

Elnätet som kulturarv

Teknikhistoria i Landskapet



Linn Björk

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Bebyggelseantikvariskt program

15 hp

Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2016:03



Elnätet som kulturarv
Teknikhistoria i Landskapet

Linn Björk

Handledare: Bo Lagerqvist

Kandidatuppsats, 15 hp
Bebyggelseantikvariskt program
Lå 2015/16

Program in Integrated Conservation of Built Environments
Graduating thesis, BA/Sc, 2016

By: Linn Björk
Mentor: Bo Lagerqvist

The Electricity Grid as Cultural Heritage – History of Technology in the Landscape

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of the electricity grid on the landscape in Sweden. The study analyses the electricity grid in the landscape and its cultural heritage aspects.

The data for this study were obtained through literature studies and case studies. Three sites served as subjects in the case studies to investigate the different effects on the landscape by the electricity grid in diverse surroundings.

The results of the study show that the electricity grid has differing effects on different landscapes. In some landscapes the effects add cultural value whereas in other landscapes it has negative effects on the cultural value. The results also show that the electricity grid is an important part of history, but because it is also an active infrastructure it is difficult to appreciate it in the same way as other parts of the cultural heritage.

Electricity is paramount to modern culture, and without the electricity grid that culture would be very different. The structure of the grid is vast, spreading across the country and thus making an impact on the landscape. Because of its vastness it is difficult to comprehend the entirety of it. Despite its impact on the landscape it is not something people often reflect upon.

The results suggest that, even though there has not been a cultural heritage perspective on the electricity grid, there should be, as the electricity grid has enabled the modern society to evolve to the state it is in today.

Title in original language: Elnätet som kulturarv – teknikhistoria i landskapet

Language of text: Swedish

Number of pages:

Keywords: Electricity grid, Landscape, Cultural heritage, Power line, Technology, Sweden

ISSN 1101-3303

ISRN GU/KUV—16/03 – SE

INNEHÅLL

1. INLEDNING.....	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Problemformulering.....	7
1.2.1 Frågeställningar.....	7
1.3 Syfte och målsättning.....	7
1.4 Avgränsning.....	7
1.5 Metod och material.....	8
1.6 Teoretisk referensram.....	8
1.7 Tidigare forskning.....	9
1.8 Förkortningar.....	9
2. ELNÄTETS HISTORIA OCH UTVECKLING.....	10
2.1 Sveriges första elektriska överföring.....	10
2.2 Det tidiga 1900-talet.....	11
2.3 Stamnätets tillkomst.....	11
2.4 Staten.....	12
2.5 Idag och i framtiden.....	12
3. ELPRODUKTIONENS TEKNIK.....	14
3.1 Distribution.....	14
3.1.1 Kraftkällor.....	14
3.1.2 Stamnät.....	16
3.1.3 Regionnät.....	17
3.1.4 Lokalnät.....	18
3.2 Konstruktion.....	18
3.2.1 Stolpar.....	18
3.2.2 Linor.....	21
3.2.3 Transformatorstationer och ställverk.....	21
3.3 Generationer.....	22
4. FALLSTUDIER.....	24
4.1 Stora Bugärde.....	24
4.1.1 Landskapsbeskrivning.....	25
4.1.2 Elnätets påverkan på landskapet.....	25
4.1.3 Kulturhistorisk analys.....	26
4.2 Harås.....	26
4.2.1 Landskapsbeskrivning.....	26
4.2.2 Elnätets påverkan på landskapet.....	28
4.2.3 Kulturhistorisk analys.....	28
4.3 Mölndals kråka.....	29
4.3.1 Landskapsbeskrivning.....	29
4.3.2 Elnätets påverkan på landskapet.....	30
4.3.3 Kulturhistorisk analys.....	30
5. TEKNIKHISTORIA I LANDSKAPET – ANALYS.....	31
5.1 Vad symboliserar elnätet?.....	31
5.2 Hur påverkar elnätet landskapet?.....	32
5.3 Går det att se olika generationer och tider?.....	32
5.4 Är det infrastruktur som bara existerar utan att en tänker på det?.....	33
5.5 Bör det och går det att bevara?.....	34
6. DISKUSSION OCH SLUTSATS.....	36
7. SAMMANFATTNING.....	37
KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING.....	40
ILLUSTRATIONSFÖRTECKNING.....	42

1. INLEDNING

Den här uppsatsen undersöker elnätets roll i landskapet ur ett bebyggelseantikvariskt perspektiv. Uppsatsen omfattar 15 hp och görs för avläggande av kandidatexamen i kulturvård, bebyggelseantikvariskt program, på institutionen för kulturvård vid Göteborgs universitet. Uppsatsen är tillkommen under april och maj 2016.

1.1 Bakgrund

Elnätet omfattar hela Sverige och är helt nödvändigt för att vi ska klara oss i det samhälle vi lever i. Det började byggas under slutet av 1800-talet och det nät som idag går genom hela Sverige och den teknik som används idag är egentligen bara en starkt förfinad version av den teknik som användes förr.¹ Elnätet har orsakat stora förändringar i landskapet men har också i många fall blivit en del av själva landskapsbilden. Kulturmiljöaspekterna kring dessa miljöer är sällan berörd och det gör att det finns en kunskapslucka kring detta.

1.2 Problemformulering

Det saknas en bebyggelseantikvarisk synvinkel på elnätet och dess påverkan på landskapet. Denna uppsats har för avsikt att belysa hur en bebyggelseantikvarie kan ta sig an elnätet som går genom landskapet. Elnätet i sig, med linjegator och kraftledningar har, trots att elnätet började byggas för drygt hundra år sedan och väsentligt påverkat landskapsbilden, sällan berörts ur ett bebyggelseantikvariskt perspektiv.

1.2.1 Frågeställningar:

- Hur ska vi förhålla oss till elnätet ur en bebyggelseantikvarisk synpunkt?
- Sett ur ett kulturmiljöperspektiv, vilka effekter har elnätets kraftledningar på landskapet?
- Kan allmänheten ta del av elnätet som ett kulturarv?

1.3 Syfte och målsättning

Syftet med denna uppsats är att belysa kulturmiljöaspekter kring elnätet i landskapet och att undersöka ett bebyggelseantikvariskt förhållningssätt till det. Det vidare syftet är därmed att göra en analys av elnätet som kulturarv ur ett landskapsperspektiv samt att studera några miljöer i detalj för att exemplifiera elnätets roll i landskapet. Till viss del ges en kortfattad översikt över elnätets generationer. Ett ytterligare syfte är att kort undersöka om och hur allmänheten kan bli uppmärksam på dessa miljöer.

Uppsatsens målsättning är att fler ska kunna få upp ögonen för detta infrastrukturella kulturarv, både inom kulturvårds- och energibranschen.

1.4 Avgränsning

Uppsatsen fokuserar på elnätet i Sverige. Undersökningen avgränsas till luftledningarna som går igenom landskapet. Det är inte bara de ledningar som går i luften och i marken som utgör detta kulturarv, stora strukturer som transformatorstationer, ställverk och nätstationer är knutpunkter mellan kraftledningarna. Dessa strukturer har funnits i olika utformning i över hundra år men kommer endast att beröras kortfattat med syfte att skapa förståelse för helheten i denna uppsats. Uppsatsen gör heller ingen fullständig kartläggning över de olika stolptyper som finns och har funnits.

¹ Stymne 2002, s. 7

1.5 Metod och material

Denna kvalitativa studie är genomförd genom litteraturstudier och fallstudier. Genom att studera litteratur i ämnena landskapsanalys, industri- och teknikhistoria med fokus på elkraft ges en grundläggande kunskap inom ämnena som rör denna uppsats. Forskningen har sedan tagits vidare för att göra relevanta analyser. Fallstudier genom fältarbete har genomförts för att få konkreta exempel till uppsatsen.

Litteraturen som studerats har varit av varierande karaktär och kvalitet. Relevant litteratur om landskapsanalys finns lättillgänglig. Saltzmans avhandling *Inget landskap är en ö: dialektik och praktik i öländska landskap* har fått stå för den största delen av landskapslitteraturen. Det är en avhandling som bidragit med mycket relevanta funderingar och synsätt. Elnätet belyses inte i någon del av landskapslitteraturen, trots att elnätet länge varit en del av och påverkat landskapet. Litteratur om industri- och teknikhistoria finns det gott om, dock är det inte så stor del av denna litteratur som ger elkraften ett större utrymme. Lalander & Mebius, Stymne och Spade är författare som har skrivit relevant litteratur som behandlar elkraften och elnätets historia, dessa har varit till stor hjälp i arbetet med denna uppsats. En av böckerna fokuserar på ett speciellt kraftföretag, som skönmålas och upplyfts, i det fallet är det svårt att få objektiv och relevant fakta. En mycket liten del av litteraturen behandlar de kulturhistoriska aspekterna av detta ämne. Litteratur till den tekniska delen av uppsatsen har ibland varit svår att hitta. Därför har mycket av den fakta som behövts inhämtats från internetkällor, Tofte och en informant som arbetar som distributionselektriker på ett elverk i Västsverige.

Fallstudierna har gjorts på tre olika miljöer där elnätet på olika sätt påverkar landskapet. Miljöerna för fallstudierna valdes för att få bredd och visa på hur olika storlekar på elnät påverkar landskapet på olika sätt.

1.6 Teoretisk referensram

Teorin för denna uppsats bygger på en kombination av landskap som analytisk ingång och teknikhistoria. I den Europeiska landskapskonventionen definieras landskap som ett område, sådant det uppfattas av människor, vars karaktär är ett resultat av påverkan av och samspel mellan naturliga och/eller mänskliga faktorer.² Elnätet, som det drar fram i landskapet, är onekligen ett resultat av mänsklig handling i samspel och konfrontation med naturen.

När trefasig högspänd växelström introducerades kunde kraftmängder som tidigare varit otänkbara transporteras över mycket långa avstånd³, detta har resulterat i en stor påverkan på landskapet. Landskapet kan enligt Saltzman tolkas som ett gigantiskt arkiv som innehåller en uppsjö av information om tidigare skedens händelser på olika platser.⁴ För att läsa landskapet måste en försöka se hela bilden med alla detaljer, otydligheter och inneboende motsägelser.⁵ Ett helhetsperspektiv på landskapet är något även Europeiska landskapskonventionen understryker som grundläggande.⁶

Kulturlandskap är det landskap som blivit format och förändrat av mänsklig närvaro och verksamhet. Elnätet går igenom landskapet i naturen, alltså rör det sig i gränzonen mellan natur och kultur. Det kan sägas tillhöra kulturlandskapet då det i största grad tillkommit genom mänsklig verksamhet. I landskapet är det inte en fråga om natur *eller* kultur, det rör sig alltid om båda,⁷ om en relation och kompromisser mellan de två. Människor, som aktörer, bidrar till att på olika sätt forma och omforma den fysiska miljön som beskrivs som landskap.

² Council of Europe 2000, s. 9

³ Spade 2008, s. 359

⁴ Saltzman 2001, s. 49

⁵ Ibid. s. 107

⁶ Riksantikvarieämbetet 2007

⁷ Saltzman 2001, s. 83

Dagens landskap är ett resultat av hur människor i flera generationer verkat i samspel och konfrontation med icke-mänskliga krafter och format landskapets innehåll och skepnad.⁸ Detta resonemang stämmer mycket väl in när en tänker på elnätet. Människan har byggt elnätet och på så vis format landskapet där nätet drar fram. Det är också genom samspel med icke-mänskliga krafter som elen alstras. Landskapet formas i mötet mellan natur och människa; människan, liksom naturen, tar ständigt del i landskapandet på olika sätt.⁹

I landskapet möts många tillgångar och värden.¹⁰ En kan då säga att elnätet är en tillgång för vårt samhälle, likväl som det besitter olika värden, bland annat kulturella. I takt med att samhället förnyas och utvecklas omformas ständigt landskapet. Att landskapet förändras och omformas är en naturlig process, som ständigt pågår. Europeiska landskapskonventionen fastslår att landskapet har en viktig roll i människors livskvalitet, i alla delar av samhället.¹¹

Tekniken att transportera kraft över långa avstånd med hjälp av elektricitet är fortfarande oöverträffat trots att den nu har använts i över hundra år.¹² Innan det elektriska systemet utvecklades användes en del andra system för kraftöverföring. Ett av de större problemen med de tidigare systemen var att de hade mycket kort räckvidd och låg verkningsgrad.¹³ Ett behov fanns av att kunna transportera kraften över längre avstånd för att kunna placera industrier mer strategiskt vid järnvägar och större samhällen. Med hjälp av den trefasiga växelströmmen kunde detta behov mättas genom att elnätet började byggas.

Elektrisk ström är en abstrakt företeelse för människan. Våra sinnen uppfattar vanligen inte strömmen, med undantag för känslan. Spänningen går att känna och det krävs inte speciellt höga spänningar för att det ska vara skadligt eller till och med dödligt.¹⁴

Elnätet är teknikhistoria i landskapet. Det är en företeelse som sällan uppmärksammas, men samtidigt är dess resultat livsviktigt i dagens samhälle.

1.7 Tidigare forskning

Tidigare har forskningen ur kulturmiljösynpunkt fokuserat främst på kraftverksbyggnaderna och inte på själva elnätet och kraftledningarna. Det har skrivits om stamnätets historia, men det har främst behandlat hur elnätet byggts och hur det utvecklats rent tekniskt, ett kulturmiljöperspektiv har ofta saknats i dessa sammanhang. Även i landskapsforskningen finns en avsaknad av elnätet och dess påverkan och del av landskapet. Ett tidigare examensarbete från bebyggelseantikvariskt program på detta tema har gjorts, det behandlar transformatorstationer ur ett kulturmiljöperspektiv.

1.8 Förkortningar

I uppsatsen förekommer en del tekniska förkortningar, nedan redovisas vad dessa betyder.

- V – Volt, d.v.s. elektrisk spänning
- kV – kilovolt
- W – Watt, d.v.s. elektrisk effekt
- mW – Megawatt

⁸ Ibid. s. 119

⁹ Saltzman 2001, s. 203

¹⁰ Riksantikvarieämbetet 2007

¹¹ Council of Europe 2000, s. 8

¹² Spade 2008, s. 349

¹³ Ibid. s. 350

¹⁴ Spade 2008, s. 359 och informant

2. ELNÄTETS HISTORIA OCH UTVECKLING

Kraftöverföring var en mycket viktig fråga under senare delen av 1800-talet. I och med industrialiseringen blev det allt mer aktuellt att kunna förlägga industrierna på andra, mer strategiska, platser. Tidigare var industrierna tvungna att anläggas där vattenkraften fanns, det vill säga vid stora forsar och fall, men med industrialiseringen ökade behovet av att effektivisera och förlägga industrierna vid järnvägar och större samhällen. Från detta behov har Sveriges elnät utvecklats.¹⁵ Sveriges elektrifiering påbörjades senare än i många andra länder som exempelvis Tyskland, Schweiz och USA. Dessa länder hade redan byggt upp likströmsnät innan växelströmmen utvecklades. Det gjorde emellertid att trefas växelström fick en rivstart i Sverige, som kunde börja med uppbyggnaden av växelströmsnätet direkt och då inte behövde arbeta om hela systemet eller tyngas av den tidigare tekniken.¹⁶ Fördelen med växelström, gentemot likström, är att det enkelt går att transformera upp och ned spänningen innan den når konsumenten. Fördelen med höga spänningar är att det går att överföra kraft över långa avstånd med minimala förluster.¹⁷

2.1 Sveriges första elektriska överföring

Grundstenen till Sveriges elnät anses vara den 15 km långa linjen Hellsjön-Grängesberg.¹⁸ I Grängesberg fanns en stor järnmalmsförekomst. Malmen som utvanns där exporterades till bland annat England. Då gruvdriften expanderade i snabb takt krävdes effektiv kraftförsörjning. Den naturliga krafttillgången uttömdes snabbt och därför togs beslutet att kraftöverföring med elektricitet skulle testas. Vid denna tidpunkt var växelströmssystemet fortfarande relativt obeprövat. Men behovet var stort och vattenfallen låg på för stort avstånd för att kunna använda traditionella kraftöverföringar. Därför valde de att testa elektrisk överföring med trefas växelström.¹⁹ Det var den första överföringen med trefas växelström i Sverige och den började mata ström 1893. Dagens elnät är egentligen endast en starkt förfinad version av tekniken som användes på linjen Hellsjön-Grängesberg.²⁰



Figur 1. Resning av elstolpe, tidigt 1900-tal

¹⁵ Stymne 2002, s. 7

¹⁶ Ibid. s. 8

¹⁷ Spade 2008, s. 370 f.

¹⁸ Ibid. s. 7

¹⁹ Spade 2008, s. 379

²⁰ Stymne 2002, s. 7

2.2 Det tidiga 1900-talet

När elektrifieringen inleddes var Sverige fortfarande ett fattigt jordbrukarland. Under början av 1900-talet pågick en intensiv expansion av kraftutbyggnaden. Många ”*elektriska distributionsföreningar*” startades på lokal nivå. Föreningarna byggde sina egna småskaliga elnät, utan någon samkörning med andra föreningar.²¹ Alltså fanns det i början av 1900-talet många separata elnät över hela Sverige.

Mellan 1905-1920 byggdes tre stora kraftverk i Trollhättan, Porjus och Älvkarleby. Dessa har spelat stor roll för utbyggnaden av elnätet. Från början byggdes näten avgränsade från varandra.²² I Älvkarleby uppstod problem med produktionen. Vattenkraften kan vara ojämn, periodvis var det hög vattenföring, vilket gav överkapacitet, andra perioder var det låg vattenföring, vilket gav effektbrist. Efter att Trollhättans kraftverk fått en kapacitet på 100 MW utan effektbrist föddes en idé om att koppla ihop Trollhättans och Älvkarlebys nät för att kompensera problemen som uppstått. Fördelen att samköra elproduktionen var att de två vattenkraftverken kunde utjämna varandras produktion och att de kunde kompensera varandra när det rådde effektbrist på det ena. Ur denna idé om samkörning utvecklades idén om ett stamnätssystem - ett *stamnät*.²³



Figur 2. Vattenintaget på Olidans kraftverk

2.3 Stamnätets tillkomst

Sverige har ett av världens äldsta stamnät.²⁴ På 1930-talet påbörjades bygget av stamnätet. År 1936 fördes el från Norrland till mellersta Sverige för första gången, 1938 började samkörning av kraftverk över hela landet.²⁵ Stamnätet skulle bestå av fyra stamlinjer;

- en västlig mellan Trollhättan och Västerås
- en nordlig mellan Indalsälven och Västerås
- en sydlig mellan Trollhättan och Skåne
- en östlig mellan Örebro och Norrköping

Den västra stamlinjen var först ut, och togs i drift 1921. Den blev 315 km lång och hade den högsta linjespänningen dittills i Europa, 130 kV. Den västra stamlinjen kom att kallas

²¹ Pehrsson 1945, s. 113

²² Stymne 2002, s. 14

²³ Stymne 2002, s. 18

²⁴ Svenska kraftnät, 2016

²⁵ Svensk energi, 2015

centralblocket.²⁶ 1951 togs Harsprånget - världens första 400 kV-ledning i drift. Den sträckte sig 954 km från norra Norrland till Hallsberg.²⁷ Linjen bestod av 3 000 fackverksstolpar i stål.²⁸ 1952 kopplades alla elnäten i Sverige samman till ett nationellt nät.²⁹ Idag består stamnätet av 15 000 km kraftledningar, 160 transformator- och kopplingsstationer och 17 utlandsförbindelser.³⁰



Figur 3. Typisk stamnätslinje

2.4 Staten

Redan tidigt i utvecklingen fick staten upp ögonen för kraftöverföring och nyttan med den. Att staten tidigt kom in som aktör har haft stor betydelse för att elnätet idag ser ut som det gör. Eftersom staten intresserade sig för kraftöverföring i hela landet påskyndades utvecklingen mot större och större nät, som till slut utvecklats till ett rikstäckande elnät. Trollhättan har haft en stor betydelse för elnätsbyggandet. När vattenfallen i staden skulle byggas ut för kraftändamål blev det tvunget att lösa storskaliga juridiska, organisatoriska och tekniska problem. Det ledde till att kraft- och nätbyggandet blev en industri i sig självt. 1901 avgjordes det att fallen i Trollhättan skulle tillhöra staten. Det är med denna bakgrund som Vattenfall AB bildats, som från början hette *Kungliga Vattenfallsstyrelsen*. Den Svenska staten blev den första i världen att vara en kommersiell kraftföretagare.³¹

2.5 Idag och i framtiden

1989 togs den åttonde 400 kV-ledningen i Norrland drift. Då var den stora utbyggnadstiden för de riktigt långa överföringarna över. Sedan början av 1900-talet hade en stor upp- och utbyggnad av ett nationellt stamnät pågått. Efter slutet av 1980-talet har främst förstärkningar och kompletteringar av det befintliga elnätet skett.³² Än idag förstärks elnätet, detta är till stor del för att klara av den ökade anslutningen till förnybara energikällor, framförallt vindkraft.³³ Många ledningar och stationer börjar också bli gamla och nå slutet av sin livslängd och

²⁶ Stymne 2002, s. 19

²⁷ Ibid. s. 26

²⁸ Vattenkraft.info, kraftledningsstolpar

²⁹ Vattenfall, 2015

³⁰ Svenska kraftnät, Drift av stamnätet

³¹ Stymne 2002, s. 9 f.

³² Ibid. s. 47

³³ Svenska kraftnät, Verksamhet

behöver därför bytas ut.³⁴ Samhället blir också mer och mer beroende av el och toleransen mot elavbrott minskar, långvariga elavbrott accepteras inte längre. Det är också en stor anledning till att utveckla och förstärka elnätet.³⁵ Sveriges elnät har en hög leveranssäkerhet, under ett år har hela Sverige el 99,98% av tiden.³⁶ Sverige arbetar tillsammans med de andra Nordiska länderna och EU för att göra det möjligt med fri elhandel över gränserna, det bidrar också till att det svenska stamnätet behöver förstärkas.³⁷ Mycket av elnätet med spänningar från 130 kV och nedåt grävs idag ned, det minskar avbrotten som beror på hårt väder.³⁸

Det forskas ständigt på hur elnätet kan utvecklas på bästa sätt i framtiden. De större elbolagen, till exempel Svenska kraftnät och Vattenfall, bedriver forskning och utveckling. Tillgången på förnybara energislag, framför allt vindkraft, har ökat och utvecklingen fortsätter för att allt mer av elen ska komma från förnybara källor.³⁹



Figur 4. Nedgrävning av kabel.

³⁴ Svenska kraftnät, Nätutveckling

³⁵ Svenska kraftnät, Drivkrafter

³⁶ Svensk energi, elsajten

³⁷ Svenska kraftnät, Drivkrafter

³⁸ Vattenfall, eldistribution

³⁹ Vattenfall, Distribution

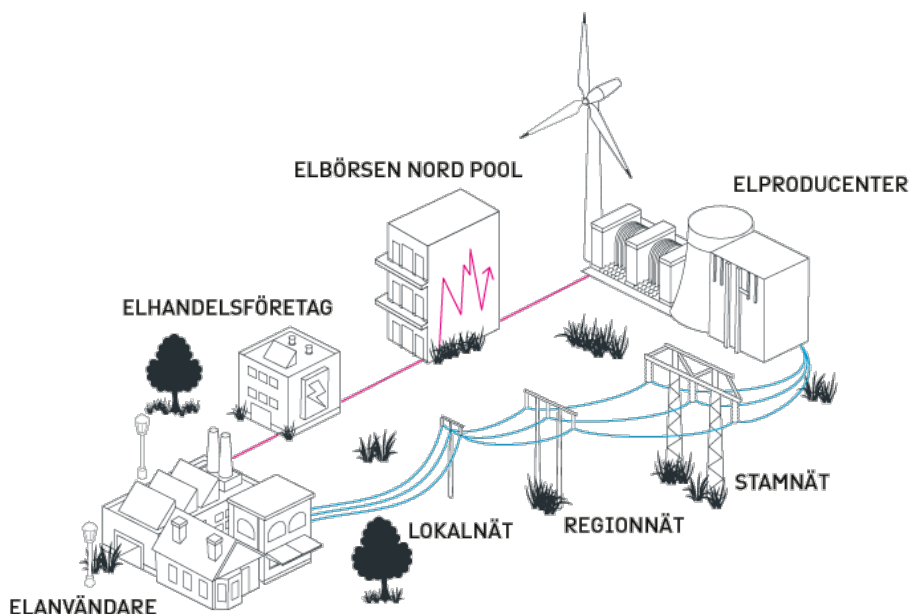
3. ELPRODUKTIONENS TEKNIK

I detta kapitel ges en grundläggande förklaring för tekniken som utgör elnätet. Det görs en översikt av hur elen distribueras och en förklaring till varför elnätet ser ut som det gör idag.

För att allt ska fungera krävs att det är balans i elproduktionen, det vill säga, det måste produceras lika mycket el som förbrukas.⁴⁰

3.1 Distribution

Distributionen av el via elnätet från en kraftkälla till konsument går via ett antal steg. Från kraftkällan alstras energin och går ut i stamnätet som har en spänning på 220 eller 400 kV. Från stamnätet transformeras spänningen ner till 130 kV på regionnätet. Från regionnätet transformeras spänningen ner ytterligare, till 10-20 kV på lokalnät. Slutligen distribueras elen från lokalnätet till konsumenten, då ligger spänningen på 400/230 V, i vägguttaget är spänningen 230 V.⁴¹



Figur 5. Elen vägar. © Svenska kraftnät

3.1.1 Kraftkällor

Den största delen av elen kommer idag från vatten- och kärnkraft. Men vi får också el från vind-, sol- och kolkraft samt kraftvärme.

⁴⁰ E.ON. Elnätet

⁴¹ Svensk energi, elsajten

Ungefär hälften av vår el kommer från vattenkraft. Vattenkraft är en förnybar kraftkälla som inte har några koldioxidutsläpp.⁴² Vattenkraften har använts för energiproduktion under mycket lång tid. Vattenkraften kommer inte att öka i Sverige då möjligheten att bygga ut vattenkraftverken är små.⁴³ Vattenkraften använder vattnet utan att förbruka det. Vattnet från regn och snö går också att lagra för att använda när det behövs. Produktionen kan bli ojämn, ett år med lite nederbörd blir produktionen lägre, medan den kan bli mycket hög under år med mycket nederbörd.⁴⁴



Figur 6. Vattenkraftsprocessen i Olidans kraftverk.

Kärnkraft står för en stor del av elproduktionen i Sverige och har gjort det sedan 1970-talet, då Ringhals togs i bruk. Det är ekonomiskt, leveranssäkert och har lågt koldioxidutsläpp.⁴⁵ Kärnkraft kan producera el under hela året, undantaget är produktionsuppehåll under sommaren för underhåll och byte av bränsle.⁴⁶ Kärnkraft är en mycket omdebatterad kraftkälla. Eftersom kärnkraften inte släpper ut växthusgaser och andra skadliga gaser är det egentligen en ren kraftkälla.⁴⁷ Problemet med kärnkraften är att avfallet som skapas är mycket farligt.⁴⁸ Uranbrytningen som sker i ett kärnkraftverk är skadlig för natur och miljö. Kärnavfallet är radioaktivt och det tar 100 000 år att bryta ner det. Det finns ännu ingen lösning på avfallsfrågan utan det lagras i väntan på en slutgiltig lösning.⁴⁹ Konsekvenserna vid en kärnkraftsolycka är förödande.

Vindkraft är det snabbast växande energislaget i Europa. Vindkraften medför inga koldioxidutsläpp, men då vinden inte går att lagra är det ett energislag som inte är möjligt att använda som självständig kraftkälla.⁵⁰ Eftersom vinden är växlande finns ingen garanti för att vindkraften producerar el när elanvändningen är hög, därför används ofta vattenkraften som reglerkraft.⁵¹ För att kunna producera vindkraft krävs att det inte är för mycket vind, men det får heller inte blåsa för mycket då vindkraftverken inte klarar för mycket vind.⁵²

Kraftvärme är en energikälla som producerar både el och värme, det är ett effektivt sätt att producera el. Däremot kan ett kraftvärmeverk endast producera el när också värmen

⁴² Svensk energi, elproduktion

⁴³ Vattenfall, vattenkraft

⁴⁴ Svensk energi, elproduktion

⁴⁵ Vattenfall, Vår kärnkraftverksamhet

⁴⁶ Svensk energi, elproduktion

⁴⁷ Miljöportalen, kärnkraft

⁴⁸ Kärnkraftsinformation.se

⁴⁹ Miljöportalen, kärnkraft

⁵⁰ Vattenfall, El- och värmeproduktion

⁵¹ Svensk energi, elproduktion

⁵² Informant 3

efterfrågas då produktionen sker i samma process.⁵³ I Sveriges kraftvärmeverk används till största del biobränsle, detta gör att koldioxidutsläppen minskar.⁵⁴

Solenergi är ett förnybart energislag som kan användas för att producera el. Solenergin medför minimal miljöpåverkan och användningen av detta energislag ökar.⁵⁵ Problemet med solenergi är, som med vind, att det är ojämn och växlande energi. Lyser inte solen tillräckligt genereras inte tillräckligt med el. Solenergin går inte heller att lagra.



Figur 7. Solpaneler

Kolkraft är ekonomiskt och ger en stabil och storskalig elproduktion.⁵⁶ Däremot genererar kolkraften mycket höga koldioxidutsläpp som bidrar till växthuseffekten.⁵⁷ Mycket forskning och nya tekniker syftar till att minska utsläppen från kolkraften.⁵⁸ Ett sätt att minska utsläppen från kolkraftverken är att elda mer biomassa. Biomassa är ett förnybart energislag som utgörs av organiskt avfall, det kan komma att spela en allt större roll i framtidens elproduktion. En fördel med biomassa är att den går att använda vid behov, exempelvis för att balansera vind- och solenergiproduktionen.⁵⁹

3.1.2 Stamnät

Hela Sveriges stamnät ägs sedan 1992 av Svenska kraftnät.⁶⁰ Det kan sägas vara elsystemets motorvägar.⁶¹ På stamnätet går spänningar på 400 eller 220 kV. Idag innefattar stamnätet ca 15 000 km ledningar som går från norra Norrland, genom hela Sverige och även 17 utlandsförbindelser.⁶² Stamnätet består mestadels av luftburna ledningar.

Kännetecknande för en stamnätsledning är de verkligt stora linjegatorna. Det är trädsäkra linjer, det vill säga, rensade från träd som kan falla över ledningen.⁶³ Träd nära linjegator utgör

⁵³ Svensk energi, elproduktion

⁵⁴ Vattenfall, Kraftvärme

⁵⁵ Svensk solenergi, fakta om solenergi

⁵⁶ Vattenfall, Kol

⁵⁷ El.se, kolkraft

⁵⁸ Vattenfall, Kol

⁵⁹ Vattenfall, biomassa

⁶⁰ Svenska kraftnät, nätutveckling

⁶¹ Svenska kraftnät, Drift av stamnätet

⁶² Svensk energi, elfakta, elnätet

⁶³ Informant 1

en säkerhetsrisk. En linjegata är trädsäker när fallande träd inte kan orsaka elavbrott.⁶⁴ En stamnättslinje består oftast av fackverksstolpar i stål. Stamnätet ansluter till regionnätet.



Figur 8. Modernt stamnät

3.1.3 Regionnät

Med regionledning avses en ledning som omfattas av en nätkoncession för linje och där spänningen understiger 220 kilovolt.⁶⁵ Regionnätet ansluter till stamnätet och har vanligtvis spänningsnivåer mellan 130 och 30 kV. Regionnätet ägs för närvarande huvudsakligen av tre stora energibolag; Vattenfall AB, E.ON och Ellevio.⁶⁶

Regionnätet har även de breda linjegator, därför kan det vara svårt att urskilja det från stamnätet. Det är dock större variation på ledningsstorlek i regionnätet än i stamnätet och regionnätet har många linjer som är uppbyggda av trästolpar.

En del av regionnätet är kablfierat, alltså nedgrävt. Fördelen med att gräva ner kabel är att det är mindre risk för avbrott på grund av väder eller nedfallna träd. Däremot är jordkabel svårare att reparera vid skada på kabeln.⁶⁷ Regionnätet försörjer lokalnäten med ström.



Figur 9. Regionnät

⁶⁴ Mebus (red) 2014, s. 50 f.

⁶⁵ SFS 1997:857

⁶⁶ Svensk Energi, elfakta, elnätet

⁶⁷ Svensk energi, elsajten

3.1.4 Lokalnät

Lokalnäten delas upp i högspänning, där spänningsnivåerna oftast är 10-20 kV och lågspänning, med spänningsnivåer på 400/230 V. Ledningslängden på lågspänningsnäten i Sverige är drygt 312 000 km. Mycket av lågspänningsnäten grävs idag ned, ungefär 246 000 km är nedgrävt, men den siffran stiger allt eftersom ännu mer grävs ned.⁶⁸

De lokala näten ägs vanligtvis av mindre energiföretag, ofta kommunala bolag, men även de stora energibolagen, Vattenfall, E.ON. och Ellevio äger lokalnät på flera ställen i landet.⁶⁹ I vissa fall ägs näten av privata energibolag. Från lokalnätets lågspänningsnät går elen in till konsumenten med en spänning på 400/230 V.

Lokalnäten är av mindre skala än regionnätet, men kan ändå ibland se liknande ut och därför vara svårt att urskilja. Ofta består lokalnätet av lägre trästolpar och det går ofta närmare bebyggelsen än de andra näten.



Figur 10. Lokalnät

3.2 Konstruktion

Det finns ett antal olika konstruktioner som utgör elnätet. Nedan förklaras dessa kortfattat.

3.2.1 Stolpar

Elstolparna har genom åren funnits i olika material och utformningar, utseendet på dem beror på att de ska bära upp en viss ledning och stå på platser med olika mark- och klimatförhållanden.⁷⁰ Hur stolparna ser ut är ingen tillfällighet. De är konstruerade efter höga krav och standarder. Varje del av stolparna har en teknisk riktlinje och standard.⁷¹

De stolpar som används vid överföring av höga spänningar är vanligtvis byggda som fackverk i stål, det förekommer även stolpar i betong och komposit. För spänningar på 130 kV och nedåt är det vanligast med trästolpar.

⁶⁸ Svensk energi, Elfakta, Elnätet

⁶⁹ Ibid.

⁷⁰ Tofte 2013, s. 9

⁷¹ Ibid. s. 29

Fackverksstolpar är alltid byggda i stål och kan vara upp till 60 meter höga.⁷² Betongstolpar är dyra och används därför inte särskilt ofta. Däremot tar de upp betydligt mindre plats än en fackverksstolpe.⁷³



Figur 11. Betong- och fackverksstolpe

Trästolpar är upp till 20 meter höga. Upp till två meter av trästolpen kan vara under jord.⁷⁴ En trästolpe som står i en rak linje är ofta fristående eftersom tillräckligt mycket av stolpen är under jord. Om stolpen står på berg är den vanligen trestagad då det inte går att gräva ned den tillräckligt för att den ska kunna stå själv.⁷⁵ Träslaget som används i trästolpar är idag senvuxen fura impregnerad med kreosot.⁷⁶ Förr användes olika träslag, ofta togs de träd eller stora grenar som såg tillräckligt raka ut och monterades direkt, utan någon behandling.⁷⁷ Eftersom trästolpar är impregnerade med kreosot blir stolpen, när den tas ur bruk, farligt avfall. Kreosotimpregnering har använts mot röta på trästolpar i över 100 år. Kreosot är hälsofarligt, men ingen annan impregnering har ännu utvecklats som kan få en stolpe att hålla lika länge. Med kreosotimpregnering kan en stolpe, förutsatt att den står på ett torrt ställe, hålla i över 90 år. På kustnära ställen håller en impregnerad stolpe dock endast upp till 60 år.⁷⁸

De vanliga materialen i stolpar har några nackdelar. Trästolpar ruttnar så småningom, stål har dyra underhållskostnader och betong vittrar och faller sönder i sinom tid. Därför används ibland stolpar i plast eller komposit. Dessa material är hållbara och relativt ”underhållsfria” men dyra.⁷⁹

⁷² Tofte 2013, s. 13

⁷³ Ibid. s. 21

⁷⁴ Ibid. s. 17

⁷⁵ Informant 1

⁷⁶ Rundvirke poles AB

⁷⁷ Informant 2

⁷⁸ Tofte 2013, s. 19

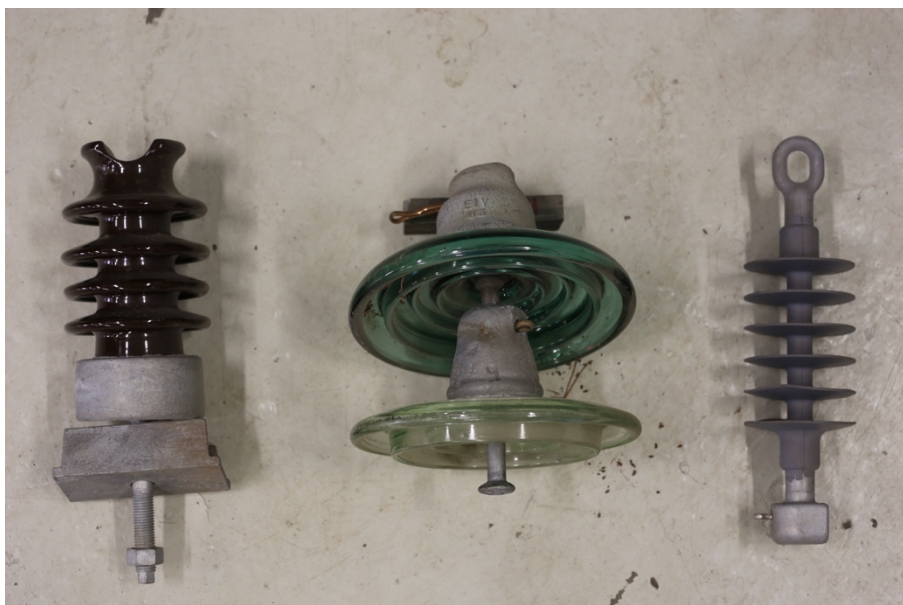
⁷⁹ Ibid. s. 23



Figur 12. Trästolpar med uppåtstående porslinsisolatorer.

Förutom själva stolpen finns andra delar som utgör hela stolpkonstruktionen. Det finns *regel*, *topplina*, *stag*, *isolatorer/ isolator kedjor*, *ljusbågsborn*, *linbällare*, *vibrationsdämpare* och *lina*, vilken är den strömledande delen.⁸⁰

Isolatorerna är det som möjliggör att hänga oisolerade linor på stolparna.⁸¹ För att strömmen ska gå rätt väg får inte en oisolerad luftlina ha kontakt med något annat, därför används isolatorer.⁸² Isolatorer kan vara av porslin, glas eller komposit. En isolator kedja består också av en cylinder i gjutjärn och är rörlig mellan isolatorelementen. I en 400 kV-ledning kan ett enda isolatorelement i glas väga 12 kg.⁸³ Isolatorerna och isolator kedjorna är vanligtvis balkmonterade och kan vara uppåtstående eller nedåthängande.⁸⁴ De kan också visa vilken spänning som går på ledningen. Antalet isolatorelement beror ofta på spänningsnivån. På en 220 kV-linje finns 12-16 isolatorelement, på en 400 kV-ledning 16-20. Antalet isolatorelement kan dock skilja sig i olika delar av landet. På västkusten används ofta fler, på grund av saltet i luften.⁸⁵



Figur 13. Porslin- glas- och kompositisolatorer

⁸⁰ Tofte 2013, s. 27

⁸¹ Ibid. s. 55

⁸² Informant 1

⁸³ Tofte 2013, s. 61

⁸⁴ Informant 1

⁸⁵ Tofte 2013, s. 38

Den 315 km långa västra stamlinjen byggdes 1921 med 1 192 fackverksstolpar i järn, 414 betongstolpar och 15 trästolpar.⁸⁶ Harsprängslinjen byggdes 1951 med 3 000 fackverksstolpar i stål.⁸⁷

3.2.2 Linor

I linorna går själva strömmen. Kraftledningslinor finns i två huvudsakliga typer. Den ena kallas stålaluminiumlina, den har en kärna av en eller ett flertal ståltrådar för sträckhållfasthet. Runt ståltrådarna lindas aluminiumtrådar, det är dem som leder strömmen. Den andra typen är linor av aluminiumlegering, alltså linor utan stål kärna.⁸⁸ Dessa typer av linor används för alla spänningsnivåer, i olika tjocklek beroende på spänning och kraftöverföring.⁸⁹

Luftledningar kan delas upp i tre olika typer; Oisolerade linor, belagda linor och hängkabel. En oisolerad lina är, som namnet antyder, en helt bar lina som hänger fritt i luften. Belagda linor har en beläggning av polyeten som till viss del isolerar. Det innebär att avståndet mellan linorna samt isolatoreernas storlek kan minskas. En belagd lina är tåligare för trädpåfall än en oisolerad lina. Hängkablar finns i två olika utföranden; självbärande hängkabel och hängkabel med bärlina.⁹⁰



Figur 14. Stålaluminiumlina, hängkabel & hängspiralkabel med bärlina.

3.2.3 Transformatorstationer och ställverk

En transformatorstation fungerar som en knutpunkt i elnätet. Där förändras spänningsnivån och elen fördelas till nya ledningar. Vid en kraftkällas kraftverk transformeras spänningen upp för att gå ut på stamnätet. Från stamnätets 400 kV-linjers slut transformeras spänningen ned i stora transformatorstationer och går ut i flera mindre 130 kV-ledningar på regionnäten. I regionnäten finns mindre transformatorstationer som vanligen kallas mottagningsstationer. Därifrån transformeras spänningen ned ytterligare till lokalnätets 20 eller 10 kV.⁹¹ Lokalnätets transformatorstationer är mycket mindre än stam- och regionnätets och finns i många olika

⁸⁶ Stymne 2002, s. 20

⁸⁷ Vattenkraft.info, kraftledningsstolpar

⁸⁸ Tofte 2013, s. 47

⁸⁹ Informant 1

⁹⁰ Ibid.

⁹¹ ABB, transformatorstationer

utformningar. De vanligaste ser ut som små kiosker i plåt eller betong. Där transformeras spänningen från 10 kV till 400/230 V.⁹²

I transformatorstationerna finns ställverk för inkommande ledningar, själva transformatorn, samt ett ställverk för utgående ledningar. Det finns ställverk som är rena fördelningsstationer där spänningen fördelas, utan att transformeras, alltså samma spänning in som ut.⁹³



Figur 15. Transformatorstation med ställverk.

3.3 Generationer

Dagens elnät är mycket likt de äldre generationerna av nät. Det moderna elnätet är möjligen något storskaligare. Men grundtekniken är relativt oförändrad. Detta gör det svårt att se olika tider i elnätet. Det är svårt att se skillnad på en gammal och en modern ledning om en inte vet vad en tittar efter. När två ledningar av olika tid korsar varandra i en linjegata kan det gå att se skillnad.

Gamla linjer med trästolpar har krokhängda porslinsisolatorer med järn- eller koppartråd. Dessa linjer är sällsynta idag, men ett fåtal finns kvar, exempelvis vid Råda säteri i Mölnlycke, Härryda kommun.⁹⁴



Figur 16. Lågspänningslinje med krokhängda porslinsisolatorer och koppartråd

⁹² Informant 1

⁹³ ABB, ställverk

⁹⁴ Informant 1

En del trästolpar är märkta med en skylt där det står vilket år de är tillverkade.⁹⁵ Det finns en äldre typ av trästolpar som är osvarvade, de kan vara ojämna på ytan. Modernare stolpar är svarvade och träet är då slätt och jämnt.⁹⁶ Elstolpar tillverkade i komposit tillhör de yngre generationerna av stolpar.

Genom att studera äldre kartor kan en se om en linje eller linjegata är gammal, eftersom kraftledningar länge märkts ut på kartor, dock kan stolpar och ledningar ha bytts ut flertalet gånger sedan linjen kom till. Det är svårt att urskilja generationer av linjegator endast utifrån sträckningen eftersom kraftledningar sedan början har dragits genom svår terräng.



Figur 17. Årsmärkning på trästolpe, 1948.

⁹⁵ Tofte 2013, s. 17

⁹⁶ Informant 1

4. FALLSTUDIER

I detta kapitel presenteras fallstudier av landskapsutsnitt där elnätet finns med, dominerande eller som ett inslag som smälter in i landskapet.



Figur 18. Platserna för de tre fallstudierna utmärkta. ©Lantmäteriet

4.1 Stora Bugärde

Området Stora Bugärde ligger i Härryda kommun i Västra Götalands län. Skogsområden och många sjöar dominerar landskapet.



Figur 19. Karta över Stora Bugärdes position. ©Lantmäteriet

4.1.1 Landskapsbeskrivning

Ett stort skogsområde med blandskog dominerar landskapsbilden i Stora Bugärde. En ensamgård ligger vid slutet av en asfalterad väg. På båda sidor av vägen finns beteshagar för får. En kraftledningsgata med två stamnätslinjer öppnar upp en öppen yta i landskapet, det är i linjegatan beteshagarna är. En raserad stengärdesgård och stängsel avgränsar beteshagen på ena sidan vägen från kraftledningens stolpar. På den här platsen delar sig stamnätslinjerna, den ena fortsätter rakt fram medan den andra vinklas. Efter att linjerna delat på sig bildas två linjegator, med blandskog emellan för att skilja dem från varandra.



Figur 20. De två stamnätslinjerna i Stora Bugärde

4.1.2 Elnätets påverkan på landskapet

Igenom Stora Bugärde kommer en del av stamnätet med en spänning på 400 kV. Hit kommer två linjer som delar sig på platsen. Linjerna består av höga fackverksstolpar och oisolerade linor. I närheten av linjerna ligger bebyggelse i form av bondgårdar och fritidshus. Elnätet skär här igenom landskapet på ett ganska brutalt sätt. Eftersom den ena linjen vinklas här skapas efter delningen två linjegator i landskapet, som bidrar till det brutala intrycket som linjegatorna skapar. Den i övrigt täta skogen som kantar linjegatorna är svårframkomlig, här underlättar linjegatorna framkomligheten för de som vill röra sig i naturen i Stora Bugärde. Det bildar två storslagna öppna linjegator som ger vyer som utan linjerna inte hade funnits.



Figur 21. Linjegata i Stora Bugärde

4.1.3 Kulturhistorisk analys

Stamnätlinjen kontrasterar mot den lantliga miljön. En linjegata i den storleken och med mycket höga stolpar gör ett ingrepp i landskapsbilden. Det kan antingen ses som en symbol och en berättelse över det moderna samhället, eller som en förvanskning av den kulturhistoriska miljön med gård och betesmark i Stora Bugärde.



Figur 22. Ortofoto. Linjegatorna och dess delning syns tydligt. ©Lantmäteriet

4.2 Harås

Harås är ett område i Spekeröd som ligger i Stenungsunds kommun i Västra Götalands län. Harås är ett jordbruksområde som ligger i en dal med mycket berg och skogar som omger dalen.



Figur 23. Karta med Harås utmärkt. ©Lantmäteriet

4.2.1 Landskapsbeskrivning

Åt nordväst i dalen reser sig ett berg, barrskog täcker hela berget, med enstaka lövträd i bergskanten. Nedanför berget ligger två gårdar, båda med vitmålade manhus och rödmålade

ladugårdar. Den västra av gårdarna, Torps gård, har djurhållning med mjölkkor. En grusväg går framför gårdarna. Framför grusvägen finns beteshagar och åkrar som avgränsas från varandra med stängsel och stengärdesgårdar. En å rinner mitt igenom dalen. Dessa tillsammans bildar en öppen dalgång. Enstaka små lövträd står mellan hagarna och åkrarna i dalen. En kraftledning sträcker sig från den nordvästra till den östra delen av dalen.



Figur 24. Dalen i Harås med Torps gård till vänster i bild

Som ett instick på en skogbeklädd höjd i nordväst i dalen ligger Mellby gård, med gulmålat manhus och rödmålad ladugård. Mot öster finns en rödmålad villa i dalen, ovanför den ligger Harås gård, med gulmålat manhus och rödmålad ladugård. Förbi villan och Harås gård går en asfalterad väg. Kraftledningen går över vägen och upp i skogen över berget på den östra sidan av dalen. Även på denna sida av dalen dominerar barrskog, med inslag av lövträd. Vid bergets nederkant går en stengärdesgård. Till sydost i dalen ligger Harås Västergård/Gössby, en gård med ett gulmålat manhus och rödmålad ladugård.



Figur 25. Dalen åt norr

4.2.2 Elnätets påverkan på landskapet

Igenom dalen går en 130 kV-linje.⁹⁷ Linjen kommer över berget på ena sidan av dalen, går mitt igenom dalen för att sedan gå in i skogen och upp på berget på andra sidan. En fackverksstolpe står uppe på berget på den nordvästra sidan av dalen, nära vägen nedanför berget står en balkmonterad parstolpe i trä. Ute på en av åkrarna står en parstolpe i trä, också den balkmonterad. Ytterligare en likadan stolpe står på en åker/äng åt öster i dalen. Två parstolpar i trä står på berget, fackverksstolpar tar över lägre in i skogen på den östra sidan. Elnätet samspelar här med den lantliga miljön och bidrar till den lantliga och ålderdomliga känslan. Dalen, som mestadels består av åkermark, får genom elnätet något som fyller ut den.



Figur 26. Harås. Mellby gård skymtar bland träden på höjden

4.2.3 Kulturhistorisk analys

De flesta av gårdarna i Harås har funnits sedan innan linjen kom till. Torps, Harås, Harås Västergård och Mellby gårdar finns med på storskifteskartorna från det sena 1700-talet. Tomten där den rödmålade villan nedanför Harås gård står har varit bebyggd sedan 1800-talet. Mer bebyggelse har tillkommit under 1900-talet. Här är elnätet alltså ett tillägg, en årsring, som smälter in i landskapet. Troligen är det inte många som reflekterar över linjen som går igenom dalen, men ändå är den ett väsentligt inslag i landskapsbilden. Kanske tänker en inte på linjen, men den kan fungera som ett riktmärke för folk i ett annars ganska homogent landskap. Elnätet bidrar till kulturmiljön och tillför ett kulturhistoriskt värde.

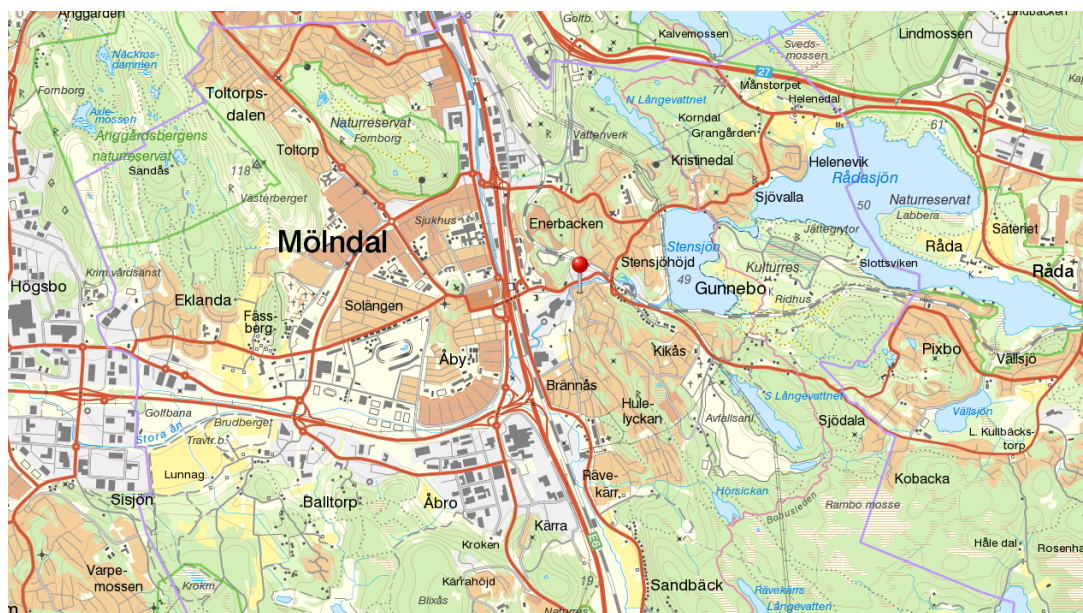


Figur 27. Harås gård till vänster. Kraftledningen går upp på berget.

⁹⁷ Stenungsunds kommun 2014, s. 5

4.3 Mölndals kråka

Mölndals kråka ligger i Mölndals kommun, i Västra Götalands län. Området tillhör en gammal industrimiljö och ligger på en höjd ovanför det moderna Mölndal och är klassat som riksintresse för kulturmiljövården.



Figur 28. Mölndals kråka utmärkt. ©Lantmäteriet

4.3.1 Landskapsbeskrivning

Landskapet i Mölndals kråka är ett tätbebyggt område med bebyggelse främst från det sena 1800-talet och tidigt 1900-tal. Området har en välbevarad industri- och bostadsbebyggelse. Bebyggelsen består av gamla arbetarbostäder, mestadels i trä, med karaktär av ett egnahemsområde, som uppfördes av industriarbetarna på orten.⁹⁸ Kullerstengator finns kvar i stora delar av området, men några gator har asfalterats. De flesta av husen är målade i ljusa kulörer, men några falurödfärgade hus finns också. Gatorna är smala och slingrar sig upp längs berget. Det ger ett gemytligt och pittoreskt uttryck till området. Intill många av gatorna står elstolpar med lågspänning, gatubelysning och telefonledningar. Flera elstolpar står också vid tomtgränser och inne i trädgårdar.



Figur 29. Gata i Mölndals kråka. Elstolpe till höger om mitten i bild

⁹⁸ Bundsen 2003, s. 11

4.3.2 Elnätets påverkan på landskapet

I Mölndals kråka går lågspänningsledningar med hängspiralkabel genom hela området. På trästolparna hänger också gatubelysning och telefonledningar. Elnätet går här åt flera håll i landskapet och går in på flera av husen och i trädgårdar. Elstolparna står ofta mycket nära husen eftersom gatorna är smala och bebyggelsen mycket tät. På grund av att Mölndals kråka är belagt på ett bergigt underlag är det svårt att gräva ned luftledningarna och därför kommer de med största sannolikhet stå kvar under en lång tid.



Figur 30. Elnät i Mölndals kråka

4.3.3 Kulturhistorisk analys

Elnätet kan i Mölndals kråka ge ett något stökigt intryck då det går kors och tvärs igenom landskapet. Rent elmässigt är Mölndals kråka en mycket ovanlig miljö eftersom allt går i luften, direkt in på husen och nästan inget är nedgrävt. Det gör det till en speciell miljö eftersom det numera är väldigt ovanligt att det är så mycket luftledningar i tätbebyggda områden. Att det är på detta sätt kan vara en bidragande faktor till att det ser rörigt och stökigt ut, helt enkelt för att vi inte är vana vid att det ser ut så här. Förr var det dock väldigt vanligt, och Mölndals kråka skulle till och med kunna se städut om en jämför med hur det såg ut i många andra liknande miljöer.



Figur 31. TV: Mölndals kråka TH: Göteborg tidigt 1900-tal

5. TEKNIKHISTORIA I LANDSKAPET – ANALYS

Elnätet är en produkt av och en förutsättning för det moderna samhället.⁹⁹ Enligt konstprofessor Lundberg, under Vattenfalls naturvårdskonferens 1958, besitter en ”400 kV-ledning samma sorts skönhetsvärden som ett grekiskt tempel i klipplandskap”.¹⁰⁰

Elnätet både följer och trotsar landskapet, liknande människan. Elnätet står som en tyst markör i landskapet över något utav det viktigaste i vårt samhälle. Det vittnar om vår historia och det ser till att vi kan leva de liv vi vill. Det kan sägas vara *brutalt vackert*.

5.1 Vad symboliserar elnätet?

El är det största som hänt människan i modern tid. Det är en förutsättning för att vi ska må bra och kunna ha den livsstil vi har idag.¹⁰¹ Innan elnätet kom till styrde solen arbetet, människor arbetade från gryning till skymning. På grund av elektriskt ljus kunde det förhållandet ändras och industrier kunde vara igång dygnet runt. Det är tack vare elektriciteten som storstäder idag ”*aldrig sover*”.

När elnätet började byggas gick utvecklingen mycket fort. Idag finns stora tunga maskiner som kan underlätta arbetet med elnätet, trots det byggs och utvecklas det på liknande sätt idag som förr. Förr användes till största del mankraft för att bygga elnätet. Det är en fantastisk bedrift när en tittar på hur och i vilka miljöer det är byggt. Elnätet har sedan början trotsat mycket svår terräng, att bygga det innebar en stor ansträngning som förtjänar att uppmärksammas.

Elnätet utgör ett stycke teknikhistoria i landskapet. Det hör till vår infrastruktur och är en förutsättning för att vi ska klara oss i det samhälle vi lever i idag; det hör till vår kultur – alltså är det kulturhistoria, och besitter ett kulturhistoriskt värde. Elnätet är en symbol för det moderna samhället. Det symboliserar en av de viktigaste utvecklingarna i vår infrastruktur. Ändå är det inte något som allmänheten ägnar någon tanke åt.



Figur 32. Arbeta i stolpe, 1920-tal

⁹⁹ Birka energi 1999, s. 7

¹⁰⁰ Lalander & Gradin 1984, s. 8

¹⁰¹ Svensk energi, elfakta, elanvändning

5.2 Hur påverkar elnätet landskapet?

Elnätet skapar miljöer i landskapet. Linjegator öppnar en öppen remsa i landskapet, det kan anses vara ett brutalt ingrepp och förstörande i naturen. Det kan också ses som värdeskapande, linjegator kan bidra till biologisk mångfald där flera djurarter och växter finner perfekta miljöer att leva i.¹⁰² Linjegator skapar också en öppen natur för framkomlighet för djur och människor. En kraftledning är ett väldigt bra ställe för fåglar att sitta på, eftersom de inte har någon kontakt med jord utgör det heller ingen risk för dem att sitta där.



Figur 33. Linjegata, till viss del över vatten

Olika typer av linjer påverkar landskapet på olika sätt. I till exempel en lantlig miljö med bondgårdar och annan lantlig bebyggelse kan en lågspänningslinje förstärka känslan av att det är en gammal miljö, trots att elnätet ofta tillkommit senare än mycket utav bebyggelsen. En större linje, som till exempel en stamnätlinje kan däremot uppfattas helt annorlunda mot lågspänningslinjer. En stor linjegata med stora fackverksstolpar uppfattas som modern och som att den skär igenom landskapet istället för att smälta in. Men i många miljöer smälter elnätet in på ett sätt som gör att en inte tänker på att det är där. Det tyder på att det i många fall är ett accepterat inslag. Förmodligen upplevs elnätet i mindre skala smälta in bättre än med större linjer då det är lättare att landskapsanpassa mindre elnät än större, så är fallet när en jämför till exempel Harås och Stora Bugärde.

5.3 Går det att se olika generationer och tider?

Vissa trästolpar har årsmärkning kvar, en del finns kvar sedan 1940-talet. Osvarvade trästolpar hör till de äldre generationerna. Det är annars svårt att se generationer om en inte vet vad en tittar efter. De mindre linjerna, på lokalnäten, kan vara lättare att se olika generationer på. På lokalnäten har det hänt betydligt mer i utvecklingen som går att se. En stor skillnad är att linjerna i tidigare generationer byggdes med osvarvade trästolpar med krokhängda porlinsisolatorer och oisolerad järn- eller koppartråd. Numera byggs lokalnäten med plastbelagda linor eller hängspiralkabel, eller så grävs de ned. Det går att se spår efter de tidiga elnäten på äldre bebyggelse. Ofta sitter fyra porlinsknoppar kvar, förr gick koppar- eller järntråd hela vägen in på husen och hängde då på porlinsknopparna. På vissa ställen, exempelvis i Mölndals kråka, går idag hängspiralkabel hela vägen in på husen. Vanligast är dock att en nedgrävd kabel för in elektricitet i husen.

¹⁰² Länsstyrelsen i Jönköpings län



Figur 34. Gamla porslinsknoppar på hus.

5.4 Är det infrastruktur som bara existerar utan att en tänker på det?

Elnätet är ett märkligt fenomen, det är livsviktigt för oss, men det är sällan det uppmärksammas eller reflekteras över det. Eftersom hela elnätet är ihopkopplat är det en enorm struktur – det går inte att se början och slut. Det går att jämföra med exempelvis en bro, där går det att se början och slut och uppskatta ingenjörskonsten. Elnätet går inte att se i sin helhet, men det är en stor struktur och en avancerad ingenjörskonst.



Figur 35. Fackverksstolpe

Det är svårt att tänka sig hur livet och samhället skulle se ut utan elektricitet. När en tänker på hur mycket av det som används i vardagen som går på el är det svårt att förstå hur människor klarade sig utan det förr. Utan elektricitet hade vi fortfarande kunnat bygga hus och leva bra liv, men hushållsarbetet hade tagit många gånger mer tid än det gör idag. Många hjälpmedel som är livsnödvändiga för människor hade inte funnits utan el; det hade inte funnits apparater som används inom exempelvis sjukvården, hissar, elektriska dörrar, mobiltelefoner eller datorer etc. Allt detta, och mer, finns tack vare elektriciteten, som tack vare det elnät vi har idag är så effektivt som möjligt.

Elnätet är en stor del av vår infrastruktur som sträcker sig från norra Norrland och ner över kontinenten. Trots detta är det knappt att en reflekterar över det när en rör sig i landskapet. Det är så självklart för oss, att det existerar som tysta strukturer som vi inte tänker på. Men när något går fel och det blir strömavbrott blir många nästan som lamslagna för att vi är så beroende av el. Då är det uppenbart vilken stor del elnätet har i våra liv.



Figur 36. Trädfäll på kraftledning

5.5 Bör det och går det att bevara?

Allt går inte, och bör inte, bevaras. Det passar inte i alla miljöer, i exempelvis en gammal bymiljö som är relativt välbevarad från tiden före elektrifieringen passar inte elnätet alltid in. Men i vissa fall, t.ex. Harås, kan det vara en årsring som är väl värd att bevara för att visa på teknik- och infrastrukturhistoria och en struktur som är livsviktig för oss i vårt moderna samhälle och i vår historia.

Elnätet går inte att byta användningsområde på, som det gör med byggnader. Elstolpar i trä går att återanvända till exempelvis lyktstolpar (se figur 37), eller till odlingsbäddar i trädgårdar, men på grund av kreosoten som stolparna är impregnerade med kan detta vara olämpligt. Ett



Figur 37. Gammal elstolpe som används för belysning

alternativt användningsområde för gamla kraftledningsgator som tagits ur bruk hade möjligen kunnat vara att göra om det till linbanor för upplevelser i naturen.

Samtidigt är elnätet interaktivt, det används och förstärks hela tiden och måste därför alltid följa samhällsutvecklingen. Därför är det svårt att ta en gammal linje ur bruk och ersätta den. En linjegata är ett stort ingrepp i naturen och det är svårt att skapa nya på grund av markägare, kommungränser och bestämmelser som t.ex. detaljplaner, kulturmiljölagen, skogsvårdslagen, ledningsrättslagen etc. Därför är det, många gånger, lättare att återanvända de linjegator som finns de gånger det byggs nya linjer. På så sätt bevaras linjegatornas påverkan på landskapet.

Elnätet är till synes simpelt och något intetsägande. Det går inte att ta sig till det för att njuta av miljön på samma sätt som det gör med till exempel ett gammalt slott, hus eller andra kulturmiljöer.

Det är svårt att se historien och människooöden bakom elnätet, om en inte är djupt insatt och intresserad. Dess historia är inte uppenbar.



Figur 38. Elnät i linjegata

6. DISKUSSION OCH SLUTSATS

Landskapet skapas och påverkas av många olika komponenter som tillsammans bildar en enhet. Människan är till största del med och påverkar landskapet, dess utformning och gestaltning. Landskapets karaktär är ett resultat av påverkan och samspel mellan naturliga och/eller mänskliga faktorer. På liknande sätt är elnätet ett resultat av mänskligt samspel och konfrontation med naturen och dess resurser. Elnätet utgör aktiv teknikhistoria i landskapet men det uppmärksammas mycket sällan ur ett kulturhistoriskt perspektiv. Trots det har elektriciteten, därmed också elnätet, en stor del i vår kultur och är livsviktigt för vårt samhälle.

Som bebyggelseantikvarier, eller andra kulturvårdsarbetare, måste vi kunna läsa landskapet. Vi måste kunna förstå vad det säger oss. För att kunna göra det måste vi se hela bilden, med alla delar och detaljer. Elnätet är en del i landskapet på många ställen i Sverige. Dess roll kan tolkas olika av olika människor. Som bebyggelseantikvarier bör vi förstå att elnätet har en stor roll i utvecklingen av vårt moderna samhälle.

Tekniken för kraftöverföring med hjälp av elektricitet har funnits länge, elnätet började utvecklas för drygt 100 år sedan och är fortfarande oöverträffat, rent tekniskt sett. När vi arbetar med bebyggelsemiljöer som på ett eller annat sätt innefattar elnätet bör därför en analys av elnätets roll i det aktuella landskapet göras. I vissa fall kan det utgöra en årsring värd att bevara, i andra fall är elnätet på platsen byggt innan bebyggelsen som finns idag och i andra fall är elnätet en förvanskning av uttrycket på platsen och det skulle därför vara en fördel att gräva ned det.

Ur ett kulturhistoriskt perspektiv har elnätet vissa effekter på landskapet. Det är ett synligt minnesmärke över hårt arbete, tekniska framsteg och samhällsutveckling under drygt 100 år. Det tillhör kulturhistorien på så sätt att det skapats av människan, för en kultur som utvecklats ur elektricitetens tillgångar och effekter.

Elnätet är svårt att göra tillgängligt för allmänheten. Det går att ta del av dess historia till viss del genom till exempel museet Elyseum i Göteborg eller kraftverksstationer som Olidan i Trollhättan som erbjuder guidade visningar. Det driftsatta elnätet är dock svårt för allmänheten att ta del av på grund av att det är så stort; det går inte att uppskatta någon helhet. Det går däremot att betrakta i landskapet och det är på många ställen möjligt att röra sig i linjatorer, men ofta håller en sig nog på avstånd från kraftledningar på grund av försiktighet och rädsla. Det går inte att på samma sätt som med kraftverksstationerna göra till besöksmål för allmänheten. Elnätet kan dock användas som rikt- och landmärken när en rör sig i landskapet.

En slutsats är att det finns kulturhistoriska aspekter kring elnätet, men de belyses sällan och anses troligen inte så allmänt intressanta utöver kraftverksbyggnadernas kulturhistoriska värden. Elnätet är aktivt och utvecklas, de enskilda komponenterna har ingen särskilt hög livslängd, kanske är det en ytterligare anledning till att det förbises. Eftersom själva kraftledningarna inte är byggnader eller på annat sätt utpekade som kulturhistoriskt intressanta miljöer är det relativt obemärkt inom kulturvårdssektorn.

Den ytterligare slutsatsen som går att dra är att, trots att elnätet har många intressanta aspekter, har det sällan lyfts något kulturhistoriskt perspektiv på det. Elnätet förtjänar dock att ägnas en större uppmärksamhet från bebyggelseantikvarier och den övriga kulturvårdssektorn.

7. SAMMANFATTNING

Denna uppsats utgör examensarbete vid Bebyggelseantikvariskt program på institutionen för kulturvård vid Göteborgs universitet.

Uppsatsen behandlar Sveriges elnät ur ett landskapsperspektiv. Bakgrunden till uppsatsens tillkomst är att elnätet är landsomfattande och har funnits, i större eller mindre skala, i drygt 100 år. Tekniken för elnätet är än idag mycket likt det som tillkom under slutet av 1800-talet, men trots det har det saknats en kulturhistorisk synvinkel på det och dess påverkan på landskapet.

Syftet med uppsatsen är att belysa kulturmiljöaspekter kring elnätet i landskapet och att undersöka ett bebyggelseantikvariskt förhållningssätt till det. Vidare är syftet att analysera elnätet som kulturarv samt att undersöka några miljöer för att exemplifiera landskapseffekten elnätet ger. Ett ytterligare syfte är att kort undersöka om och hur allmänheten kan bli uppmärksammas på dessa miljöer. Målsättningen med uppsatsen är att fler ska få upp ögonen för elnätet som ett infrastrukturellt kulturarv som visar på teknikhistoria i landskapet.

Frageställningar som uppsatsen har för avsikt att besvara är; *hur ska vi förhålla oss till elnätet ur en bebyggelseantikvarisk synpunkt?*, *Sett ur ett kulturmiljöperspektiv, vilka effekter har elnäts kraftledningar på landskapet?* Samt; *kan allmänheten ta del av elnätet som ett kulturarv?*

Metoden för uppsatsen är litteratur- och fallstudier. Litteraturstudierna har fokuserat på landskapslitteratur, teknik- och industrihistorielitteratur samt texter om elproduktionens teknik som den är idag. Fallstudierna har genomförts på tre olika miljöer i Västra Götalands län där elnätet på olika sätt påverkar landskapet på den aktuella platsen.

Uppsatsens teoretiska referensram grundar sig på landskapsforskning som analytisk ingång och teknikhistoria. En utgångspunkt är att landskapets karaktär är ett resultat av påverkan och samspel mellan naturliga och/eller mänskliga faktorer och att elnätet definitivt är ett resultat av mänsklig påverkan i samspel och konfrontation med naturen. Det var när den trefasiga växelströmmen introducerades som stora kraftmängder kunde börja transporteras över mycket långa avstånd. Detta har lett till att stora delar av landskapet är påverkat och skapat av kraftledningar som för kraft från en kraftkälla till en konsument. I landskapet möts många tillgångar och värden. Elnätet är en tillgång för vårt samhälle, likväl som det besitter olika värden, bland annat kulturella. Tekniken som används för att transportera kraft över långa avstånd med hjälp av elektricitet är fortfarande oöverträffat trots att den nu har använts i över hundra år. Elnätet är teknikhistoria i landskapet. Det är en företeelse som sällan uppmärksammas, men samtidigt är dess resultat livsviktigt i dagens samhälle.

Med industrialiseringen ökade behovet av att kunna förlägga industrierna mer strategiskt, istället för som innan, där vattenkraften fanns. Den första storskaliga kraftöverföringen med elektricitet i Sverige var den 15 km långa linjen Hellsjön - Grängesberg. Det var på grund av gruvdriftens expansion i Grängesberg som behovet av bättre kraft kom. Linjen som byggdes mellan Hellsjön och Grängesberg kan sägas vara grundstenen för Sveriges elnät.

Under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet byggdes många små separata elnät av elektriska föreningar som ofta startades av lokalbefolkning. De tre stora kraftverken i Trollhättan, Porjus och Älvkarleby byggdes i början av 1900-talet och har spelat stor roll för elnätet i Sverige. På grund av ojämn produktion i Älvkarleby kopplades det kraftverket

samman med Olidan. Ur samkörningen mellan dessa kraftverk föddes idén om ett nationellt sammankopplat nät, ett stamnät. Den Västra stamlinjen togs i drift 1921 och satte då spänningsrekord i Europa. Harsprånget, världens första 400 kV-linje togs i drift trettio år senare. Ett år efter Harsprånget, 1952, kopplades hela Sverige samman i ett nationellt stamnät. Idag består stamnätet av 15 000 km kraftledningar, 160 transformator- och kopplingsstationer och 17 utlandsförbindelser. Efter slutet av 1980-talet har främst förstärkningar och kompletteringar av det befintliga elnätet gjorts. Idag ansluts många förnybara energikällor, framför allt vindkraft. Mycket utav elnätet grävs också ned för att göra nätet mer väderbeständigt.

För att allt ska fungera krävs att det är balans i elproduktionen, det vill säga, det måste produceras lika mycket el som förbrukas. Distributionen av el går från en kraftkälla där elen alstras, ut på stamnätet med spänning på 400 eller 220 kV. Från stamnätet transformeras elen ned till 130 kV och går ut på regionnätet. Därifrån transformeras det ned till 20 eller 10 kV på lokalnätens högspänningsnät, för att sedan ytterligare transformeras ned till 400/230 V in till konsument.

Konstruktionerna som utgör elnätet är stolpar, linor/kablar och transformatorstationer och ställverk. Stolparna kan vara byggda som fackverk i stål, dessa är vanligast på stam- och regionnäten. Trä- betong- och kompositstolpar används på region- och lokalnäten. Fackverksstolpar kan vara upp till 60 m höga och är utformade efter höga standarder och krav. Trästolpar är upp till 20 m höga och är numera uteslutande av kreosotimpregnerad fura, som är det rakast växande träslaget. Förr kunde trästolpar vara av andra träslag, då användes de träd eller stora grenar som såg rakast ut och monterades direkt, utan impregnering. På stolparna finns också isolatorer, som gör det möjligt att hänga oisolerade linor på stolpar. Isolatorer är gjorda i glas, porslin eller komposit och är vanligen balkmonterade och antingen uppåtstående eller nedåthängande. Förr var det vanligt att elnätet bestod av trästolpar med krokhängda isolatorer i porslin och oisolerad järn- eller koppartråd. Linor är de som transporterar själva strömmen. Luftledningar kan delas upp i tre olika typer; Oisolerade linor, belagda linor, och hängkabel. Belagda linor är tåligare för trädpåfall än oisolerade linor. Hängkabel är vanligt i lågspänningsnäten. Transformatorstationer fungerar som knutpunkter i elnätet, där förändras spänningen och fördelas ut på andra ledningar.

Det är svårt att se olika tider i elnätet eftersom mycket fortfarande är sig likt sedan slutet av 1800-talet. Många trästolpar har en årsmärkning kvar, på så sätt kan en se om en stolpe stått på platsen under lång tid. Genom att studera gamla kartor kan en se kraftledningarnas sträckning och på så sätt se om elnätet länge varit en del av landskapet på platsen.

Fallstudierna exemplifierar hur elnätet på olika sätt kan påverka landskapet. Stora Bugärde ligger i Härryda kommun, där kommer två stamnätslinjer i samma linjegata. På platsen där fallstudien är belagd delar sig linjerna och skapar två linjegator. Eftersom linjerna hör till stamnätet består dem av höga fackverksstolpar och stora breda linjegator. Linjegatorna på platsen öppnar upp landskapet, som annars domineras av tät blandskog, och skapar vyer som inte hade funnits utan linjegatorna. Harås är platsen för den andra fallstudien. Det ligger i Stenungsunds kommun och är ett gammalt odlingslandskap i en dal med skogbeklädda berg som omgiver dalen. Igenom dalen går en regionnätslinje som består av fackverksstolpar uppe på bergen och trästolpar i dalen. Här smälter elnätet in och bidrar på ett sätt till den ålderdomliga känslan i Harås. Den tredje fallstudien är i Mölndals kråka, ett område som är klassat som riksintresse för kulturmiljövården. I Mölndals kråka domineras landskapet av träbebyggelse från det sena 1800-talet. I området går lågspänningsnät kors och tvärs i hela området, det kan ge ett något rörigt intryck, men kan också anses historiskt korrekt, då det sett ut så i tätbebyggda områden förr.

Elnätet både följer och trotsar landskapet, liknande människan. Elnätet står som en tyst markör i landskapet över något utav det viktigaste i vårt samhälle. Det vittnar om vår historia

och det ser till att vi kan leva de liv vi vill. Det kan sägas vara *brutalt vackert*. Det symboliserar en av de viktigaste utvecklingarna i vår infrastruktur. Linjegator öppnar upp landskapet, det kan ses som en förvanskning av naturvärden, men också som värdeskapande, de kan bidra till biologisk mångfald och skapar en öppen natur för djur och människor. I vissa miljöer smälter elnätet in och kan till och med bidra till att ett område känns gammalt och besitter en charmig karaktär. I många miljöer smälter elnätet in på ett sätt som gör att en inte tänker på att det är där. Det tyder på att det i många fall är ett accepterat inslag.

I en del miljöer kan elnätet utgöra en årsring som är väl värd att bevara, medan det i andra miljöer kan vara en förvanskning och det kan då vara en fördel att gräva ned elnätet. Många gånger är det svårt att skapa nya linjegator i naturen, därför återanvänds ofta gamla linjegator och på så sätt bevaras dess uttryck i landskapet. Det är svårt att byta användningsområde på elnätet och göra det tillgängligt för allmänheten.

Elnätet är till synes simpelt och något intetsägande. Det går inte att ta sig till det för att njuta av miljön på samma sätt som det gör med till exempel ett gammalt slott, ett hus eller liknande. Det är svårt att se historien och människoöden bakom elnätet, om en inte är djupt insatt och intresserad. Dess historia är inte uppenbar.

Det är viktigt att vi som bebyggelseantikvarier kan läsa landskapet och förstå vad det berättar. Därför är det viktigt att se alla delar och detaljer av landskapet, då även elnätet. Det är ett synligt minnesmärke över hårt arbete, tekniska framsteg och samhällsutveckling under drygt 100 år. Det tillhör kulturhistorien på så sätt att det skapats av människan, för en kultur som utvecklats ur elektricitetens tillgångar och effekter.

Trots att elnätet har många intressanta aspekter, har det sällan lyfts något kulturhistoriskt perspektiv på det. Det förtjänar dock att ägnas en större uppmärksamhet från bebyggelseantikvarier och den övriga kulturvårdssektorn.

KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING

Otryckta källor

Muntliga källor

Informant 1: Marcus Beckler, Distributionselektriker, Härryda energi AB
Samtal april och maj 2016.

Informant 2: Museiarbetare, Elyseum, Göteborg energi
Samtal 2016-05-11

Informant 3: Kreativ kraft, Insikten, Trollhättan
Samtal 2016-05-20

Tryckta källor och litteratur

Bundsen, Torsten (2003) Mölndals Kvarnby. Ett kulturhistoriskt riksintresse – historik och vandringskarta. Mölndals Museum

Europeiska landskapskonventionen [Elektronisk resurs]. (2007). Stockholm: Riksantikvarieämbetet

Kraftsamling: berättelser om samspelet mellan personer, företag och samhällsförhållanden som bildar Birka Energis historia. (1999). Stockholm: Page One Publishing

Lalander, Sven & Gradin, Rolf (red.) (1984). Vattenfall under 75 år: [1909-1984]. Vällingby: Statens vattenfallsverk

Mebus, Fabian (red.) (2014). *Fria eller fälla [Elektronisk resurs]: en vägledning för avvägningar vid hantering av träd i offentliga miljöer*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet
Tillgänglig på Internet: <http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/7812>

Pehrsson, Hjalmar (1945) *Rådaboken*. Göteborg: A.-B Bröderna Weiss Boktryckeri

Saltzman, Katarina (2001). Inget landskap är en ö: dialektik och praktik i öländska landskap. Diss. Lund : Univ., 2001

Spade, Bengt (2008). En historia om kraftmaskiner. Stockholm: Riksantikvarieämbetet

Stenungsunds kommun (2014) Detaljplan för småindustri och kontor vid Stenungsundsmotet del av Kärr 1:1

Stymne, Per (2002). Stamnätet under ett sekel: berättelsen om hur det svenska stamnätet byggdes upp : en bok till Svenska kraftnäts tioårsjubileum 2002. Vällingby: Svenska kraftnät

Tofte, Anneli (2013). Linjesjuka: en bilderbok om svenska kraftledningsstolpar. 1. uppl. Stockholm: Bucker

Elektroniska källor

ABB, Om ABB, Teknik, Så funkar det
<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det>
2016-05-07

Council of Europe (2000). European Landscape Convention and reference documents.
<https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016802f80c6>

El.se, artiklar, kolkraft
<http://www.el.se/artiklar/kolkraft/>
2016-04-22

E.ON. Artiklar. Elnätet. Hur fungerar det?
<https://www.eon.se/artiklar/elnaetet--hur-fungerar-det-.html>
2016-04-19

Kärnkraftsinformation.se
<http://karnkraftsinformation.se>
2016-04-21

Länsstyrelsen i Jönköpings län. Nyheter. Biologisk mångfald i kraftledningsgator
<http://www.lansstyrelsen.se/jonkoping/Sv/nyheter/2015/Pages/biologisk-mangfald-i-kraftledningsgator.aspx>
2016-05-09

Miljöportalen 2010. Kärnkraft
<http://www.miljoportalen.se/energi/kaernkraft/kaernkraft-2013-rent-men-farligt>
2016-04-21

Rundvirke poles AB
<http://www.poles.se/index.php>
2016-04-26

SFS 1997:857 Ellag
http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/ellag-1997857_sfs-1997-857
2016-05-09

Svensk energi, Om oss, Historik
<http://www.svenskenergi.se>
2016-04-12

Svenska kraftnät, Nätutveckling
<http://www.svk.se>
2016-04-12

Svensk solenergi. Fakta om solenergi
<http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi>
2016-04-22

Vattenfall AB, Om oss, Historia
<https://corporate.vattenfall.se>
2016-04-12

Vattenkraft.info, teori, kraftledningsstolpar
<http://vattenkraft.info/?page=26>
2016-04-12

ILLUSTRATIONSFÖRTECKNING

- Figur 1.** Resning av elstolpe, tidigt 1900-tal. Bildkälla: Elyseum, Göteborg energi
- Figur 2** Vattenintaget på Olidans kraftverk. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 3.** Typisk stamnätlinje. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 4.** Nedgrävning av kabel. Foto: Marcus Beckler, maj 2011
- Figur 5.** Elens vägar. © Svenska kraftnät Bildkälla: <http://www.svk.se/drift-av-stamnatet/drift-och-marknad/elens-vagar/> 2016-04-19
- Figur 6.** Vattenkraftsprocessen i Olidans kraftverk. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 7.** Solpaneler. Foto: Marcus Beckler, november 2012
- Figur 8.** Modernt stamnät. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 9.** Regionnät. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 10.** Lokalnät. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 11.** Betong- och fackverksstolpe. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 12.** Trästolpar med uppåtstående porslinsisolatorer. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 13.** Porslin- glas- och kompositisolatorer. Foto: Marcus Beckler, maj 2016
- Figur 14.** Stålaluminiumlina, hängkabel & hängspiralkabel med bärlina. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 15.** Transformatorstation med ställverk. Foto: Marcus Beckler, juli 2013
- Figur 16.** Lågspänningslinje med krokhängda porslinsisolatorer och koppartråd. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 17.** Årsmärkning på trästolpe, 1948. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 18.** Platserna för de tre fallstudierna utmärkta. ©Lantmäteriet
- Figur 19.** Karta över Stora Bugärdes position. ©Lantmäteriet
- Figur 20.** De två stamnätlinjerna i Stora Bugärde. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 21.** Linjegata i Stora Bugärde. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 22.** Ortofoto. Linjegatorna och dess delning syns tydligt. ©Lantmäteriet
- Figur 23.** Karta med Harås utmärkt. ©Lantmäteriet
- Figur 24.** Dalen i Harås med Torps gård till vänster i bild. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 25.** Dalen åt norr. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 26.** Harås. Mellby gård skymtar bland träden på höjden. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 27.** Harås gård till vänster. Kraftledningen går upp på berget. Foto: Linn Björk, april 2016
- Figur 28.** Mölndals kråka utmärkt. ©Lantmäteriet
- Figur 29.** Gata i Mölndals kråka. Elstolpe till höger om mitten i bild. Foto: Linn Björk, maj 2016
- Figur 30.** Elnät i Mölndals kråka. Foto: Linn Björk, maj 2016

Figur 31. TV: Mölndals kråka TH: Göteborg tidigt 1900-tal. Foto TV: Linn Björk, maj 2016.

Bildkälla TH: Elyseum, Göteborg energi

Figur 32. Arbeta i stolpe, 1920-tal. Bildkälla: Elyseum, Göteborg energi

Figur 33. Linjegata, till viss del över vatten. Foto: Linn Björk, maj 2016

Figur 34. Porslinsknoppar på hus. Foto: Linn Björk, maj 2016

Figur 35. Fackverksstolpe. Foto: Linn Björk, maj 2016

Figur 36. Trädpåfall på kraftledning

Figur 37. Gammal elstolpe som används för belysning. Foto: Linn Björk, april 2016

Figur 38. Elnät i linjegata. Foto: Linn Björk, april 2016

