

Arbetsdokument inför det nya programmet *Smarta Elnät*

Arbetsmaterialet är ursprungligen framtaget vid ett workshop 2014-02-05, där prioriteringar gjorts utifrån ett frågedokument och sedan specificerats av deltagarna. Deltagarna på workshopen fick dessutom i uppgift att efter mötet utveckla frågeställningarna mera så att det närmar sig ett mera fokuserat material.

Detta dokument är ett delresultat av ovanstående arbete.

Nedan har vi följande områden för huvudfrågeställningarna sett ur ett samhälls och kund perspektiv:

1. Samhällsperspektivet
2. Hållbar utveckling
3. Ekonomiska incitament för att bygga det smarta eldistributionsnätet
4. Tariffer, affärsmodeller och kundincitament
5. Drift, Datainsamling och riskanalys
6. Rekrytering på sikt
7. Leveranskvalitet och spänningsbalans
8. Laststyrning och hur balans ska eftersträvas mellan produktion och konsumtion
9. Sammanlagringsproblematiken i det nya elnätet
10. Den fysiska ombyggnaden av eldistributionsnätet till ett smart nät
11. Mera automation i eldistributionsnätet
12. Svaga elkraftnät med stora varierande belastningar, tågdrift, bandrift samt elbussar och lastbilar

1. Samhällsperspektivet

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Samordningsrådets fyra scenarier ger bild av konsekvenser beroende av hur snabbt utvecklingen sker. Vilka konsekvenser och behov behöver utredas inom smart grid?	▪ Beskrivning/scenario hur näten utvecklas och får upp konkreta frågeställningar kring smart grids. Info kan hämtas från resultaten från tidigare projekt. Blir en sorts slutsats för programmet. ▪	▪ Fingervisning om prioriteringar av alla åtgärder som behöver göras. Riktning att förhålla sig till för vilka utredningar man vill satsa på.

2. Hållbar utveckling

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Vad är hållbar utveckling för nätbolag? ▪ Hur kan det definieras? ▪ Hur kan det mätas? ▪ Kopplingar till regleringen, främst kvalitetsregleringen	▪ Generellt "policy" dokument som kan vara grund för fortsatt hantering i branschorganisationer. ▪ Klargörande av nätbolagens bidrag.	▪ Underlätta dialog med myndigheter och intresseorganisationer

3. Ekonomiska incitament för att bygga det smarta eldistributionsnätet

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Nya konstruktioner i LSP och MSP näten ▪ Automatiseringar i LSP och MSP nätet Se självläkande nät som behandlats tidigare. Vi förutsätter att automatisering av lsp och delar av msp inte kräver driftcentraler utan sköts på plats, automatiskt. Vi ser inte att det kan bli ekonomiskt försvarbart med manuell hantering och 24h övervakning på lägre spänningar.	▪ Hitta optimala lösningar som är ekonomiskt försvarbara för att automatisera elnäten. ▪ Använd befintlig teknik, ny tillämpningar behövs. Vissa nya lösningar kan behövas.	▪ Förbättrad leverans kvalitet i elnätet ▪ Lägre avbrottskostnader.

Problembakgrund

Ökad automation, styrning och övervakning i framtidens elnät. Vad kommer att krävas av apparater i näten och vad kommer krävas av driftcentraler i ett framtida Smart Grid? Vilka resurser kommer krävas för att kunna driva och förvalta dessa nät och driftsystem? Kommer bemannade driftcentraler krävas av alla nätbolag? Kommer krav på nätutveckling kräva så stora investeringar i apparater, styrning, kommunikation och driftsystem att små nätbolag inte klarar dessa krav från kunder och samhälle?

Fram till 1960-talet utnyttjades i första hand effektbrytare, frånskiljare och rena säkringar för att bygga distributionsnätet. Effektbrytare var på den tiden något helt annat än idag. Därför var det ett stort framsteg när lastfrånskiljarna utvecklades. Under 1960-talet utvecklades sedan lastfrånskiljare för 12–24 kV vilket gjorde det möjligt att bygga slingnät och att utnyttja kostnadseffektiva fabrikstillverkade nätstationer. Tekniknivåer har möjliggjort att funktions- och leveranssäkerhet varit bra i Sverige under många år. Vi ser nu att ny teknik erbjuder nya möjligheter samtidigt som det moderna kommunikationssamhället ställer krav på näst intill kontinuerlig tillgänglighet, åt båda håll, samtidigt som samhällets miljömedvetenhet reser krav på lokal produktion. Är en intakt infrastruktur och datakommunikation mer viktigt framöver än levererad effekt, d.v.s. kommer kunderna vara lika angelägna om att kunna sälja som att köpa effekt, 24-7, i nät med Smart Grid?

Under flera decennier har allt bättre konstruktioner växt fram samtidigt som t.ex. fabrikstillverkade luftisolerade ställverk som såg dagens ljus med mindre storlek och prefabricerade betongkonstruktioner.

Kostnadsreduktionen gjorde det möjligt att bygga slingnät, där nätstationerna matades från två håll och där man vid fel kunde sektionera bort felaktig kabeldel. Dessa slingnät blev regel i tätbebyggda områden.

Sedan 1970-talet byggdes också fjärrkontroll fram till de flesta av fördelningsstationerna, vilket innebar att de kunde övervakas och manövreras från ett kontrollrum. Det har även varit försök med att utöka fjärrkontrollen till att också gälla nätstationerna men där kostnaderna blev lite för höga jämfört med nyttan. Vissa försök med t.ex. motormanöverdon med kravet på batteri, gav höga investeringskostnader och mycket höga underhållskostnader.

Tillförlitliga felindikatorer för överström har det funnits i över 20 år till rimlig kostnad och men för höghmigt jordfel i jordade nät har det först nyligen kommit alternativ på marknaden.

Tekniken utvecklas snabbt och en effektbrytare idag har relativt liten storlek i jämfört med tidigare och kräver allt mindre skötsel och underhåll. Den totala kostnaden över brytarens livslängd minskar och gör den intressant för utökade ändamål.

Det kan komma att behövas nya typer av testrutiner, inte bara för reläskydd och brytare, men även för säkringslastfrånskiljare och elektronik i MCCB-brytare.

Elektronik och optik

Det är logiskt att anta att framtidens Smart Grid kommer att kräva en hel del elektronik i skydd och kommunikation i kombination med riktiga effektbrytare. Felbortkopplingen och selektivitet kan i vissa fall bli fel beroende på effektriktning. Vid lokal mikroproduktion kan det komma att krävas andra typer av skydd för att lokalisera felet. En säkring med smältkurva är inte rätt teknik och närmast omöjligt att få fungera rätt. Felindikatorer finns idag som till en låg kostnad mycket precist och säkert indikerar fel ute i distributionsnätet och klarar även höghögt fel i jordade nät med små jordfelsströmmar. Det kan även vara så att datakommunikationen mellan stationer kommer att kräva optisk fiber och utökat bredband. Det kan eventuellt även bli så att kraven kommer innebära fullvärdiga effektbrytare för transformatorn och linjefack, i fördelningsstationer, styrda med synkron och snabb optisk kommunikation. Har vi fiber eller SHDSL till en nätstation idag och vill komma vidare till fler nätstationer med IP kan vi med ett bredbandsmodem och en kopplare ta oss upp på mellanspanningen och så vidare till en multipunkt. Att skapa fullt ut fiberbaserade områdesnät i lokalnäten kräver stora investeringsbelopp. Modeller bör därför även beakta lämpliga utvecklings-steg i kommunikation och datastruktur där dagens befintliga modeller och dess behov börjar i en blandning av koppar-, fiber- och radiobaserad teknik

Ekonomisk analys och nytta

Det ekonomiska utrymmet bestäms till viss del av den installerade effekten per kundanslutning och den ökar med kundtätheten och därmed med typ av nät. I tätort samsas alltså ett större antal kunder på ett fåtal nätstationer med mycket stora installerade effekter jämfört med nätstationerna i landsbygd. Vid reinvestering i äldre och befintliga nät blandas ofta olika typer av kommunikationsteknik och här saknas ofta ekonomiska modeller för att kunna räkna på vilka teknikval som är lämpliga. Det behövs en långsiktig investeringsstrategi för varje fördelningsnät och slinga som anger vilka stationer som behöver kompletteras, och vilka som ska vara orörda. Vad som bör göras är att välja utrustning som är framtidssäker och är anpassad till en teknisk och ekonomiskt realistisk framtidsprognos. Hur ska en ny plattform byggas för ett modernt smart elnät? Det finns idag många kompakta systemlösningar och enheter som möjliggör en effektiv automation och som är anpassade för både fördelningsstationer och nätstationer. Det är mycket troligt att kraven även på nätstationen kommer att innebära standarden IEC 61850 i tätort och vid Smart Grid-nät. Det är dock inte ekonomiskt troligt att det kommer att ske inom överskådlig tid. Däremot kan denna standard som branschen nu rullar ut blir ett naturligt val för fördelningsstationer.

4. Tariffer, affärsmodeller och kundincitament

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
<u>Nya tariffer:</u> Behov, För- och nackdelar, Dynamiska tariffer (effekt, tid, etc) och dess kommunikation? Kopplingar mot svenska regleringen och EU direktiv? Hur hanteras och uppstår kundnytta? Kan motverkande styr-signalerna uppstå mellan elkostnad och nättariffer? Hur ska detta hanteras? Effekttariffer på lägre spänningsnivåer vore intressant. <u>Affärsmodeller:</u> Vilka roller ska nätbolagen ha på en "supplier centric" marknad? Hur hanteras differensen mellan den som tar kostnaden och den aktör som drar nyttan? Hur ser det ut i branschen och vad är redan gjort och vilka erfarenheter finns. Vore bra att fortsätta de fallstudier som redan pågår och starta nya i takt med att effekttariffer introduceras på lägre spänningsnivåer. Regleringsaspekter då vi får ta mindre betalt för snålare byggda anläggningar. <u>Kundincitament:</u> Påverkan på kundernas beteende pga. nya tariffer och supplier centric modellen.	Analys nuläge och möjliga framtida lösningar ur ett svenskt perspektiv Analys av incitament ur olika perspektiv/roller på marknaden Hanteringen av situationen att avsaknaden av incitament nödvändigtvis inte betyder att något är fel. Komplexitet vs kommuniserbarhet För- och nackdelar med ensade tariffer Hur påverkas kundernas beteende vid olika incitamentsupplägg. Statistiska analyser avseende effekter av incitament.	Diskussionsunderlag för att öka förståelse om olika alternativa lösningar och dess effekter Kunskap om redan uppnådda resultat Konkreta förslag på nya affärsmodeller och tariffer. Effektivare elnät och mindre behov av reglerkraft.

5. Drift, datainsamling och riskanalys

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
- Hur kan service/tjänster och övervakning byggas in i nätet - Smart Grid och sensorer. Hur göra i praktiken och med god ekonomi? Passar in på alla tre nyttor. - Dynamic rating för vindkraft? Tydligt gör de tre stora lite olika och vore intressant se utfallet - Utnyttjande av mätvärden från kund för visualisering. Vad är gjort på SvK och i nätbolagens egna arbeten? Vad är gjort i RCAM-gruppen på KTH? - Hur kan Asset management utvecklas mot fältpersonalens arbete? - Smart Underhåll och viktigt att få med externa utförare om man ska göra något. Vad krävs av nätägare och det externa företaget. AMS hör hemma här. - Avvägning kompakta anläggningar med litet underhållsbehov kontra öppna moduluppbyggda anläggningar. Avbrottstider, kostnader underhåll, kompetensfrågor under mycket lång tid pga anläggnings långa livslängd. - Lagom mycket underhåll, eftersträvarsvårt? - Hur bör elnätsföretagen hantera "big data", samla in och bearbeta/analyser för omkoppling och optimering av nätet, samt underhåll - Bra avbrottsinfo om berörd anläggning och orsak,	▪ Komponenter i nätet som tillhandahåller information/data. ▪ Nya krav/regelverk ▪ Lösningförslag och rekommendationer	▪ Nya tjänster/service kan erbjudas ▪ Maximera tillgång, prestanda och livslängd ▪ Lägre opex och kundnytta

geografisk belägenhet. Se denna punkt tillsammans med utvecklingen av fältpersonalens arbete.

- Geografisk placering och kunskap hos fältpersonalen en faktor i sammanhanget.
- Hur ser gränssnitten ut? Är allt standardiserat?
- Jämför ICT-projektet i Underhållsprogrammet.
- Hur mycket intelligens ska finnas ute i nätet? Var finns optimum? Hur stort blir underhållskostnaden kontra nyttan?
- Hur bygger man in redundans i systemen?
- Visionen om det självläkande elnätet. Möjligt?
- Hur mycket info ska in till driftavdelningen? Hur mycket löses på plats av automatiken?
- Krav på kommunikationstekniken måste också ställas här.

Tekla, Digpro, IFS, används idag.

6. Leveranskvalitet och spänningsbalans

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Hur klarar vi växlande effektriktning i elnätet och samtidigt följa spänningsstandarderna? ▪ Hur kommer bestämmelserna se ut vad gäller överliggande driftnät och NUS i nätstationer? ▪ Hur ska vi hantera frånkoppling av fel? ▪ Vilka elkvalitetsproblem kan vi förvänta oss? Stor och viktig fråga! Påverkas nätdesign, sensorer och driftledning. Även om det råder viss osäkerhet betydelsen i ett kortare tidsperspektiv. På landsbygden synes intresset för lokalt producerad el vara större redan vid nuvarande bidragssystem och nätet är svagare nät. Lämpligt att fundera på branschens proaktivitet inom området. Case studier intressanta. Skärhamn och Glava har vi tillgång.	▪ NUS på ink HV. Villkor för beräkning av utlösningvillkor med mikroproduktion och energilager. ▪ Kundkonsekvenser av spänningsvariationer, se Yalins lic KTH. ▪ Utvärdering an några mer omfattande installationer t.ex. Kaliforniens elnät. ▪ Tillhandahålla uppgifter om kapacitetsbehov. ▪ Hur ska kommunikation med driftcentralen se ut? ▪ Analys av problemområdena som kan uppstå, slutsats och rekommendationer/problem. ▪ Jämför mätdata hos kund med mätdata i stationen. Differens? ▪ Vilka problem är lösta och vad återstår?	▪ Anpassning av standarder och lägre kostnader för anslutning av sol/vind. ▪ Korrekta investeringsbeslut. ▪ Bra dataunderlag och bra serviceinformationsunderlag kan ta fram livslängdsberäkningar. ▪ Framtids säkrat elnät. ▪ Viktiga komponenter såsom spänningsstatistik och energioverföring.

7. Laststyrning och hur balans ska eftersträvas mellan produktion och konsumtion.

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
Laststyrning: Kommer det påverkas av klimatförändringar? Priserna påverkas inte de närmaste åren. Överbevisa oss så kan vi tänka om! ▪ Förutse och hantera variationer i belastning. Lokalt måste vi kunna hantera mycket större variationer i belastning till och med gå från last till produktion på kort tid. Mätning på Ns nivå finns idag hos många nätägare. Hur ser det ut i verkligheten! ▪ Vilka krav kommer att ställas på nät och övervakning? Lokal lastbalansering diskuteras. ▪ Hur långt ner i de lokala näten måste denna balansering ske? Finns det kostnader idag med obalanser? ▪ Vilka konsekvenser kommer det att få på de mindre elnätsbolagen? ▪ Teknik minskar effektbehovet för hushållsapparater, belysning etc. ▪ Analysera det FRAMTIDA hushållets belastningsprofil. Hur kommer energianvändningen att förändras? ▪ Företags- och samhällsekonomiska konsekvenser av laststyrning och borttagning av effekttoppar.	▪ Analys, slutsatser och rekommendationer. ▪ Belastningsprofiler som underlag till utredningar. ▪ Ekonomisk helhetsbild som visar incitamentsmodellen.	▪ Se samverkan mellan produktion och belastning i lokalnätet, därmed hitta strategi för att styra dito för optimalt nätutnyttjande. ▪ Beslutsunderlag för ett framtids säkrat elnät.

8. Sammanlagringsproblematiken i det nya elnätet

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Sammanlagringen mer svårberäknad ▪ Arbeta med verkliga data behövs ▪ Mera realtidsberäkningar behövs ▪ Bättre koll på kundanläggningen behövs, direktkommunikation ▪ Bättre bearbetning av statistik viktigare, automatik behövs för att få aggregerade värden som är användbara Datamining med de timvärden vi nu har. Samband till tariffer och deras utformning eftersom vi kan anta kunderna anpassar sin konsumtion till prismodellen. Vi kommer göra en del internt. För nyanslutningar kunde det vara intressant att ta fram typkurvor för olika kundkategorier men och prismodeller. Finns det ett regleringsperspektiv.	▪ Nya algoritmer ▪ Nya principer ▪ Nya typkurvor ▪ Flera typfall i olika nät-konfigurationer	▪ Bättre prognoser kan göras, bättre planeringsverktyg för extrema vädersituationer blir möjliga att specificera

9. Den fysiska ombyggnaden av eldistributionsnätet till ett smart nät

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Framtidens mellan- och lågspänningsnät. Hur gör vi med nybyggnation och med befintliga anläggningar. Kostnad/nytta för olika lösningar: - maskade nät - radialnät - kommunikation - automation - personsäkerhet	▪ Policies för nätbyggnation och reinvesteringar idag. Förslag ny och befintliga anläggningar. Kommunikations behov och hur ska automatiseras. - Gör gärna några konkreta exempel på framtidens elnät samt belys också regulatoriska aspekter. - Gör skillnad på nätstation och börja på regionnätstationens nivå.	▪ Ökad tillgänglighet i nätet ställt i relation till nytta/kostnad.

Tankar kring framtidens mellan- och lågspänningsnät.

Att få kommunikation att fungera på ett tillförlitligt sätt och till ekonomiskt rimlig kostnad tycker jag är en nyckelfråga vad gäller smarta nät. Komponenter i elnäten har i allmänhet en mycket låg felfrekvens. Ett absolut krav måste vara att vi får ned avbrottsfrekvensen och inte ökar den pga kommunikationsstrul, byten av kommunikationsprotokoll etc. vid utökad övervakning.

Det är viktigt att lagstiftningen hänger med vad gäller maximala felavhjälpningstider, feltider, felfrekvens osv. Det torde annars bli så att nätbolagen känner sig tvingade att dimensionera för felfall och någon minskad nätutbyggnad blir inte följden. Intäktsregleringen måste också ge incitament för att minska mängden ledningar och apparater.

Nätstationer ska fungera i åtminstone 40 år, frågan om brytare istället för fränksiljare och säkring måste besvaras för framtiden. Användning av brytare/kontakter är ju ett absolut villkor för att det ska bli meningsfullt att tala om intelligenta lågspänningsnät.

Om publika nät kan användas (ur säkerhetssynpunkt och ekonomisk synpunkt) ökar möjligheterna till kommunikation ända ut mot slutkunden betydligt.

10. Mera automation i eldistributionsnätet

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
- Hur ska nätstationer i mellanspänningsnätet och lågspänningsnätet utformas för att bli självläkande och avbrottsfria? - Förutsätter en specifik nätstruktur, maskade nät. Avser detta mest tätortsnät. Kan felen förutsägas blir värdet högre. - Hur ser rapporten från Falbygden ut!	▪ Teknisk och ekonomisk analys utifrån behov och nytta för tillförlitlig kommunikation och fungerande felbortkoppling.	▪ Minska kostnaderna för tekniker och får ett harmoniserat synsätt. Stöd för nätstrategi med högre tillgänglighet till en acceptabel kostnad.

Hur ska en framtida nätstationsmodell se ut och vilken utvecklingsstrategi ska vi välja för att nå dit?

Hur ska det nätet övervakas, styras och vara "sjävläkande"? Hur ska denna nätmodell konstrueras och hur bygger man vidare på den befintliga nätmodellen?

Begreppet Smart Grid och smarta nät har funnits några år i branschen men är ändå relativt nytt och det finns en mängd olika förklaringar och definitioner på vad det innebär. I början var begreppet mer övergripande och handlade mer om syftet medan det nu finns allt mer specifika och mera beskrivningar i detalj. Bakgrunden till behovet av Smart Grid är att samhället har en önskan och intresse att utveckla elsystemet i riktning mot nya produktions- och förbrukningsmönster och bottnar i en klimatanpassning. Smart Grids och framtidens elnät handlar mycket om att göra det möjligt att mäta tillståndet i elnätet, möjliggöra olika effektriktningar och erbjuda en mycket hög tillgänglighet. Utav den erhållna informationen, ska det sedan gå att detaljstyra effektflödet, inhämta information och status om nätet, utbyta med prisaktörer och kunna effektivt och mer autonomt koppla om vid fel. Det behövs bättre modeller och verktyg för en nätutveckling som påverkas mycket snabbt av nya typer av marknadsaktörer och nationella och lokala samhällskrav. För nätbolagen specifikt måste nyttan med Smart Grid och en ökad tekniknivå i fördelnings- och nätstationer kunna kostnadsfördelas delvis per kund och delvis stödjäs av ekonomiska faktorer som egen nytta och incitament i regleringsmodellen. En ökad automatisering och mer omfattande datakommunikation kommer inte att förnya nätet i någon större omfattning utan snarare skapa förutsättningar för ett bättre utnyttjande och möjlighet till en bättre tillståndskontroll.

Ur ett nätbolags perspektiv är hög leveranssäkerhet viktigt och styrande verksamhetsmål och även tillgodose effekt och kapacitetsbehov. Att leverera med säkerhet och kvalitet är därför en viktig faktor, där effekt ska

kunna överföras traditionellt från högre till lägre spänningsnivåer men även från DG-system i ett område till ett annat. Vi har även i allt högre omfattning överföring från lågspänning till mellanspänning där mikroproduktion hos konsumenter ska distribueras ut på nätet. Denna förändring skapar nya krav på skydd och automation och förändrade krav övervakning och reglering av spänning. Det behövs mer omfattande kommunikation mellan driftsystem och stationer och även mellan olika stationer. Det behövs mer driftdata, bättre erfarenhetsåterföring och dynamiska kapacitetsmodeller som ska kunna ge mer innehållsrik information till nya marknadsaktörer och direkt till kunder. Spänningen ska kontrolleras och styras i realtid och nätet ska kunna anpassas genom effektiv automatik och i allt större grad kunna korrigera sig själv.

Intäkter kan i vissa fall kopplas till förlustoptimering, ett ökat kapacitetsutnyttjande och en snabbare och mer effektiv felindikering och fellokalisering. Kraven på mer automation kommer säkerligen att se olika ut i olika nätdelar och kommer även vara starkt påverkat av både kundantal och lastprofil.

Att öka tekniknivån generellt i nätstationer innebär enormt stora ekonomiska konsekvenser. Den ekonomiska nyttan måste vara mycket tydlig. Det är logiskt och en tydlig nytta för nätbolagen att införa ny teknik och ny standard i mellanspänningsnätet och våra fördelningsstationer och hålla tillbaka kostnadsutvecklingen i nätstationer.

Det behövs bättre teknisk och ekonomisk analys av behov och nyttokalkyler av en förändrad standardutformning av nätstruktur och påverkande anläggningsdelar. Detta i syfte att nå mer tillförlitlig kommunikation, och en mer självläkande och effektivare felbortkoppling. Det är mycket viktigt, speciellt gällande förändrade standardlösningar i lokalnät och för nätstationer. Ekonomisk nytta ska analyseras parallellt med tekniska utvecklingssteg, så att ökningen i kapital- och rörelsekostnader harmoniserar med både förväntad nytta i effektivare driftssystem och stöd för nätstrategier och acceptabel utveckling vad gäller nätavgifter. Analysera vilken grad av automation i nätstationer som bli mest kostnadseffektiv för nätbolagen, samhället och kund. Detta beror mycket på typ av nät och lastprofil vilket innebär att det krävs både allmänna och generella och mer unika standardlösningar och modeller. Teknikutvecklingen går fort och forskningsområdet bör inte vara för fokuserat på specifika nutida teknikval utan mer på funktionsmöjligheter och leverantörsoberoende teknikval och föreslå strategier för att nå ett innehåll och en syn på både nybyggnation och "retro-fit". Specifika funktioner som bör analyseras är tillförlitlighet i kommunikationslösning, förbättrad tillgänglighet på MV-nätet och felindikering och fellokalisering. Hur ska elnätet konstrueras rent strukturellt för att visionen, om det avbrottsfria och självläkande elnätet, kan realiseras på ett kostnadseffektivt sätt, utifrån det nuvarande elnätet. Hur bör vi bygga framtidens lågspänningsnät? Modellen bör kunna beskriva behov och framtida förslag på tekniskt innehåll i form av olika teknikval i inaktiva och

aktiva delar felbortkopplings-systemet för olika typer av spänningsnivå och olika typ av radiella och maskade nät.

Forskningen bör inriktas på att formulera modeller så att ovanstående funktioner kan tillgodoses i MSP och LSP-näten samtidigt som kostnader för service, övervakning och underhåll beaktas och optimeras. Studier som fokuserar på teknisk optimala standardlösningar där förväntad nytta för kunder och nätbolag i termer av leveranssäkerhet och kvalitet och i termer av ekonomi.

11. Svaga elkraftnät med stora varierande belastningar, tågdrift, bandrift samt elbussar och lastbilar

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
Järnvägar, spårvägar och elvägar är komplicerade system med rörliga laster som ger upphov till väldigt speciella frågeställningar. Järnväg och relaterade system har rörliga laster som gör att spänningen utmed banorna varierar och för låga spänningar kan leda till att omformarstationer går i strömbegränsning och att hela trafiken blir påverkad. Hur kan dessa spänningsvariationer hållas inom acceptabla gränser genom smart styrning av tåg och/eller omformarstationer och hur påverkar detta hur många fordon som kan framföras på en sträcka? Lasterna inom järnväg och dylikt har stora effektvariationer och detta kräver stora investeringar i infrastruktur för att möta upp de kortvariga effekttopparna. Genom bättre styrning av ett fordons effekt (effekteliminering) kan effekttopparna kapas. ▪ För järnvägen kan hela Sverige kontaktledningsnät kopplas samman i ett nät men när detta görs fås det effektförlusten i nätet beroende på fasvinkel samt inställningarna hos lastdelningen för omformarstationerna. Genom en smart styrning och lastdelning mellan	En syn på hur effekttoppar kan minimeras. Förslag på lösningar som tex superkapacitanser andra lagringslösningar. Hur en smart styrning av omformarstationer kan göras för att minimera energiförlusterna. Vad behövs mätas för att spänningsvariationer kan elimineras eller reduceras. ▪	Minskade investeringskostnader vid utbyggnad av kraftförsörjning pga minskade effekttoppar. Energieffektivisering inom järnvägen vilket leder till att tågoperatörer får lägre energikostnad och blir mer konkurrenskraftiga. ▪ Tätare trafik genom att spänningskvaliteten kan upprätthållas

järnvägens omformarstationer kan en omfattande energieffektivisering fås. Ska detta ske lokalt eller ska det ske genom en övergripande smart styrning? Denna frågeställning kan också vara giltig för elväg och spårväg beroende på hur deras system är uppbyggda?

12. Rekrytering på sikt

Huvudfrågeställning	Förväntat resultat	Nyttor
▪ Skapa intresse för elnätsutbildning på skolor. ▪ Sprid info!	▪ Fler och bättre utbildade elever för industrin. ▪ En fråga för Svensk Energi och de stora energiföretagen samt entreprenörer (Eltel mm)	▪ Rekryteringsmöjligheter.