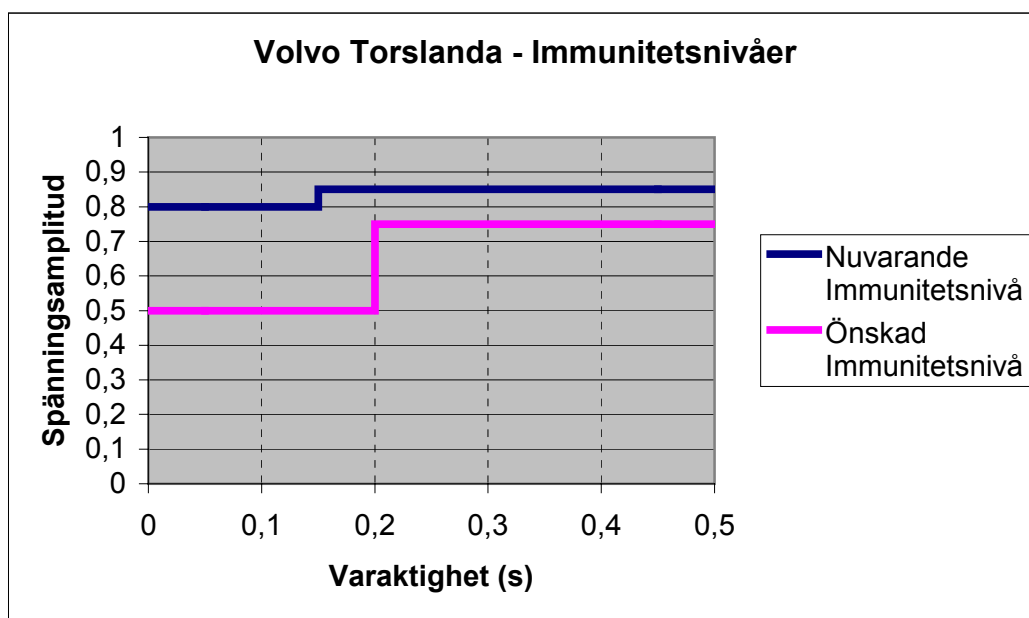
5.2 Företagsstatistik, kontroll, inställning av skydd m.m.

Vi har i ett flertal fall sett exempel på okunskap och omedvetenhet när det gäller vilka spänningsdippar ett företag klarar och vilka man inte klarar, inställningen av under-spänningsskydd, återstartsystem av maskiner etc.

Få företag har någon kontinuerlig mätning och rapportering av elkvaliteten. Några större företag har kommit överens med nätägaren om att de skall få rapporter om de störningar som nätägaren registrerat. För att även få statistik över de internt förorsakade dipparna (som ofta är ungefär lika många som externt orsakade spänningsdippar) måste dock mätning göras hos elanvändaren.

Mycket talar för att elansvariga (som känner till alla elstörningar) måste rapportera dippar till olika produktionsansvariga, som måste återrapportera produktionsproblem till elansvarig för att det ska vara möjligt att skapa en bild över vilka dippar man tål och inte tål. Detta ser vi som en nödvändig grund för fortsatt arbete i de företag som har problem med dippar. Detta fungerar idag bara på några av de företag vi har kontaktat. Idag kan därför verkliga produktionsproblem undgå den elansvarigas kännedom – något vi bedömer som ett ganska vanligt förekommande problem idag.

Följande bild visar ett exempel på en elanvändare som har skaffat sig en god kunskap över hur stora spänningsdippar man klarar, och vilka man inte klarar. Denna kunskap har erhållits genom att elansvariga under lång tid rapporterar elkvalitetsproblem till olika produktionsavdelningar, och att dessa i sin tur återrapporterar eventuella produktionsproblem till den elansvarige.



I vissa fall tycks man inte ha varit medveten om problemet med inställningen av under-spänningsskydden och återstartsystemen. Genom att ställa in skydden så att de inte löser ut onödigt tidigt vid dippar kan risken för stopp i produktion och processer minskas

avsevärt och därmed kostnaderna för dippar. Detta är emellertid en intrikat fråga för många verksamheter då det gäller att balansera mellan att minska risken för störd produktion och att riskera att produktionsutrustning förstörs pga. motorskydd som löser ut för sent. Det senare kan resultera i mycket längre stopp i de fall återanskaffningstiden för utrustningen är lång (Det kan ta flera månader innan specialbeställd utrustning hin- ner levereras).

Vi anser att en viktig slutsats är att det gäller att göra en optimering av skyddsinställ- ningar utifrån företagens egna förutsättningar. Leverantörerna av motorer, eller andra, borde enligt vår mening gå från fixa motorskyddsnivåer (främst underspänningsskydd och återstartsystem) till att hjälpa sina kunder att ställa in motorskydden på en optimal nivå för just det företaget.

Motordrift, både med många motorer utefter en processbana och enstaka med stor ef- fekt, är känslig då antingen underspänningsskydd löser ut eller maskinerna tappar fart så snabbt att återstart inte kan ske förrän rörelsen helt stannat. Stora synkronmaskiner är speciellt känsliga.

Ny teknik, exempelvis bredband till hushållen, kommer troligen allmänt att öka kraven på elsystemet i framtiden genom att antalet förbrukare med specifika kvalitetskrav kommer att öka. Detta kommer sannolikt att öka grundkraven på nätet eftersom de to- tala kostnaderna för att individuellt skydda dessa elanvändare kan bli höga om inte mer kostnadseffektiva lösningar än UPS kan utvecklas.

Vissa elanvändare kommer alltid att ha avsevärt högre krav på spänningskvalitet och tillgänglighet än andra. För dessa är det troligen bäst att försöka hitta lokala lösningar i samverkan mellan nätägare och användare för att försäkra sig om att spänningskvalitet och tillgänglighet motsvarar det som verksamheten kräver.

5.3 Myndighetskrav m.m.

Vissa företag har processer som kan bli farliga i händelse av elavbrott (t.ex. kemi och masugnar) eller processer som i sig klarar korta avbrott men där övervakning och upp- följning är kritisk för produktens godkännande (t.ex. läkemedel). Dessa företag har ofta installerat skydd mot elavbrott och dippar. Man betraktar det som en nödvändig säker- hetsåtgärd förorsakad av myndigheter. Skulle man inte klara att uppfylla dessa myndig- hetskrav skulle en badwill-kostnad uppstå som företagen ofta bedömer som högst bety- dande.

Särskilt inom den kemiska industrin har man i sådana fall gjort olika former av risk- analyser. Däremot har vi inte upptäckt någon riskanalys för att väga ekonomiska för- och nackdelar med exempelvis olika skyddsnivåer mot spänningsdippar och korta av- brott.

6 Rekommendationer

Baserat på vår studie och vår analys ger vi följande rekommendationer:

- Utveckla och sprid kunskap till elanvändare, men också till underleverantörer av utrustningar, elinstallatörer, konsulter och nätägare. Många elanvändare har en dålig uppfattning om vilka spänningsdippar man tål, och inte tål, och vad man kan göra åt det när det gäller utrustningar som kräver en större elförbrukning. Många har inte heller någon medveten strategi om hur de vill ha under-spänningsskydd och återstartsystem inställda.
- Ytterligare undersökningar måste göras för att kunna erhålla en rimligt säker kostnadsuppskattning på nationell nivå och branschnivå. Vissa industribranscher har inte kontaktats överhuvudtaget p g a förstudiens begränsningar.
- En mer omfattande studie krävs speciellt för verkstadsindustrin, som uppvisar en mycket splittrad bild med avseende på spänningsdippar och korta avbrott. För andra branscher skulle också bedömningarna bli bättre med en större undersökning. Detta gäller t ex järn och ståltillverkning baserad på elektrostålugnar där vi valt att betrakta ett av två besökta som icke-representativt för branschen beroende på sin starkt diversifierade verksamhet. Överhuvudtaget har de kontaktade företagen uppvisat förvånansvärt stora skillnader avseende känslighet för dippar och korta avbrott.
- Koordinera en eventuell fortsättning och fördjupning med andra undersökningar, t ex nya avbrottsundersökningar via enkät. Frågornas komplexa natur gör att besök och analyser är ett bättre alternativ än utskick av enkäter för exempelvis större industriföretag. Bl. a erhålls en dubbelriktad kunskapsspridning vid besök.
- En pilotstudie där en ordentlig genomgång av möjliga åtgärder och deras eventuella företagsekonomiska lönsamhet görs på något eller några företag. Då skulle kostnader vid dippar och korta avbrott ställas mot kostnader för att minska dessa risker och konsekvenser. En sådan pilotstudie skulle kunna kombineras med att riskanalyser görs för olika företag.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se