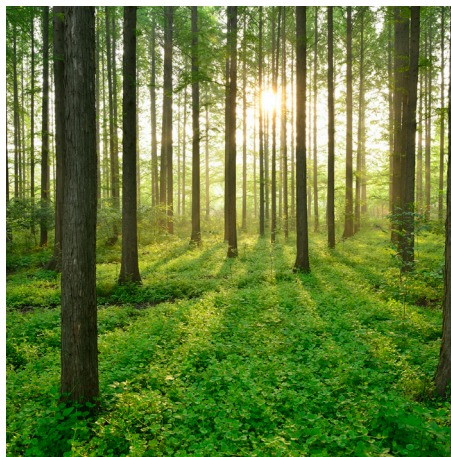


DATAHUBB FÖR TILLSTÅNDSBASERAT KABELUNDERHÅLL

RAPPORT 2026:1222



UNDERHÅLL AV ELNÄT



Datahubb för tillståndsbaserat kabelunderhåll

Datadrivet utbyte och reinvesteringar av elkablar

CLAES SANDELS, TOMMIE LINDQUIST

ISBN 978-91-89917-65-1 | © Energiforsk oktober 2026

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Projektet *Datahubb för tillståndsbaserat kabelunderhåll* ingår i programmet *Underhåll av elnät* och har skapat en datahubb för delning och analys av kabelinformation mellan nätbolag. En prototyp har utvecklats för att analysera felintensitet, vilket i längden innebär ett förbättrat beslutsstöd för underhåll av markkablar.

Information från datahubben ska delas av svenska elnätsbolag, för att möjliggöra analys av data från mellanspänningskablar. På det sättet skapar bolagen tillsammans ett träffsäkrare och mer pålitligt underlag för frågeställningar inom prediktivt underhåll. Projektets PL Claes Sandels har genomfört projektet tillsammans med Tommie Lindquist från RISE.

Stort tack till programstyrelsen för deras engagemang i projektet:

- Mohammed Abudaher, Mölndal Energi Nät
- Homan Aldén, Energiföretagen Sv. (adj)
- Fredrik Andersson, Elinorr Ek. förening
- Joakim Andersson, Ystad Energi
- Jon Danielsson, Skellefteå Kraft Elnät
- Jimmy Glimdal/Martin Eriksson, Öresundskraft
- Johan Gustafsson/Johan Roos, Göteborg Energi Nät
- David Håkansson, Nätkraft Borås
- Jan Olof Jonsson, Jämtkraft Elnät (vice ordf)
- Hans Lagergren, Svenska kraftnät
- Johan Lindblad, Hitachi Energy Sweden
- Tommie Lindquist, RISE
- Julius Lundqvist, Jönköping Energi
- Joakim Sandvik, E.ON Energidistribution
- Anders Sjökvist, Falkenberg Energi
- Eva Slätis, Norrtälje Energi
- Kenneth Stefansson, Vattenfall Eldistribution
- Anton Svensson, Ellevio

Tack även till referensgruppen som stöttat projektet och bidragit med erfarenheter; Martin Flood Göteborg Energi, Faruk Aydin Trollhättan Energi, Fredrik Lundmark och Mohammed Abudaher, Mölndal Energi, Jan-Olof Jonsson Jämtkraft Elnät, Anton Svensson Ellevio, Albert Liljenborg Kraftringen och Martin Johansson Vattenfall.

Energiforsk framför ett stort tack till samtliga för värdefulla insatser till följande bolag har deltagit som intressenter till projektet:

- E.ON Energidistribution
- Vattenfall Eldistribution
- Ellevio
- Svenska kraftnät
- Göteborg Energi Nät
- Öresundskraft
- Tekniska verken i Linköping
- Skellefteå Kraft Elnät
- Jämtkraft Elnät
- Umeå Energi Elnät
- Jönköping Energi Nät
- Hitachi Energy Sweden
- Bodens Energi Nät
- Nätkraft Borås
- Luleå Energi
- Falu Energi & Vatten
- PiteEnergi Elnät
- Norrtälje Energi
- Eskilstuna Elnät
- Mölndal Energi Nät
- Falkenberg Energi
- Ystad Energi
- Elinorr ekonomisk förening;
- Bergs Tingslags Elektriska
- Blåsjön Nät
- Dala Energi Elnät
- Elektra Nät
- Gävle Energi
- Hamra Besparingssskog
- Hofors Elverk
- Härjeåns Nät
- Härnösand Elnät
- Ljusdal Elnät
- Malungs Elnät
- Sandviken Energi Nät
- Sundsvall Elnät
- Söderhamn Elnät
- Åsele Elnät
- Årsunda Kraft & Belys.fören.
- Övik Energi Nät
- och
- Energiföretagen

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Stockholm i juni 2026

Susanne Stjernfeldt

Energiforsk AB
Forskningsområde Elnät, Vindkraft och Solel

Sammanfattning

Detta projekt har genomförts för att pröva om en gemensam datahubb för svenska elnätbolag kan skapa bättre underlag för underhåll, tillståndsbedömning och reinvesteringsbeslut för markförlagda mellanspänningskablar. Bakgrunden är att många kabelsystem installerades under 1970- och 1980-talen och nu närmar sig eller har passerat den ålder där risken för fel blir mer relevanta i planeringen. Samtidigt har många elnätbolag, särskilt mindre aktörer, för låg datavolym eller för ojämn datakvalitet för att på egen hand bygga robust felstatistik och tillförlitliga prediktiva modeller.

Projektets kärnidé har varit att flera nätbolag delar strukturerade data om kablar, skarvar och historiska förändringar i anläggningsregistren, så att denna data kan harmoniseras och analyseras i en gemensam miljö. På så sätt kan datamängden ökas, metodiken standardiseras och förutsättningarna förbättras för att ta fram både deskriptiv statistik och prediktiva modeller som annars inte vore möjliga eller tillräckligt robusta för ett enskilt nätbolag.

Arbetet har omfattat fyra huvuddelar: datainsamling från elnätbolag, databearbetning och kvalitetssäkring, framtagning av statistik och visualiseringar, samt modellering av risk för fel framåt i tid. En viktig metodisk del har varit att extrahera historiska kabel- och skarvfel ur anläggningsregisterdata, eftersom fullständig och konsekvent felhistorik sällan finns strukturerad i separata register. Projektet har därför vidareutvecklat en regelbaserad metod där nya korta kabelsegment och förändringar i regulatoriskt år används som indikatorer på tidigare åtgärdade fel (*Teknisk rapport: Prediktiv tillståndsbedömning av elkablar, Göteborgs Energis forskningsstiftelse, 2021*).

Det har varit möjligt att samla in anläggningsregisterdata från flera nätbolag och standardisera denna till gemensamma tabeller för kablar och skarvar. Projektet har också visat att felintensiteter och andra nyckeltal kan visualiseras på ett sätt som ger direkt nytta för nätägarna. På modellsidan indikerar resultaten att pooling av data kan förbättra träffsäkerheten för vissa nätbolag, särskilt där den egna datamängden är liten, men också att mer data inte automatiskt ger bättre prediktion om skillnaderna mellan näten är stora. En metod för att klustra bolagen på gemensamma nyckeltal har därför föreslagits.

En viktig slutsats är att datahubbens värde inte enbart ligger i att skapa en större databas. Minst lika viktigt är att etablera en återkommande, repeterbar och kvalitetssäkrad process för datautbyte, validering av identifierade fel och successiv förbättring av datamodell och analysmetodik.

Nyckelord

Datahubb, Prediktivt underhåll, Reinvesteringsplanering, Mellanspänningskabel, Datakvalitet, Datadelning

Summary

This project was carried out to assess whether a shared data hub for Swedish electricity grid companies can provide better support for maintenance, condition assessment, and reinvestment decisions for underground medium-voltage cables. The background is that many cable systems were installed during the 1970s and 1980s and are now approaching, or have already exceeded, the age at which failure risk becomes increasingly relevant in maintenance planning. At the same time, many network companies, especially smaller ones, have too little data or uneven data quality to develop robust failure statistics and reliable predictive models on their own.

The core idea of the project has been that several network companies share structured data on cables, joints, and historical changes recorded in their asset registers, so that these data can be harmonized and analyzed in a common environment. In this way, the total data volume can be increased, the methodology can be standardized, and the conditions for producing both descriptive statistics and predictive models can be improved. Such analyses would otherwise not be possible, or not sufficiently robust, for an individual network company.

The work comprised four main parts: data collection from grid companies, data processing and quality assurance, development of statistics and visualizations, and modelling of future failure risk. An important methodological component was the extraction of historical cable and joint failures from asset register data, since complete and consistent failure histories are rarely available in separate fault databases. The project therefore further developed a rule-based method in which new short cable segments and changes in regulatory year are used as indicators of previously repaired failures (*Technical report: Prediktiv tillståndsbedömning av elkablar, Göteborgs Energis forskningsstiftelse, 2021*).

The project shows that it is feasible to build a first iteration of a data hub, but also that the value of such a hub depends strongly on how well data from different companies can be harmonized. It was possible to collect asset register data from several network companies and standardize them into common tables for cables and joints. The project also showed that failure intensities and other key indicators can be visualized in ways that provide direct value to network owners. On the modelling side, the results indicate that pooling data can improve predictive performance for some network companies, particularly where local data volumes are small. At the same time, the results also show that more data does not automatically lead to better predictions when differences between networks are large. A method for clustering grid companies based on a number of indicators was proposed.

An important conclusion is therefore that the value of the data hub does not lie solely in creating a larger database. Equally important is the establishment of a recurring, repeatable, and quality-assured process for data exchange, validation of identified failures, and continuous improvement of the data model and analytical methodology.

Innehåll

1	Bakgrund	8
2	Syfte, mål och avgränsning	10
3	Metod	11
3.1	Övergripande angreppssätt	11
3.2	Datainsamling och datamodell	12
3.3	Metod för att identifiera historiska kabel- och skarvfel	15
3.4	Datakvalitet och validering	16
3.5	Statistisk modellering	17
4	Resultat och analys	19
4.1	Klusteranalys baserat på data från EI	19
4.2	Egenskaper i insamlad NIS-data	20
4.3	Identifiering och validering av historiska fel	22
4.4	Felintensiteter	24
4.5	Sannolikhet för fel och antalet förväntade fel på kabelgruppsnivå	32
4.6	Verifiering av prediktiv modell	35
5	Diskussion	37
5.1	Datakvalitet som grundförutsättning	37
5.2	Betydelsen av validering	38
5.3	Poolad data ger mervärde, men inte alltid automatiskt	38
5.4	Deskriptiv statistik som beslutsstöd i sig	39
5.5	Kabelgruppsbedömning som operativt steg	39
5.6	Begränsningar	39
5.7	Nästa steg	40
6	Bedömning av måluppfyllelse	41
7	Slutsatser	42
8	Referenslista	47

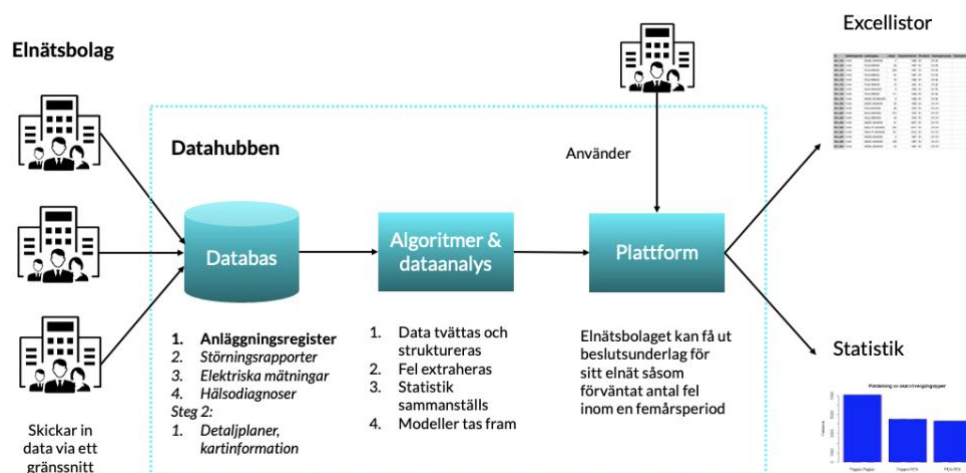
1 Bakgrund

Svenska elnätsägare står inför ett växande behov av att prioritera reinvesteringar och underhåll i mellanspänningsnätet på ett mer datadrivet sätt. Stora delar av kabelbeståndet byggdes ut under perioder med hög investeringstakt, och många av dessa kablar ligger i urbana miljöer där schaktning, åtkomst och utbyte medför betydande kostnader. När flera komponenter börjar närma sig hög ålder uppstår en planeringsutmaning: vilka sträckor bör tillståndsmätas, följas upp eller bytas först, och vilka kan ligga kvar trots hög ålder utan att innebära oacceptabel risk. Det blir också viktigt att tidigt fånga upp nya problemkomponenter så att dessa inte hinner installeras i större omfattning.

Traditionellt har mycket av underhållsplaneringen baserats på kalenderstyrda principer, erfarenhetsbaserade bedömningar och lokalkännedom. Detta arbetssätt har i många fall varit rationellt, men har också tydliga begränsningar. Ålder är visserligen en viktig riskindikator, men säger inte ensam tillräckligt mycket om sannolikheten för fel. Kabeltyp, material, längd, skarvtäthet, tidigare fel, nätstruktur, underhållshistorik och lokala förhållanden påverkar också risken. Ett rent åldersbaserat angreppssätt riskerar därför att leda både till för tidiga reinvesteringar och till att verkliga riskobjekt förbises.

I tidigare arbete inom området har RISE tillsammans med Göteborg Energi tagit fram metoder för att identifiera historiska kabelfel och skarvfel ur anläggningsregisterdata och för att träna maskininlärningsmodeller för riskbedömning av sådana komponenter. Detta arbete visade att det går att uppnå hög träffsäkerhet när datamängden är relativt homogen, validerad och representativ för det nät där modellen tillämpas. Samtidigt kvarstod en central fråga: hur kan motsvarande nytta skapas för andra nätbolag som saknar tillräcklig egen datamängd eller kapacitet för att göra sådana analyser?

Det aktuella forskningsprojektet har därför tagit nästa steg genom att undersöka förutsättningarna för en gemensam datahubb, se Figur 1. Grundidén är att flera nätbolag årligen delar ett begränsat men standardiserat datautdrag, så att gemensamma analyser, felintensiteter och prediktiva modeller kan tas fram. Om detta fungerar på ett robust sätt skapas möjlighet till ett nytt beslutsstöd för branschen, där riskbaserad planering blir möjlig även för nätägare med begränsad egen felhistorik.



Figur 1: Översikt datahubb.

Projektet har därmed både en teknisk och en strategisk dimension. Den tekniska dimensionen handlar om datamodell, harmonisering, felidentifiering, statistik och modellering. Den strategiska dimensionen handlar om skalbarhet, datadelning, repeterbarhet, kvalitetssäkring och hur en långsiktig branschgemensam struktur kan organiseras.

Deltagande nätbolag i projektet redovisas i tabellen nedan. Bolagen har haft två huvudsakliga roller: (i) att bidra med data till datahubben och/eller (ii) att delta i referensgruppsarbetet för att ge återkoppling på resultat, metodval och framtida utvecklingsbehov.

Bolag	Roll i projektet	NIS-system	Spännings-nivå	År för datautdrag
Göteborg Energi	Datainsamling, referensgrupp	dpPower	10 Kv	2021 och 2025
Mölndal Energi	Datainsamling, referensgrupp	Trimble	10 kV	2025
Öresundskraft	Datainsamling	Ej angivet	10 – 20 kV	2025
Trollhättan energi	Datainsamling, referensgrupp	Mirakelbolaget	10 kV	2025
Jämtkraft	Datainsamling, referensgrupp	Trimble	10 kV	2025
Kraftringen	Referensgrupp	dpPower	Ej angivet	
Ellevio	Referensgrupp	Ej angivet	Ej angivet	
Vattenfall Eldistributioun	Referensgrupp	Netbas	Ej angivet	

Tabell 1: Deltagande nätbolag och deras roll i projektet

2 Syfte, mål och avgränsning

Projektets övergripande syfte har varit att utveckla och testa en första version av en datahubb för tillståndsbedömning av kablar och skarvar, baserad på kombinerade data från flera elnätsbolag. Tillämpningen har avgränsats till markförlagda mellanspänningskablar i intervallet 10 till 20 kV.

De tre huvudsakliga målen har varit följande:

Göra en genomförbarhetsanalys av datadelning mellan nätbolag med olika anläggningsregistersystem (NIS) och olika struktur på data, samt möjligheter att extrahera historiska kabel och skarvfel ur denna data

Beräkna och visualisera felintensitet över tid för kablar och skarvar, samt jämföra värdet av enskilda dataset mot poolad data.

Beskriva möjligheter, begränsningar och nödvändiga nästa steg för att kunna skala upp lösningen till nationell nivå.

Projektet har inte syftat till att leverera en färdig produktionsplattform för drift, utan en första fungerande iteration av datahubben: databasstruktur, kod för datarensning och harmonisering, metoder för felidentifiering, deskriptiv statistik och initiala prediktiva modeller.

3 Metod

Metodkapitlet beskriver hela kedjan från datainsamling och datastandardisering till felidentifiering, validering, felintensitetsberäkning och slutligen prediktioner av framtida fel. Syftet är att tydliggöra hur råa registerutdrag stegvis omvandlas till jämförbara nyckeltal och praktiskt användbara beslutsunderlag för elnätsbolag.

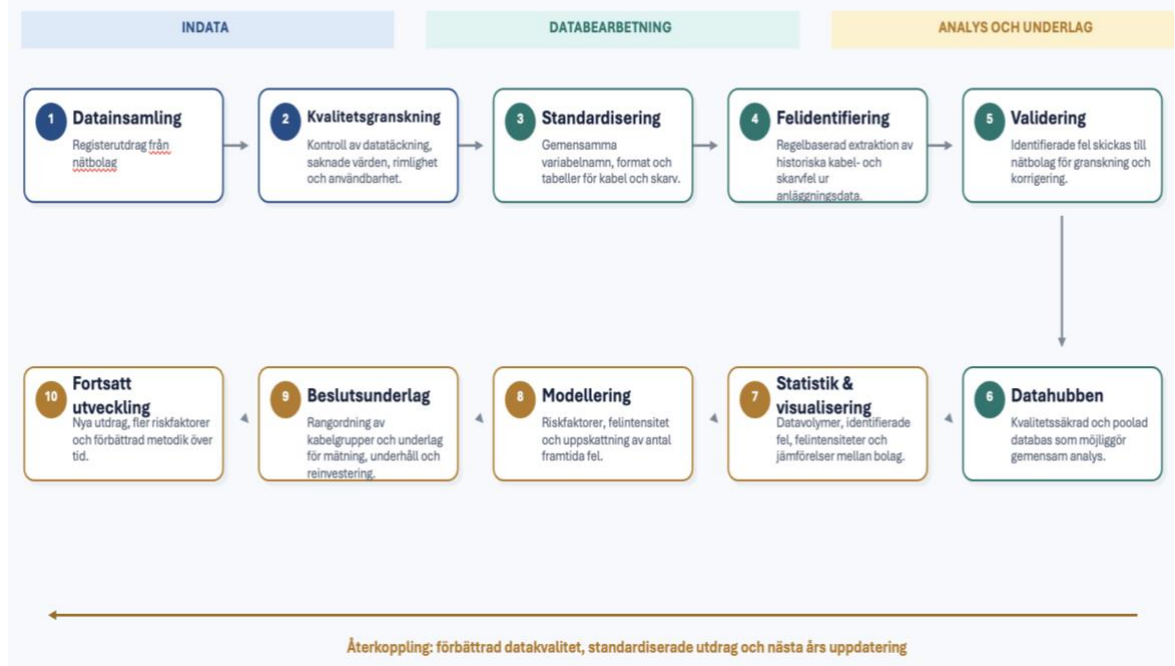
3.1 ÖVERGRIPANDE ANGREPPSSÄTT

Projektet har genomförts som en iterativ metodutveckling i fyra steg: datautbyte, databearbetning och kvalitetssäkring, statistiska beräkningar samt prediktion och framtagande av beslutsunderlag för elnätsbolag.

En bärande designprincip har varit att datautbytet från elnätsbolagen ska vara så enkelt som möjligt. Idén som prövats i projektet är att varje bolag tar fram ett årligt registerutdrag i Excel- eller CSV-format för sina 10–20 kV markkablar, innehållande ett mindre antal centrala variabler såsom ledningstyp, regulatoriskt år, längd, kabelgrupp, topologisk ordning och spänningsnivå. Detta är en viktig princip för skalbarhet: om underlagen blir för avancerade eller svåra att ta fram minskar sannolikheten att datahubben kan leva vidare i praktisk drift, såsom att parametrar saknas eller att datautdrag är för tids och resurskrävande för att kunna genomföras regelbundet.

Metodkedja för Datahubben

Från datautbyte och kvalitetsgranskning till felintensiteter, modellering och beslutsunderlag



Figur 2: Översikt metoden för att skapa och förbättra Datahubben

Metodkedjan i Figur 2 illustrerar att datahubben inte bör ses som en linjär engångsanalys utan som en iterativ process. Varje nytt datautdrag förbättrar inte bara databasen, utan också möjligheten att identifiera databrister, justera standardiseringslogik, validera fel och successivt förfina de modeller och underlag som återförs till nätbolagen.

3.2 DATAINSAMLING OCH DATAMODELL

Projektbeskrivningen utgick från att flera elnätsbolag med olika NIS-system skulle delta för att kunna utvärdera möjligheten att standardisera data mellan olika datamiljöer.

Dessa parametrar efterfrågades av nätbolagen (se Tabell 1 för vilka nätbolag som har delat data):

Kabeltyp. Obligatorisk

Kabellängd. Obligatorisk

Regulatoriskt år. Obligatorisk

Spänningsnivå. Obligatorisk. Kommentar: om spänningsnivå är samma för hela mellanspänningsnätet så har denna angetts en gång, dvs parametern behöver inte vara med i

underlaget. Men om spänningsnivån är beroende av kabelgrupp så behöver detta specificeras i dataunderlaget

ID-nummer. Bra att ha. Gör det möjligt att koppla objektet till andra data i organisationen för vidare analyser, såsom omgivningsparametrar och närhet till bebyggelse.

Kabelgrupp. Obligatorisk.

Ordning, Obligatorisk. Kommentar: Topologisk ordning eller motsvarande för att kunna fastställa kabelföljden i nätet. Elnätsbolaget kan antingen ange denna direkt i utdraget eller så ger de information om hur parvisa kabelsegmentobjekten är ihopkopplade, och ur denna information kan man få ut ordningsföljden för kabelgruppen.

Alla de deltagande bolagen kunde leverera den önskade data, förutom ett av bolagen som inte kunde specificera spänningsnivå per kabelgrupp då de hade ett mellanspänningsnät med både 10 och 20 kV-kablar.

Ett exempel på registerutdrag syns nedan:

ID	Spänningsnivå	Ledningstyp	Längd	Regulatoriskt år	Topologisk grupp	Topologisk ordning	Ledningar i grupp
EH.L101	10 kV	AXCE-LT 3X1X240/25	13	2011	K13 57	1	11
EH.L101	10 kV	ACJJ 3X240/35	190	1972	K13 57	2	11
EH.L101	10 kV	ACJJ 3X240/35	243	1972	K13 57	3	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	40	1971	K13 57	4	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	140	1971	K13 57	5	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	247	1971	K13 57	6	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	79	1969	K13 57	7	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	23	1969	K13 57	8	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	32	1969	K13 57	9	11
EH.L101	10 kV	FCJJ 3X150/25	10	1969	K13 57	10	11
EH.L101	10 kV	AXCE 3X1X240/35	16	2008	K13 57	11	11
EH.L102	10 kV	AXCE 3X1X240/35	3,5	2018	K10 191	1	8
EH.L102	10 kV	FCJJ 3X150/25	195	1962	K10 191	2	8
EH.L102	10 kV	FCJJ 3X150/25	122,404	1961	K10 191	3	8
EH.L102	10 kV	AXLJ TT 3X240/35	5	2020	K10 191	4	8
EH.L102	10 kV	FCJJ 3X150/25	106,617	1961	K10 191	5	8
EH.L102	10 kV	FCJJ 3X150/25	265	1962	K10 191	6	8
EH.L102	10 kV	AXAL-TT 3x240/50	154	2019	K10 191	7	8
EH.L102	10 kV	AXCEL 3X240/35	21	1992	K10 191	8	8

Figur 3: Exempel på NIS-utdrag med de önskade parametrarna

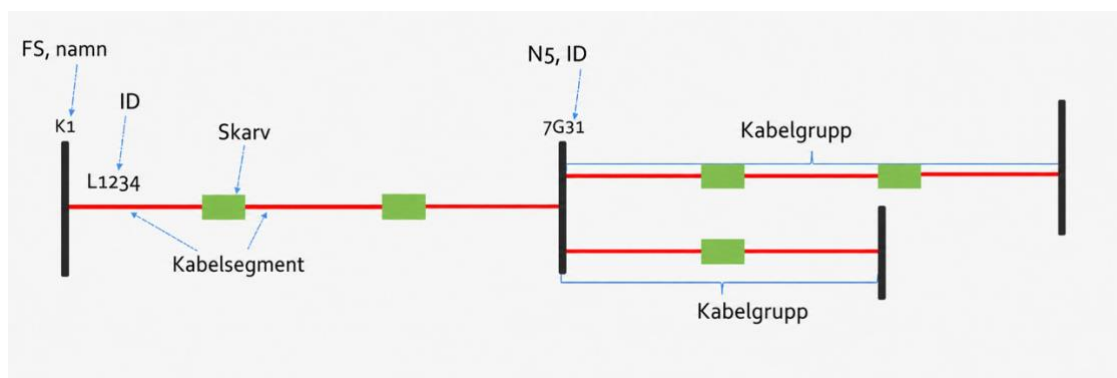
Utöver de data som samlats in direkt från deltagande nätbolag har även anläggningsdata från Energimarknadsinspektionen inkluderats, med information om kabelbeståndet hos samtliga elnätsbolag i Sverige. För mellanspänningsnäten omfattar dessa data bland annat totallängd kabel och luftledning per nätbolag, fördelning av kabellängd mellan city, tätort och landsbygd samt fördelning av kabellängd mellan olika ålderskategorier.

Med utgångspunkt i dessa uppgifter kan ett antal övergripande nyckeltal tas fram, såsom andel kabel i förhållande till luftledning, andel kabel i city och tätort jämfört med landsbygd samt medellålder på kabelbeståndet. Dessa nyckeltal används därefter för att gruppera elnätsbolagen i olika kluster m.h.a. K-means-metodik, i syfte att skapa bättre förståelse för hur felintensitetsdata bör poolas och hur resultaten från datahubben bör tolkas.

Ett sådant klusterperspektiv gör det möjligt att skilja mellan nät med olika strukturella egenskaper. Exempelvis kan ett kluster representera urbana nät med hög andel kablfiering och en relativt äldre kabelpopulation, såsom Göteborg Energi, medan ett annat kan representera mer landsbygdspräglade nät med lägre andel kablfiering och yngre kabelbestånd, såsom Jämtkraft. En sådan indelning kan ge ett bättre underlag för att avgöra vilka nät som är tillräckligt lika varandra för att deras data ska kunna kombineras på ett meningsfullt sätt i datahubben. Notera dock att denna klustringsmetod inte används för att presentera resultat i denna rapport.

3.3 DEFINITIONER

Ett kabelsegment utgör kabeln mellan två skarvar, medan en kabelgrupp består av sammanhängande kabelsegment och skarvar mellan två nätstationer, eller fördelningsstation och nätstation. Se figuren nedan för en illustration.



Figur 4: Illustration av kabelsegment och kabelgrupper.

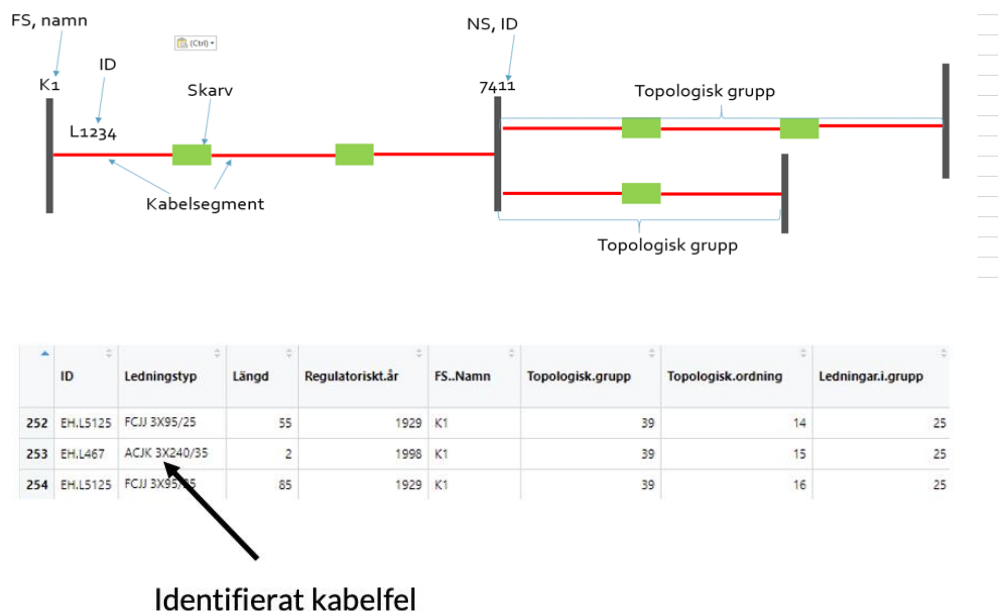
3.4 METOD FÖR ATT IDENTIFIERA HISTORISKA KABEL- OCH SKARVFEL

En av projektets mest centrala metoddelar är identifiering av historiska kabel- och skarvfel ur anläggningsregisterdata. Skälet är att explicit och kvalitetssäkrad felhistorik ofta saknas eller är svår att koppla till specifika kabelobjekt. Projektet bygger därför vidare på en tidigare utvecklad filtreringsmetod (Teknisk rapport: Prediktiv tillståndsbedömning av elkablar, Göteborg Energis forskningsstiftelse, 2021) där förändringar i nätstrukturen används som en indikator på tidigare felhändelser.

Grundprincipen är att ett kort kabelsegment i serie med två äldre kabelsegment ofta indikerar att ett fel har åtgärdats genom att den skadade delen klippts bort och ersatts med en ny sektion (skarvkabel). Därefter används regler baserade på kabelns längd, dess placering i förhållande till nätstationer, regulatoriskt år för segmenten upp- och nedströms samt likhet i ledningstyp för att klassificera händelsen som sannolikt kabelfel, sannolikt skarvfel eller ingen felhändelse.

Vidare så parametreras metoden kan med två tröskelvärden: dels längden för att ett segment klassas som en skarvkabel, dels maximal total längd för de tre seriekopplade segmenten när ett utbytt fel ska klassas som kabelfel i stället för skarvfel. I det tidigare projektet gav en parametersättning kring 20 meter för skarvlängd och omkring 260 meter för total längd den högsta träffsäkerheten mot manuellt validerade fel. Samtidigt framgick att vissa fel alltid kommer att vara svåra att klassificera korrekt, exempelvis grävsador, ombyggnader eller situationer med bristfällig registrering av kabeltyp och årtal.

Figuren nedan visar ett exempel där filtreringsmetoden identifierar ett kabelfel. I detta fall har en 2 meter ACJK-kabel (pappersisolerad kabel med aluminiumledare) installerats 1998, och där kablarna uppströms och nedströms är båda FCJJ-kablar (pappersisolerad kabel med kopparledare) från 1929. Detta kategoriseras som ett kabelfel för en FCJJ-kabel som inträffade år 1929 vid en ålder av 69 år (1998 minus 1929).



Figur 5: Figuren ovan är ett exempel hur kabelgrupperna är strukturerade samt hur kabel och skarvsegmenten hänger ihop. Den nedre bilden visar ett exempel på hur regeluppsättningen identifierar ett kabelfel.

3.5 DATAKVALITET OCH VALIDERING

Valideringen utgör en central del av metodkedjan, eftersom de historiska fel som identifieras ur anläggningsregisterdata inte nödvändigtvis är korrekta felhändelser. Den regelbaserade metoden identifierar potentiella kabel- och skarvfel utifrån förändringar i nätstrukturen, men vissa av dessa händelser kan i praktiken motsvara andra typer av åtgärder, exempelvis ombyggnationer, planerade ersättningar eller registreringsförändringar. För att säkerställa att analysen bygger på en så korrekt målvariabel som möjligt används därför en iterativ valideringsprocess tillsammans med deltagande nätbolag.

I ett första steg genererar datahubben en lista över identifierade felkandidater. Dessa exporteras till en valideringsfil i Excel-format där varje rad motsvarar en observerad möjlig felhändelse. Filen innehåller relevant information för bedömning, såsom kabelgrupp, feltyp, objektstyp, spänningsnivå, regulatoriskt år, ålder, topologisk ordning, ledningstyper och segmentlängd, samt en kort kommentar om varför händelsen identifierats av metoden.

Valideringsfilen skickas därefter till respektive nätbolag för granskning. Nätbolaget bedömer varje rad och anger om den identifierade händelsen motsvarar ett verkligt fel eller inte. Bedömningen kan exempelvis utfalla som att felet är korrekt identifierat, att det inte är ett fel och därför ska tas bort, att det inte är ett fel men ändå representerar en relevant annan händelse, eller att underlaget är för osäkert för att kunna avgöra utfallet. I samband med detta kan nätbolaget också lämna

kommentarer som förklarar bedömningen, till exempel om det rör sig om en ombyggnation, en grävskada eller någon annan registreringsrelaterad avvikelse.

När valideringen återförs till datahubben används den för att uppdatera klassificeringen av de identifierade händelserna. Korrekt identifierade fel behålls som validerade observationer, medan felaktigt identifierade händelser antingen tas bort eller märks upp korrekt. På så sätt förbättras databasens kvalitet successivt, samtidigt som den regelbaserade metoden kan utvärderas och justeras vid behov.

Valideringssteget fyller därmed två funktioner. För det första säkerställs att den historiska feldata som används för statistik och modellering i högre grad motsvarar verkliga felhändelser. För det andra skapas en återkopplingsmekanism där nätbolagen får syn på databrister i sina egna register, vilket över tid kan förbättra dokumentationen av nya skarvar, utbytta segment och andra förändringar i nätet. Valideringen bör därför inte ses som ett engångsmoment, utan som en återkommande del av en iterativ datahubb där datakvalitet och analysförmåga förbättras successivt från en uppdatering till nästa.

3.6 STATISTISK MODELLERING

För att ta fram ett underlag om framtida förväntade fel på kabelgruppsnivå beräknas först felintensiteter för olika kabelfamiljer och skarvtyper utifrån historiskt identifierade fel i datahubben. För en kabelfamilj k definieras felintensiteten λ_{cable} som:

$$\lambda_{cable_k} = \frac{1}{n} \sum_{t=1} \frac{N_{k,t}}{Lexp_{k,t}}$$

där $N_{k,t}$ är antalet observerade kabelfel för år t och $Lexp_{k,t}$ den ackumulerade exponeringen i km-år för år t för kabelfamilj k , och n är antalet år i åldersintervallet. För en skarvtyp s beräknas motsvarande felintensitet λ_{joint} som:

$$\lambda_{joint_s} = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \frac{M_{s,t}}{S_{s,t}}$$

där $M_{s,t}$ är antalet observerade skarvfel för år t och $S_{s,t}$ den ackumulerade exponeringen i skarv-år för år t och skarvtyp s .

För att göra skattningarna mer statistiskt stabila beräknas felintensiteterna inom åldersintervall snarare än enbart för enskilda åldrar. Åldersintervallen bestäms genom att välja ett start- och slutår utifrån den ackumulerade längden från vänster respektive höger på tidsaxeln, så att endast åldersspann med tillräcklig exponerad volym inkluderas i skattningen.

Därefter beräknas exponeringen i varje kabelgrupp genom att summera kabellängd per kabelfamilj och antal skarvar per skarvtyp. Det förväntade antalet kabelfel per år för en kabelgrupp g skattas som:

$$E(F_{g,kabel}) = \sum_k \lambda_{cable_k} \cdot L_{g,k}$$

och det förväntade antalet skarvfel som:

$$E(F_{g,skarv}) = \sum_s \lambda_{joint_s} \cdot n_{g,s}$$

där $L_{g,k}$ är längden av kabelfamilj k i kabelgruppen och $n_{g,s}$ är antalet skarvar av typ s . F behandlas som en stokastisk variabel som antas följa en Poissonprocess, där det förväntade antalet fel bestäms av kabelgruppens sammansättning av kabelfamiljer och skarvtyper. Det totala förväntade antalet fel per år blir då:

$$E(F_{g,tot}) = E(F_{g,kabel}) + E(F_{g,skarv})$$

För en femårsperiod beräknas det förväntade antalet fel som:

$$E(F_{g,5 \text{ år}}) = 5 \cdot E(F_{g,tot})$$

Sannolikheten för minst ett fel inom fem år beräknas under antagandet om en Poissonprocess enligt:

$$P(F_{g,\geq 1,5 \text{ år}}) = 1 - e^{-5 \cdot E(F_{g,tot})}$$

Metoden ger därmed två kompletterande mått för varje kabelgrupp: dels förväntat antal fel inom vald tidshorisont, dels sannolikheten för minst ett fel. Dessa används som grund för rangordning av kabelgrupper inför vidare analys, mätning eller reinvesteringsbeslut.

4 Resultat och analys

Resultatkapitlet går från databasens omfattning och sammansättning, via felidentifiering och felintensiteter, till kabelgruppsbedömning och operativt beslutsstöd.

4.1 KLUSTERANALYS BASERAT PÅ DATA FRÅN EI

Med utgångspunkt i data som inhämtats in från Energimarknadsinspektionen har samtliga svenska elnätbolag grupperats med hjälp av K-means-klustring. Klustringen baseras på tre övergripande nyckeltal: kabelandel i förhållande till luftledning, andel kabel i stadsmiljö jämfört med landsbygd samt medelålder på kabelbeståndet. Syftet är att skapa en strukturell indelning av nätbolagen som kan användas för att bedöma vilka nät som är mest jämförbara med varandra och därmed mest relevanta att analysera tillsammans i datahubben. Tabellen nedan visar medelvärden för dessa nyckeltal inom respektive kluster.

Kluster Kabelandel Andel stad Medelålder Antal bolag i kluster

1	0,960	0,766	30.5	37
2	0,791	0,164	17.6	49
3	0,317	0,309	20.4	19
4	0,884	0,472	23.0	46

Tabell 2: Jämförelser av nyckeltal mellan kluster för alla Sveriges nätbolag. Medelåldern är beräknad per km kabel i de olika ålderskategorierna.

Kluster 1 representerar typiska större stadsnät med hög grad av markförläggning, stor andel kabel i urban miljö och relativt hög medelålder på kabelbeståndet. Dessa nät kännetecknas ofta av hög exponering per kilometer kabel och en mer komplex nätstruktur. Bland datahubbens deltagare återfinns MENAB, GENAB och Öresundskraft i detta kluster.

Kluster 2 utgörs främst av landsbygdsnät med hög kabelandel men ett jämförelsevis yngre kabelbestånd och lägre andel stadsmiljö. Dessa nät har i högre grad moderniserats under senare perioder och representerar en annan typ av riskprofil än de äldre stadsnäten. Jämtkraft, Vattenfall och Ellevio återfinns i detta kluster.

Kluster 3 kännetecknas av låg kabelandel i förhållande till luftledning, men samtidigt en relativt hög andel urban miljö. Kombinationen gör att dessa nät strukturellt avviker från övriga grupper, och felintensitet uttryckt per kilometer kabel kan därför vara svårare att jämföra direkt med mer kabelfierade nät. Inget av de deltagande nätbolagen i datahubben återfinns i detta kluster.

Kluster 4 representerar ett mellantypnät med egenskaper som ligger mellan de tydligt urbana och de mer landsbygdspräglade näten. Dessa nät har relativt hög kabelandel, måttlig urban andel och en medelålder som placerar dem mellan de äldsta stadsnäten och de yngre landsbygdsnätens bestånd. Trollhättan Energi och Kraftringen återfinns i detta kluster.

Sammantaget visar klustringen att de deltagande nätbolagen inte representerar en helt homogen grupp, utan att de spänner över flera olika strukturella nätmiljöer. Detta är viktigt för tolkningen av både felintensiteter och prediktiva resultat, eftersom nyttan av poolad data sannolikt beror på hur lika näten är varandra i fråga om struktur, ålder och materialsammansättning.

4.2 EGENSKAPER I INSAMLAD NIS-DATA

Tabell 2 visar att Datahubben innehåller en tydlig blandning av både äldre pappersisolerade och nyare plastisolerade kabelgenerationer. AXLJ och AXCEL dominerar de yngre åldersintervallen, medan FCJJ och ACJJ i högre grad återfinns i de äldre delarna av populationen. Denna sammansättning är viktig, eftersom den skapar förutsättningar både för att analysera historiska felmönster i äldre kabelbestånd och för att bedöma hur stora volymer som framåt kommer att röra sig in i mer kritiska åldersintervall.

Kabelfamilj	0–30 år (km)	31–60 år (km)	61–115 år (km)	Total längd (km)
AXLJ	1 259	12	0	1 271
AXCEL	566	102	0	668
FCJJ	8	301	325	634
ACJJ	4	386	5	394
AXAL TT	388	0	0	388
AXALJ TT	342	0	0	342
AXCE	103	207	0	311
AXKJ	58	226	1	284
ACJK	2	256	0	258
AXCLIGHT	257	0	0	257

Tabell 3: Kabelfamiljer och summa längderna för olika åldersintervall för de deltagande nätbolagen

För skarvarna framträder en annan struktur. Plast-plast-skarvar är klart vanligast i de yngre åldersintervallen, medan papper-papper-skarvar har en betydligt äldre åldersprofil. Detta ligger i linje med den historiska utvecklingen från pappers- till plastisolerade kabelsystem och är också centralt för tolkningen av skarvfelintensiteterna längre fram i rapporten.

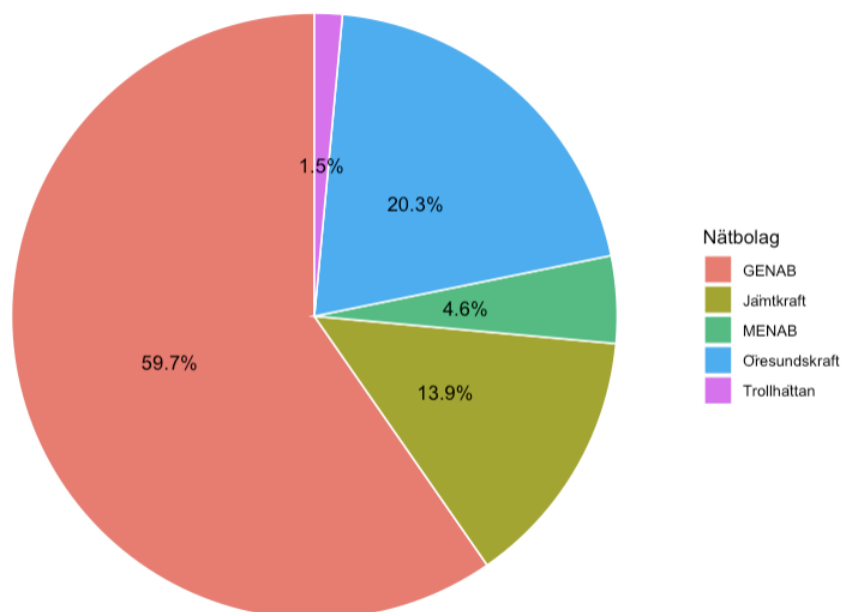
Skarvtyp	0-30 år	31-60 år	61-115 år	Total
Plast-Plast	15 190	1 900	5	17 095
Papper-Plast	6 037	1 553	20	7 610
Papper-Papper	203	5 879	1 100	7 182

Tabell 4: Antalet skarvar av olika typer och åldersfördelning

Figur 6 visar hur det totala antalet kabel och skarvsegment i datahubben, fördelar sig mellan de deltagande nätbolagen. Det framgår att GENAB står för den klart största andelen av materialet med 59,7 procent av samtliga segment. Därefter följer Öresundskraft med 20,3 procent och MENAB med 13,9 procent, medan Jämtkraft bidrar med 4,6 procent och Trollhättan med 1,5 procent. Notera att Trollhättan bara har skickat en delmängd av sin mellanspänningskabeldata.

Fördelningen illustrerar att datahubben i nuläget domineras av några få större bidrag, framför allt från GENAB. Detta är viktigt att beakta i tolkningen av både deskriptiva resultat och prediktiva analyser, eftersom de mönster som observeras i den poolade datan i hög grad påverkas av vilka nät som bidrar med störst datavolym.

Andel av segment (kabel + skarv) per nätbolag

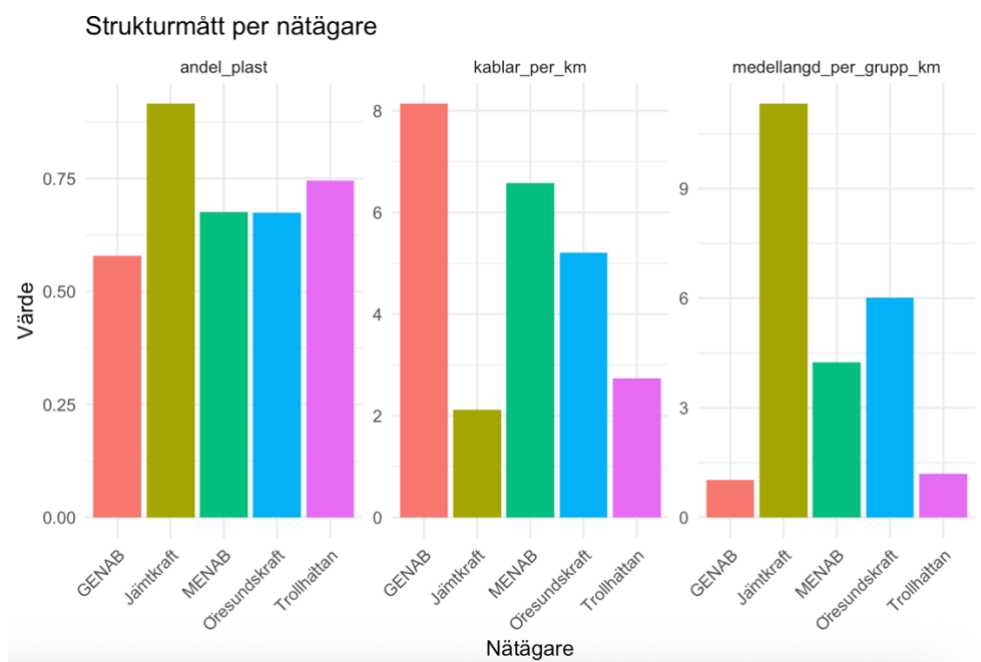


Figur 6: Andel av segment (kabel + skarv) per deltagande nätbolag i datahubben.

Figur 7 visar tre strukturmått för de deltagande nätbolagen: andel plastkablar, antal kabelsegment per kilometer och medellängd per kabelgrupp. Tillsammans ger dessa indikatorer en översiktlig bild av hur näten skiljer sig åt i sammansättning och struktur, vilket är relevant både för tolkningen av felstatistik och för möjligheten att överföra modeller mellan olika nät.

Andelen plastkablar varierar mellan bolagen. Jämtkraft uppvisar den högsta andelen, medan GENAB har den lägsta. MENAB och Öresundskraft ligger på liknande nivåer, och Trollhättan något högre.

Även strukturmått för nätens uppbyggnad skiljer sig tydligt. GENAB har högst antal kablar per kilometer, följt av MENAB och Öresundskraft, medan Jämtkraft och Trollhättan ligger lägre. Samtidigt har Jämtkraft längst medellängd per kabelgrupp, följt av Öresundskraft och MENAB, medan GENAB och Trollhättan har betydligt kortare grupper.



Figur 7: Strukturmått per deltagande nätbolag.

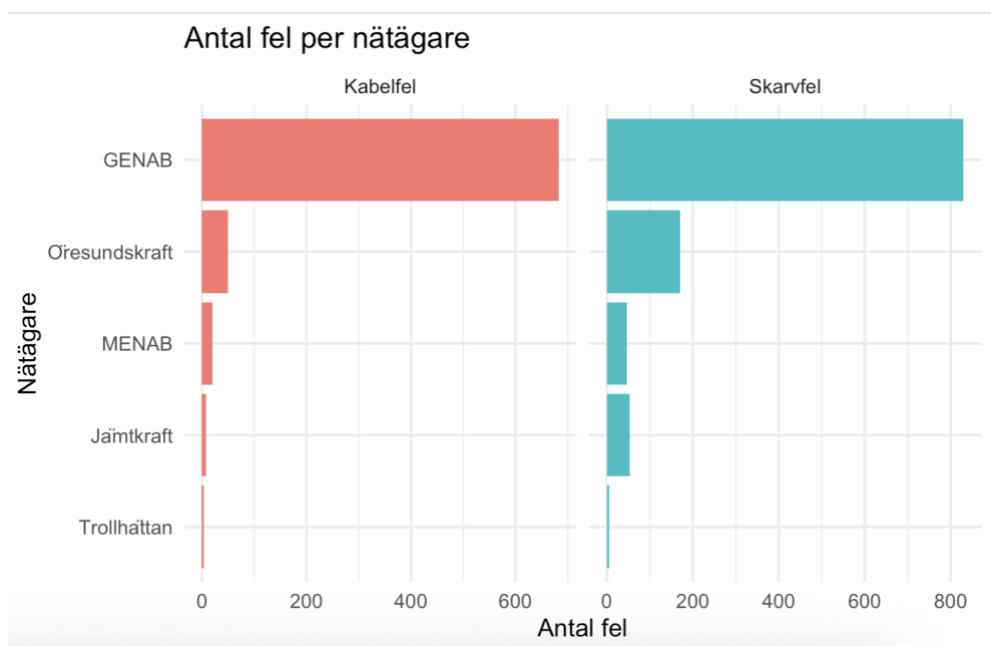
4.3 IDENTIFIERING OCH VALIDERING AV HISTORISKA FEL

Figur 8 visar hur de identifierade historiska felen fördelar sig mellan deltagande nätbolag, uppdelat på kabelfel och skarvfel. Det framgår tydligt att GENAB står för den största delen av både kabel- och skarvfelen i materialet. Öresundskraft utgör det näst största bidraget, medan MENAB, Jämtkraft och Trollhättan bidrar med betydligt färre identifierade fel.

Fördelningen speglar delvis skillnader i datavolym mellan bolagen, men sannolikt också skillnader i nätstruktur, ålderssammansättning och hur väl nya skarvkablar har dokumenterats. Att GENAB dominerar materialet innebär att den poolade feldatan i hög grad bärs upp av ett fåtal större bidrag, vilket är viktigt att beakta vid tolkning av felintensiteter och modellresultat. Samtidigt visar figuren att metoden för felidentifiering kan tillämpas på flera olika nät, vilket stärker slutsatsen att datahubben är genomförbar som arbetssätt även i en heterogen miljö.

Det är också tydligt att antalet identifierade skarvfel genomgående är högre än antalet identifierade kabelfel. Detta ligger i linje med projektets övergripande bild av att skarvar utgör en central felkälla i mellanspänningsnäten och att skarvrelaterad information därför är särskilt viktig i

riskbedömning av kabelnät. Därmed finns ytterligare incitament för elnätsägare att dokumentera nya skarvar i deras nät för att på så vis kunna ta denna information i framtida riskbedömningar.



Figur 8: Antalet kabel och skarvfel per nätägare

Vidare, Figur 8 visar en normaliserad förväxlingsmatris för den regelbaserade kategoriseringen av historiska fel i GENAB:s data. Matrisen jämför den de identifierade feltypen med den validerade feltypen och visar därmed hur stor andel av de identifierade händelserna som motsvarar korrekta kabel- respektive skarvfel, respektive andra typer av händelser.

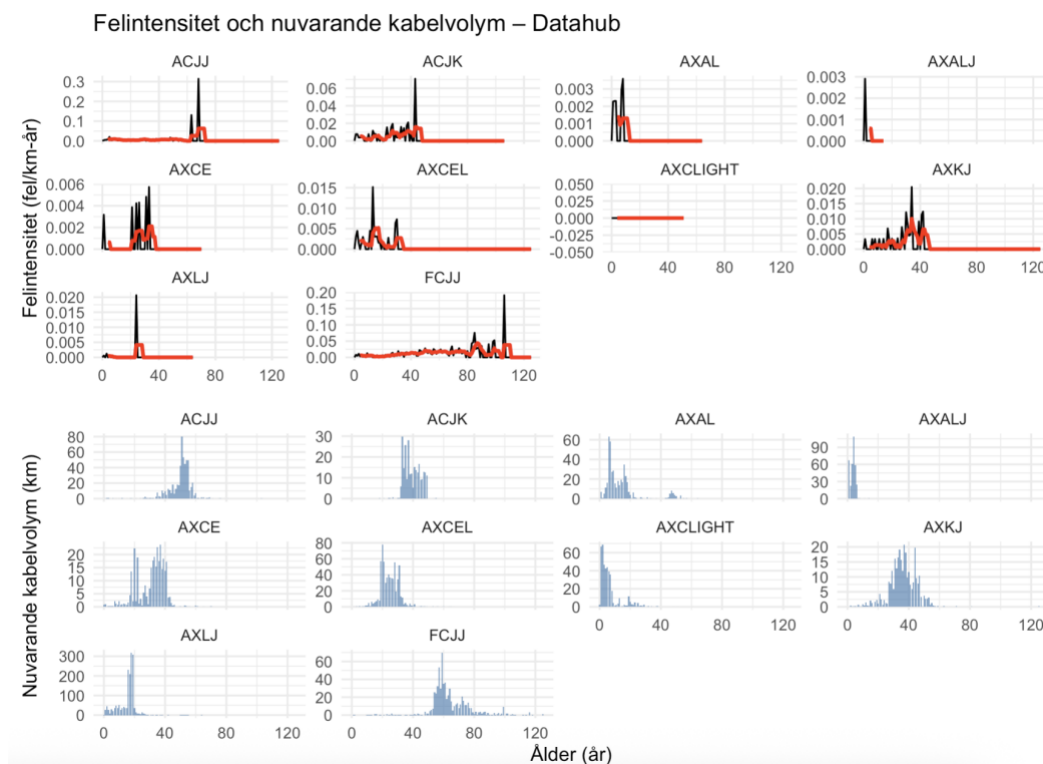
För de händelser som algoritmen klassificerat som skarvfel har 73,6 procent validerats som verkliga skarvfel. Samtidigt utgör 10,4 procent ombyggnationer, 7,5 procent grävskador, 6,6 procent kabelfel och 1,9 procent händelser som inte gått att hitta i underlaget. För de händelser som algoritmen klassificerat som kabelfel har 66,7 procent validerats som verkliga kabelfel, medan 13,5 procent visade sig vara skarvfel, 12,5 procent ombyggnationer och 7,3 procent grävskador.

Resultatet visar att metoden fångar en betydande andel verkliga kabel- och skarvfel, men också att en icke obetydlig del av de identifierade händelserna i själva verket motsvarar andra typer av händelser i nätet. Detta understryker varför validering är nödvändig innan den identifierade feldata används fullt ut i statistik och modellering. Figuren visar samtidigt att felklassificeringarna i stor utsträckning sker mot närliggande och praktiskt relevanta kategorier, snarare än helt slumpmässigt, vilket stärker metodens användbarhet som första automatiskt steg i datahubben.

4.4 FELINTENSITETER

Figur 9 visar årlig felintensitet och nuvarande kabelvolym per kabelfamilj för den samlade datahubben. Felintensiteten är beräknad enligt metod i kapitel 3. I den övre panelen visas felintensiteten som funktion av ålder, medan den undre panelen visar hur stor installerad kabelvolym som idag finns kvar i respektive åldersklass. Kombinationen av dessa två perspektiv är viktig, eftersom en hög observerad felintensitet får olika praktisk betydelse beroende på om den avser en liten eller stor återstående kabelvolym. Om det exempelvis finns en liten volym kabel i ett visst åldersintervall så kan felintensitetsberäkning antingen bli statistiskt instabil (litet antal fel kan ge stora felintensiteter) eller så felintensitetsvärdet inte relevant för riskbedömning då det finns så få exemplar av den specifika kabelåldern.

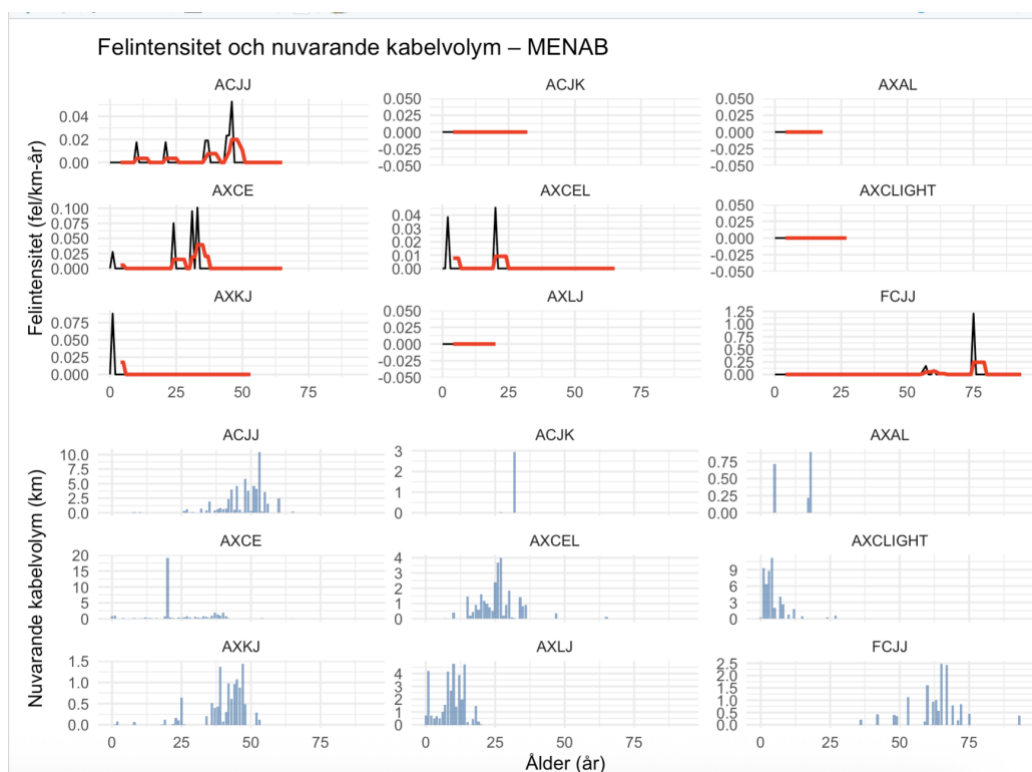
För flera kabelfamiljer framträder tydliga skillnader i både risknivå och åldersprofil. FCJJ uppvisar den största kvarvarande volymen bland de äldre kabelfamiljerna och samtidigt en tydligt förhöjd felintensitet i högre åldrar, vilket gör denna familj särskilt relevant i ett underhålls- och reinvesteringsperspektiv, dock så är det små volymer för de äldsta kablarna vilket gör felintensitetsvärdet osäkert. Även ACJJ och AXKJ visar förhöjda felintensiteter i vissa åldersintervall, medan exempelvis AXLJ, AXAL och AXALJ generellt ligger på lägre nivåer. För vissa familjer, såsom AXCLIGHT, är datavolymen eller åldersspannet mer begränsat, vilket gör att resultaten bör tolkas med större försiktighet.



Figur 9: Årlig felintensitet och nuvarande kabelvolym per kabelfamilj för datahubben. Röd kurva är rullande medelvärde.

Figur 11 visar årlig felintensitet och nuvarande kabelvolym per kabelfamilj för MENABs data, och bör tolkas i relation till motsvarande figur för hela datahubben. Jämfört med datahubben framträder här ett mer begränsat och mer lokalt färgat mönster, både vad gäller vilka kabelfamiljer som dominerar volymmässigt och hur felintensiteten varierar över ålder. Detta illustrerar en viktig poäng i projektet: enskilda nät kan uppvisa tydliga avvikelser från den poolade bilden, vilket påverkar hur representativ en gemensam felintensitet är för ett specifikt tillämpningsfall.

I MENAB:s data framträder framför allt ACJJ, AXCE, AXCEL, AXKJ, AXLJ och FCJJ som relevanta familjer, men volymerna är låga i relation till datahubben. Det gör att variationerna i felintensitet blir mer känsliga för enskilda observationer och därmed mindre stabila statistiskt. Samtidigt syns att vissa av de övergripande mönster som finns i datahubben återkommer även här, exempelvis att äldre FCJJ-kablar uppvisar förhöjd felintensitet och att olika kabelfamiljer har tydligt olika åldersprofiler. Figuren visar därmed både likheter och skillnader mellan det enskilda nätet och den poolade datan.



Figur 10: Årlig felintensitet och nuvarande kabelvolym per kabelfamilj för MENAB. Röd kurva är rullande medelvärde.

Tabell 5 visar kabelvolym per kabelfamilj för hela datahubben samt för respektive deltagande nätbolag. Resultaten visar tydligt att kabelbestånden skiljer sig åt mellan näten, både vad gäller

total volym och sammansättning av kabelfamiljer. På datahubbsnivå dominerar AXLJ, AXCEL och FCJJ volymmässigt, medan även ACJJ, AXAL, AXCLIGHT och AXALJ utgör betydande delar av det samlade materialet. Detta innebär att datahubben fångar både äldre och nyare kabelgenerationer och därmed ger ett bredare underlag än vad de enskilda näten gör var för sig.

Skillnaderna mellan nätbolagen är samtidigt tydliga. Jämtkraft har exempelvis en mycket stor andel AXLJ och AXCLIGHT, medan GENAB har stora volymer av FCJJ, AXAL och ACJK. Öresundskraft utmärker sig genom relativt stora volymer av AXLJ, ACJJ, AXKJ och AXCE, medan MENAB generellt har mindre total volym men ändå representation i flera centrala kabelfamiljer. Trollhättan bidrar med mindre volymer totalt sett, men har ändå vissa tydliga inslag, exempelvis AXCLIGHT och ACJJ.

Tabellen illustrerar därmed två viktiga aspekter av datahubben. För det första visar den att den poolade datamängden bygger upp en större och mer varierad kabelpopulation än vad något enskilt nätbolag kan bidra med. För det andra visar den att nätens olika materialsammansättning innebär att deras riskbilder inte är direkt identiska. Detta är viktigt både för tolkningen av felintensiteter och för bedömningen av hur väl poolad data kan användas för att stödja analyser i ett enskilt nät.

Kabelfamilj Datahubb GENAB Jämtkraft MENAB Öresundskraft Trollhättan

AXLJ	1682	166	1158	36.0	315	6.76
AXCEL	671	274	270	25.9	96.9	4.98
FCJJ	635	496	38.8	14.4	74.1	11.1
ACJJ	548	236	16.9	57.2	206	32.0
AXAL	441	389	40.1	1.83	10.0	0,144
AXCLIGHT	438	16.9	262	50.3	6.41	103
AXALJ	344	342	2.93	Finns ej	0,002	Finns ej
AXCE	316	11.6	159	37.2	108	0.684
AXKJ	301	50.3	28.1	11.4	195	16.4
ACJK	258	255	Finns ej	2.97	Finns ej	Finns ej

Tabell 5: Kabelvolym per kabelfamilj (km) för Datahubb samt respektive nätbolag

Vidare så visar Tabell 6 estimerade medelvärden för felintensitet per kabelfamilj för hela datahubben samt för respektive deltagande nätbolag. Resultaten visar att felintensiteten varierar tydligt mellan olika kabelfamiljer, men också mellan nätbolag inom samma kabelfamilj. Detta indikerar att risknivån inte enbart bestäms av kabeltyp i sig, utan också påverkas av lokala förhållanden såsom åldersprofil, nätstruktur, driftmiljö, dokumentationskvalitet och datavolym.

På datahubbsnivå framträder FCJJ som den kabelfamilj med högst estimerad felintensitet, följt av ACJK, ACJJ och AXKJ. Flera andra familjer, såsom AXAL, AXALJ, AXCEL och AXLJ, uppvisar betydligt lägre nivåer, medan AXCLIGHT i detta material inte uppvisar någon estimerad felintensitet alls. Samtidigt visar tabellen att vissa familjer saknar tillräckligt underlag i enskilda nät, vilket markeras som inga datapunkter. Detta understryker en central poäng i projektet: för mindre eller mer specialiserade nät räcker den egna datamängden ofta inte för att ge statistiskt robusta skattningar för alla kabelfamiljer.

Jämförelsen mellan datahubben och de enskilda nätbolagen visar också att poolad data kan ge ett mer komplett och stabilt underlag för felintensitetsberäkningar. Samtidigt framgår att det finns skillnader mellan näten som gör att den poolade nivån inte alltid fullt ut representerar ett specifikt nätbolags lokala riskbild.

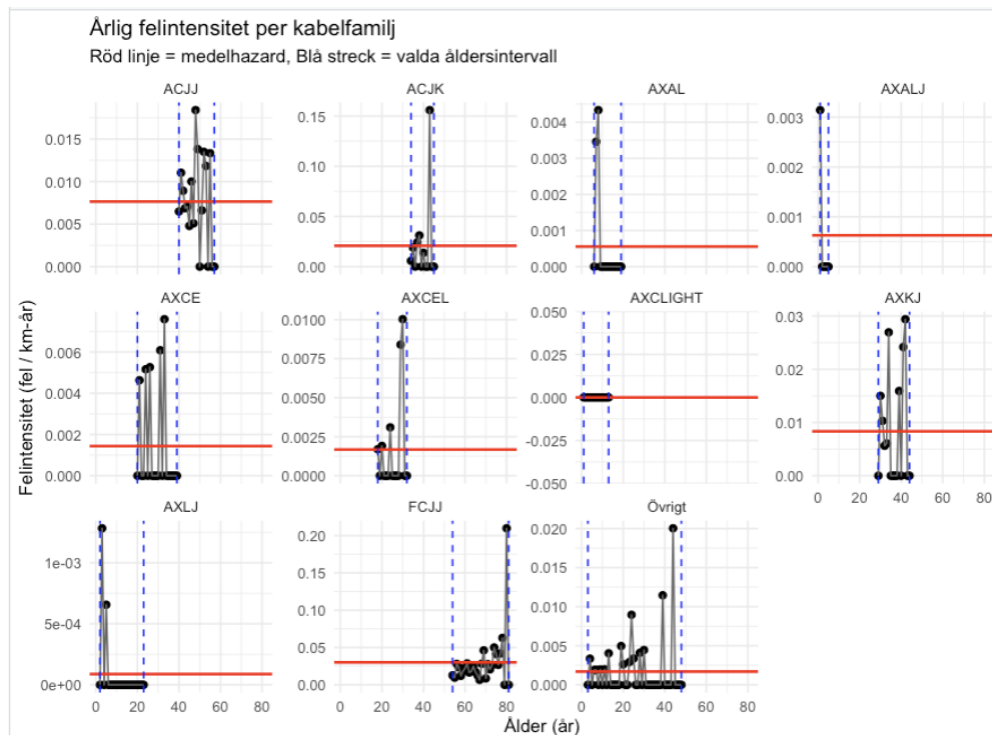
Kabelfamilj	Datahubb	GENAB	Jämtkraft	MENAB	Öresundskraft	Trollhättan
ACJJ	0.00843	0.0125	0.00518	0.00804	0.00289	0
ACJK	0.0164	0.0164	Inga datapunkter	Inga datapunkter	Inga datapunkter	Inga datapunkter
AXAL	0.000969	0.000977	0	0	0	0
AXALJ	0.000976	0.000987	0	Inga datapunkter	0	Inga datapunkter
AXCE	0.00168	0	0.00101	0.0174	0	0
AXCEL	0.00113	0.00185	0	0.00639	0	0
AXCLIGHT	0	0	0	0	0	0
AXKJ	0.00794	0.0109	0.0106	0	0.00789	0
AXLJ	0.000132	0.000433	0.0000559	0	0.000468	0
FCJJ	0.0202	0.0235	0.00184	0.0351	0.0137	0

Tabell 6: Estimerade medelvärden för felintensiteter (antal fel per km kabel, år) per nätbolag och kabelfamilj

Figur 11 visar de estimerade årliga felintensiteterna per kabelfamilj för hela datahubben, där den röda linjen anger medelvärdet för respektive familj och de blå streckade linjerna markerar de åldersintervall som bedömts ha tillräcklig kabelvolym för att ge statistiskt stabila skattningar. De svarta punkterna visar de observerade årliga felintensiteterna, vilket gör det möjligt att både bedöma nivåskillnader mellan kabelfamiljer och hur mycket variation som finns inom respektive åldersspann.

Resultaten visar tydligt att felintensiteten skiljer sig mellan kabelfamiljerna. FCJJ framträder med den högsta genomsnittliga felintensiteten och uppvisar också ett tydligt åldersrelaterat mönster i högre åldrar. Även ACJK, ACJJ och AXKJ uppvisar relativt höga nivåer jämfört med flera andra familjer. Kabelfamiljer såsom AXAL, AXALJ, AXCEL och AXLJ ligger däremot på betydligt lägre nivåer, medan AXCLIGHT i detta material inte uppvisar någon tydlig felintensitet alls. Gruppen "Övrigt" visar samtidigt att det finns kvarvarande variation även bland mindre vanliga kabeltyper, men att dessa ofta bygger på mer begränsade datamängder.

Figuren illustrerar också varför åldersintervall används i beräkningarna. För många kabelfamiljer är de årliga observationerna få och varierar kraftigt mellan enskilda åldrar. Genom att avgränsa analysen till åldersspann med tillräcklig ackumulerad kabelvolym kan felintensiteterna skattas på ett mer robust sätt. Figuren ger därmed både en översiktlig jämförelse mellan kabelfamiljer och ett stöd för att bedöma i vilka delar av materialet skattningarna är mest tillförlitliga.



Figur 11: Årlig felintensitet per kabelfamilj för hela datahubben.

Vidare Figur 12 visar årlig felintensitet och nuvarande skarvvolym per skarvtyp för hela datahubben. I den övre panelen visas felintensiteten som funktion av ålder för skarvtyperna papper-papper, papper-plast och plast-plast. Den undre panelen visar samtidigt hur den nuvarande skarvvolymen är fördelad över olika åldrar.

Resultaten visar tydliga skillnader mellan skarvtyperna. Papper-papper uppvisar den högsta felintensiteten, särskilt i högre åldrar, och samtidigt en betydande kvarvarande volym i äldre åldersklasser. Papper-plast uppvisar också förhöjda felintensiteter, men på en lägre nivå än papper-papper. Plast-plast har genomgående lägst felintensitet, trots att denna skarvtyp samtidigt utgör den största volymen i materialet. Detta innebär att plast-plast-skarvar dominerar i antal, men att de äldre pappersrelaterade skarvtyperna står för en större relativ risk.

Figuren visar därmed att skarvtyp är en viktig riskdimension i datahubben. Den illustrerar också varför felintensitet bör tolkas tillsammans med exponerad volym: en hög felintensitet i en liten population behöver inte ge samma framtida påverkan som en måttligare felintensitet i en stor population. För underhålls- och reinvesteringsplanering innebär detta att både relativ risk och kvarvarande skarvvolym behöver vägas in i bedömningen.

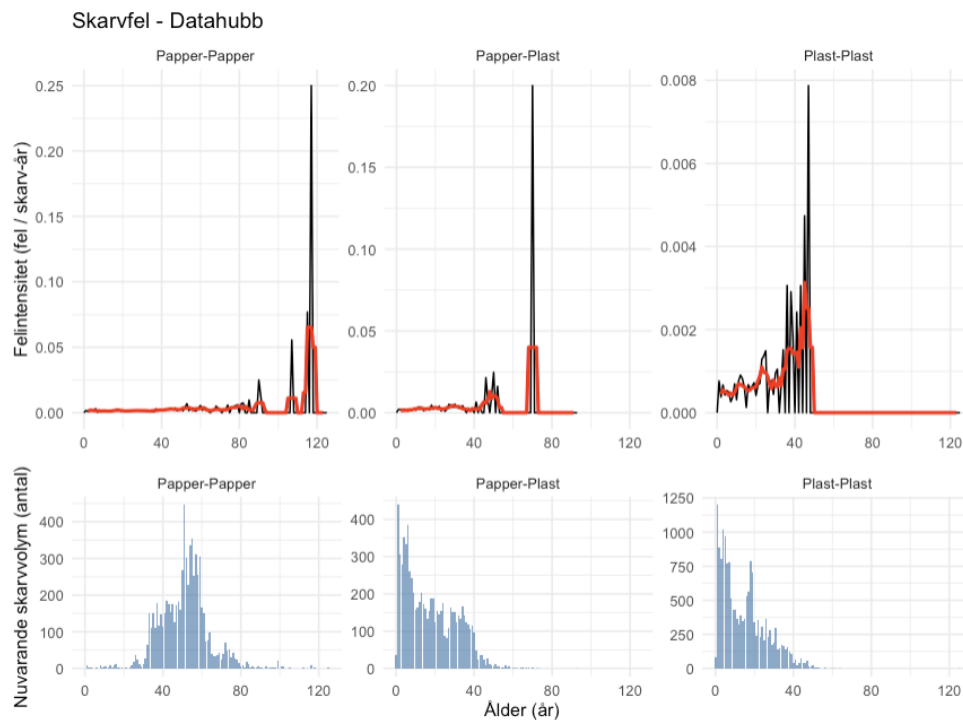
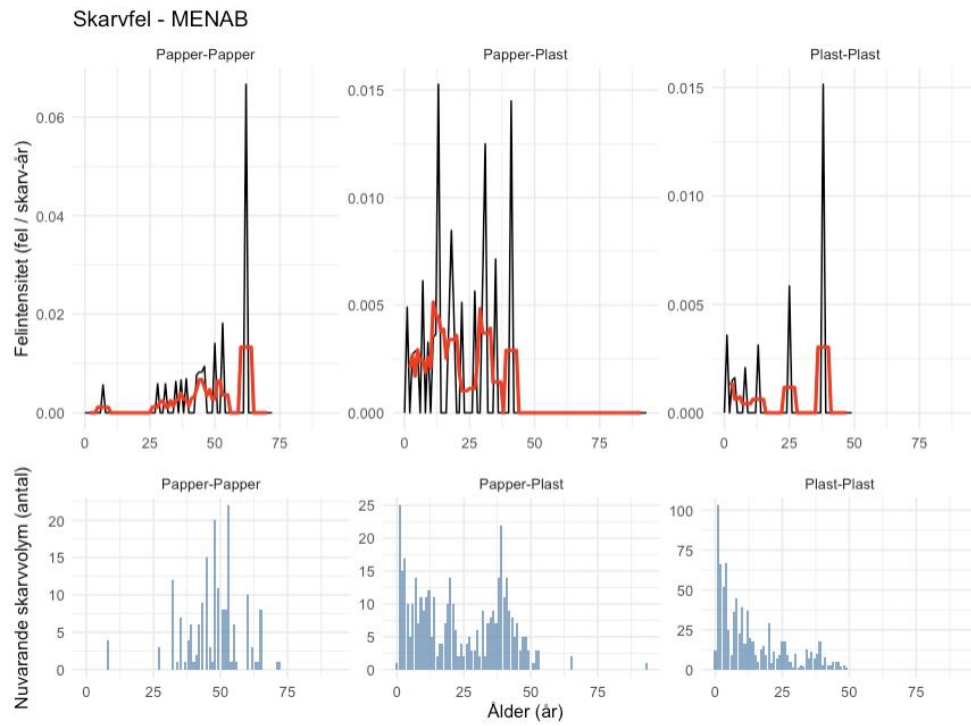


Figure 12: Årlig felintensitet och nuvarande skarvvolum per skarvtyp (Datahub).

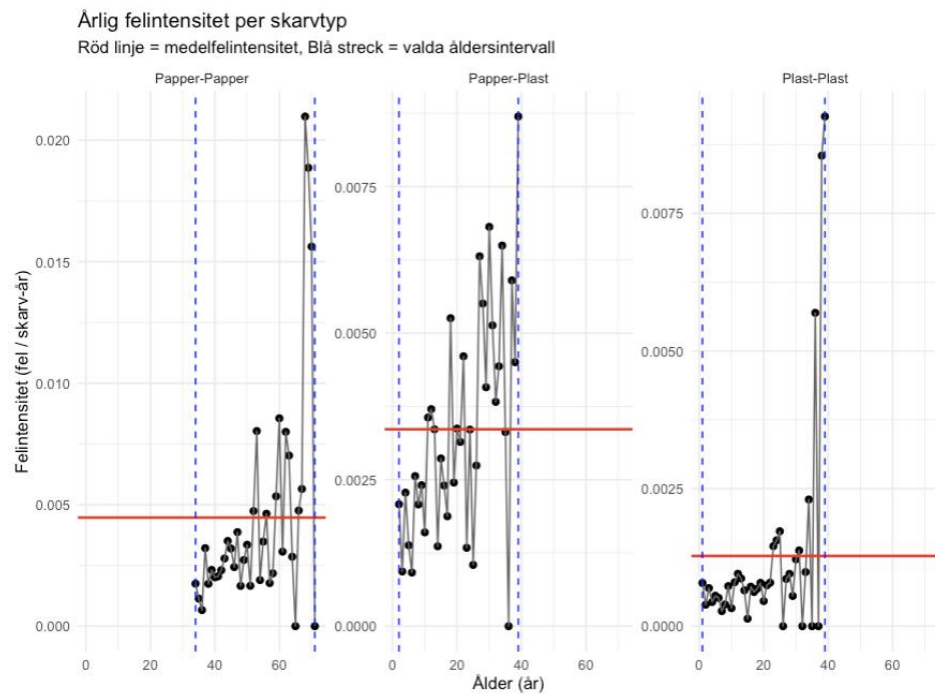
Figure 13 visar årlig felintensitet och nuvarande skarvvolum per skarvtyp för MENAB och bör tolkas i relation till motsvarande figur för hela datahubben. Jämfört med den poolade datan framträder här ett mer lokalt och mer begränsat mönster, där både skarvvolymer och observerade fel är färre. Detta gör att de årliga felintensiteterna varierar mer mellan enskilda åldrar och blir mer känsliga för enskilda händelser.

Samtidigt återkommer flera av de övergripande mönster som syns i datahubben. Papper-papper-skarvar uppvisar även här högre felintensitet i äldre åldrar än plast-plast-skarvar, och papper-plast intar en mellanposition. Plast-plast dominerar volymmässigt även i MENAB, men den relativa risknivån är lägre än för de pappersrelaterade skarvtyperna. Jämfört med datahubben framstår dock åldersmönstren i MENAB som mer ojämna och mindre utjämnade, vilket är väntat när underlaget är mindre och därför mer påverkat av enskilda observationer.

Figuren visar därför både värdet och begränsningen i den lokala analysen. Den lokala bilden är viktig eftersom den speglar MENAB:s faktiska nätstruktur och skarvpopulation, men den är samtidigt mer osäker än motsvarande skattning för datahubben som helhet. I praktiken innebär detta att den poolade datan kan bidra med stabilare referensvärden, medan den enskilda nätbilden behövs för att bedöma hur väl dessa referensvärden överensstämmer med det lokala nätets faktiska riskprofil.



Figur 13: Årlig felintensitet och nuvarande skarvvolym per skarvtyp (MENAB)



Figur 14: Felintensiteter för skarvtyperna för hela Datahubben. Streckade blå linjer är åldersintervall där skarvantal har tillräcklig volym. Röd linje är medelvärde för felintensiteten. Svart kurva är felintensitetsväre per år.

Slutligen visar Figur 14 den årliga felintensiteten per skarvtyp för hela datahubben. Den röda linjen anger medelfelintensiteten för respektive skarvtyp, medan de blå streckade linjerna markerar de tillåtna åldersintervallen. De svarta punkterna visar observerade årliga felintensiteter, vilket gör det möjligt att bedöma både nivåskillnader mellan skarvtyper och variationen inom respektive åldersspann.

Resultaten visar tydliga skillnader mellan skarvtyperna. Papper-papper uppvisar den högsta genomsnittliga felintensiteten, följt av papper-plast, medan plast-plast ligger på en betydligt lägre nivå. Samtidigt framgår att variationen mellan enskilda åldrar är stor, särskilt för papper-plast, vilket understryker att enskilda årsvisa observationer kan vara känsliga för små datamängder och enskilda felhändelser. Genom att avgränsa analysen till åldersintervall med tillräcklig volym kan skattningarna göras mer robusta och bättre lämpade som underlag för jämförelse och riskbedömning.

Figuren stärker därmed bilden att skarvtyp är en viktig riskdimension i datahubben. Särskilt de pappersrelaterade skarvtyperna framstår som mer felbenägna än plast-plast, vilket är relevant både för deskriptiv analys och för fortsatt modellering av risk på kabelgruppsnivå.

Nedan finns tabeller som visar medelfelintensiteter och skarvvolymer i siffror för datahubben samt respektive nätbolag.

Skarvtyp	Datahubb	GENAB	Jämtkraft	MENAB	Öresundskraft	Trollhättan
Papper-Papper	0.0898	0.0813	0.0870	0.0452	0.0594	0.0185
Papper-Plast	0.0414	0.0404	0.0212	0.0611	0.0457	0
Plast-Plast	0.00907	0.00763	0.00770	0.0106	0.0130	0.0101

Tabell 7: Medelvärde felintensitet [antalet skarvfel per totala antalet skarvar per skarvtyp] för Datahubben samt respektive nätbolag. Enhet är antal skarvfel per antalet skarvar.

Tabellen visar att papper-papper-skarvar har den högsta genomsnittliga felintensiteten i den samlade datahubben, följt av papper-plast och därefter plast-plast. Mönstret är tekniskt rimligt och ligger i linje med förväntningen att äldre övergångar och mer komplexa materialkombinationer i högre grad kan vara förknippade med fel.

Skarvtyp	Datahubb	GENAB	Jämtkraft	MENAB	Öresundskraft	Trollhättan
Plast-Plast	17110	7861	4164	854	3933	298
Papper-Plast	7613	5540	283	412	1247	131
Papper-Papper	7195	6003	69	177	892	54

Tabell 8: Antal skarvar per skarvtyp för Datahubben samt respektive nätbolag.

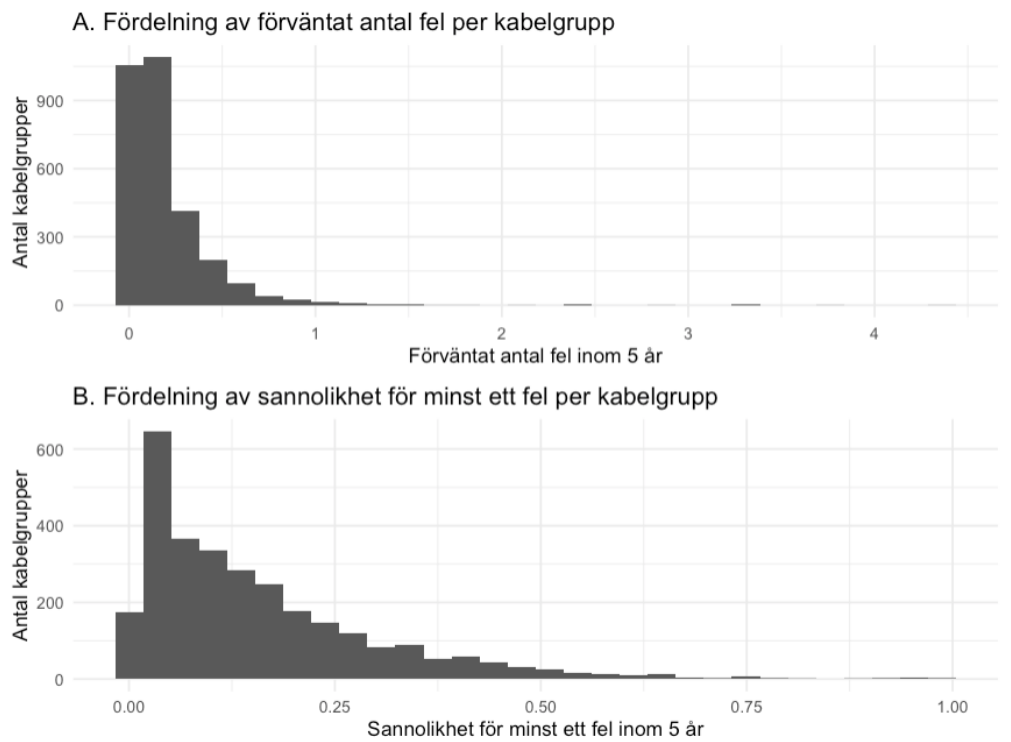
Samtidigt synliggör tabellen en viktig balans mellan risknivå och exponeringsvolym. Plast-plast-skarvar har lägre medelfelintensitet men förekommer i mycket stor omfattning, vilket gör dem relevanta i ett planeringsperspektiv. Papper-papper-skarvar är färre men har högre observerad risk och kan därför vara särskilt viktiga i riktade åtgärdsstrategier.

4.5 SANNOLIKHET FÖR FEL OCH ANTALET FÖRVÄNTADE FEL PÅ KABELGRUPPSNIVÅ

Med felintensitet per kabelfamilj och skarvtyp från den tidigare sektionen så aggregeras dessa värden per kabelgrupp, för att på så vis ta fram antalet förväntade fel inom 5 år och sannolikhet för minst ett fel inom 5 år per kabelgrupp.

Figur 15 visar fördelningen av dessa nyckeltal för samtliga kabelgrupper i datahubben. Båda histogrammen är tydligt högerskevade, vilket innebär att merparten av kabelgrupperna har låg eller måttlig risk, medan ett mindre antal grupper sticker ut med väsentligt högre riskvärden.

I den övre panelen framgår att det förväntade antalet fel per kabelgrupp i de flesta fall ligger på relativt låga nivåer, medan endast ett fåtal grupper uppvisar klart högre förväntade fel. Den nedre panelen visar ett liknande mönster för sannolikheten för minst ett fel inom fem år: de flesta kabelgrupper har låg sannolikhet, men det finns samtidigt en svans av grupper med tydligt förhöjd risk. Detta tyder på att riskbilden i materialet är koncentrerad till en begränsad andel kabelgrupper.



Figur 15: Histogrammet ovan: fördelning av antalet förväntade fel fem år framåt per kabelgrupp. Histogrammet nedan: fördelning sannolikhet för minst ett fel fem år framåt.

Den summerande statistiken bekräftar samma bild. Medianvärdena är förhållandevis låga, medan 90- och 98-percentilerna ligger betydligt högre. Det innebär att ett litet antal kabelgrupper står för en oproportionerligt stor andel av den modellerade risken, vilket är precis den typ av urval som gör prediktivt beslutsstöd praktiskt användbart, dvs vilka kabelgrupper som är mest behov av utökad mätning och hälsobedömning.

Statistik	Förväntat antal fel inom 5 år	Sannolikhet för minst ett fel inom 5 år
Antal kabelgrupper	2959	2959
Medelvärde	0,193	0,156
Median	0,122	0,115
25-percentil	0,046	0,045
75-percentil	0,247	0,219
90-percentil	0,439	0,356
98-percentil	0,830	0,564
Max	4,362	0,987

Tabell 9: summerande statistik för förväntat antal fel inom 5 år samt sannolikhet för minst ett fel inom 5 år för kabelgrupperna.

Figur 16 visar hur det förväntade antalet fel inom fem år på kabelgruppsnivå varierar med fyra centrala egenskaper: dominerande kabeltyp, total längd, antal skarvar och skarvtäthet. Tillsammans ger panelerna en mer förklarande bild av vad som driver de risknivåer som ligger till grund för kabelgruppsbedömningen.

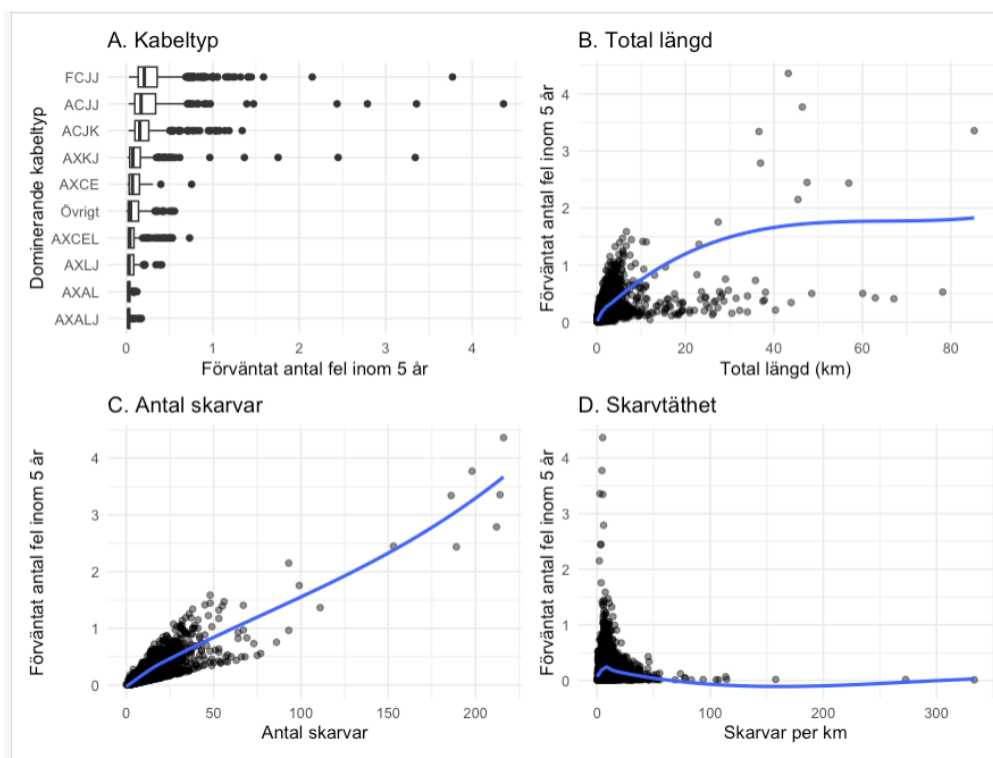
Panel A visar att risknivån skiljer sig mellan kabeltyper. Vissa kabeltyper, särskilt ACJJ och AXKJ, återfinns oftare bland kabelgrupper med högre förväntat antal fel, medan andra typer generellt ligger på lägre nivåer. Detta tyder på att materialsammansättning och kabelgeneration har betydelse för riskbilden, även om variationen inom varje kabeltyp samtidigt är stor.

Panel B visar ett positivt samband mellan total längd och förväntat antal fel. Sambandet är tydligt men avtagande, vilket innebär att längre kabelgrupper generellt har högre risk, men att ökningen planar ut för de allra längsta grupperna. Detta är intuitivt rimligt, eftersom längre grupper innebär större exponerad kabelmängd och därmed fler potentiella felpunkter.

Panel C visar ett ännu tydligare positivt samband mellan antal skarvar och förväntat antal fel. Kabelgrupper med många skarvar uppvisar genomgående högre risknivåer, vilket stärker bilden av att skarvar utgör en central riskdrivare i kabelsystemet. Jämfört med total längd framstår antalet skarvar här som en särskilt stark strukturvariabel i riskbedömningen.

Panel D visar sambandet mellan skarvtäthet och förväntat antal fel. Här framträder ett svagare och mer koncentrerat mönster än i panel C. Detta indikerar att den absoluta mängden skarvar i kabelgruppen i detta material verkar vara en starkare förklaringsfaktor än skarvtätheten i sig. Samtidigt finns ett antal grupper med mycket hög skarvtäthet men relativt låg total risk, vilket visar att skarvtäthet behöver tolkas tillsammans med övriga variabler såsom total längd och kabeltyp.

Sammantaget visar figuren att riskbilden på kabelgruppsnivå inte drivs av en enskild faktor, utan av ett samspel mellan tekniska egenskaper och strukturella mått. Figuren stärker därmed metodens utgångspunkt att kabelgruppsbedömning bör bygga på flera kompletterande riskvariabler snarare än enbart ålder eller kabeltyp.



Figur 16: Samband mellan kabeltyp, total längd, antal skarvar, skarvtäthet och förväntat antal fel inom fem år.

4.6 VERIFIERING AV PREDIKTIV MODELL

För att utvärdera modellens prediktiva förmåga genomfördes en out-of-sample-verifiering. Riskmodellen kalibrerades på NIS-data från år 2021 för GENAB och prediktionerna jämfördes därefter mot faktiskt utfall, definierat som verifierade kabel- och skarvfel som inträffat under perioden 2022–2025 för samma bolag.

ROC-analysen, baserad på sannolikheten för minst ett fel inom fem år, gav ett AUC-värde på 0,763. ROC (Receiver Operating Characteristic) är en kurva som visar en klassificeringsmodells förmåga att skilja mellan två klasser vid olika tröskelvärden, medan AUC (Area Under the Curve) sammanfattar denna förmåga som ett värde mellan 0,5 och 1. Detta innebär att modellen i 76 % av fallen korrekt rangordnar en kabelgrupp med fel högre än en kabelgrupp utan fel. Resultatet indikerar god diskriminationsförmåga för ett infrastruktursystem med låg grundfrekvens av fel.

För att utvärdera modellens operativa nytta genomfördes en lift-analys. Kabelgrupperna sorterades efter predikterat förväntat antal fel, och de 10 % högst riskklassade grupperna jämfördes med genomsnittet.

Resultatet visar en lift på 4,17. Det innebär att de 10 % högst riskklassade kabelgrupperna uppvisade mer än fyra gånger så hög felincidens som genomsnittet under perioden 2022–2025.

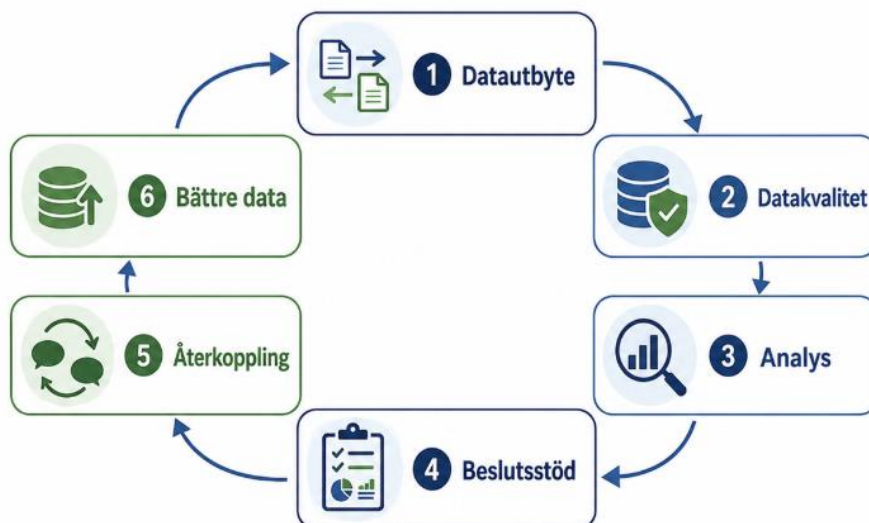
Detta är ett starkt resultat ur ett beslutsstödperspektiv. Modellen koncentrerar risk till en begränsad del av nätet och möjliggör därmed riktade insatser för mätning, fördjupad analys eller reinvestering.

5 Diskussion

Projektet visar att det är praktiskt möjligt att bygga upp en första iteration av en gemensam datahubb för analys av

mellanspänningskablar och skarvar. Det viktigaste resultatet är inte enbart att data från flera nätbolag har kunnat samlas in, utan att denna data också har kunnat harmoniseras, analyseras och omsättas i konkreta beslutsunderlag. Samtidigt visar projektet tydligt att värdet av en datahubb inte uppstår automatiskt bara för att mer data samlas i en gemensam struktur. Nyttan uppstår först när datautbytet kombineras med standardisering, kvalitetssäkring, validering och återkoppling till de deltagande nätbolagen.

En central lärdom är därför att datahubben bör förstås som en iterativ process snarare än som en statisk databas. Figur 17 illustrerar denna princip: datautbyte leder till förbättrad datakvalitet, vilket möjliggör bättre analyser och beslutsstöd, som i sin tur ger återkoppling till nätbolagen och förbättrar nästa generations datautdrag. Detta är ett viktigt perspektiv, eftersom projektet visar att de största hindren i många fall inte ligger i själva analysmetoderna utan i datans struktur, jämförbarhet och tillförlitlighet. Om dessa delar förbättras successivt över tid stärks även förutsättningarna för både deskriptiv statistik och prediktiva modeller.



Figur 17: Principfigur för iterativ utveckling av datahubben.

5.1 DATAKVALITET SOM GRUNDFÖRUTSÄTTNING

Projektet bekräftar att datakvalitet är den mest avgörande förutsättningen för att datahubben ska ge långsiktigt värde. De analyser som genomförts visar att många av de centrala frågorna i kabelunderhåll i princip går att adressera med hjälp av anläggningsregisterdata, men också att resultaten blir starkt beroende av hur väl ledningstyper, topologi, regulatoriska år och

skarvförändringar har dokumenterats i de lokala systemen. När datan är ofullständig eller inkonsekvent försämras inte bara möjligheten att identifiera historiska fel, utan också kvaliteten i de felintensiteter och riskmått som senare tas fram.

Detta innebär att datahubben också fyller en viktig funktion som verktyg för att synliggöra databrister. Visualiseringar, valideringsfiler och jämförelser mellan nät gör det möjligt att upptäcka orimligheter, saknade värden och avvikande mönster som annars hade varit svåra att se. På så sätt fungerar datahubben inte bara som analysplattform utan också som ett stöd för nätbolagens interna utveckling av datakvalitet. Detta är sannolikt en av de mest långsiktigt värdefulla effekterna av projektet.

5.2 BETYDELSEN AV VALIDERING

Resultaten visar också att identifiering av historiska kabel- och skarvfel ur anläggningsregisterdata är möjlig, men att metoden inte bör användas okritiskt utan återkommande validering. Den regelbaserade metod som använts i projektet fångar i många fall verkliga felhändelser, men kan även identifiera ombyggnationer, grävsador eller andra förändringar som i registerstrukturen liknar fel.

Ur ett modellperspektiv är detta särskilt viktigt. Om historiska fel används som målvariabel i statistik eller maskininlärning, och en betydande andel av dessa observationer i själva verket avser andra typer av händelser, riskerar analysen att lära sig fel fenomen. Den iterativa valideringsprocessen med nätbolagen är därför avgörande för att säkerställa att den uppbyggda feldatan successivt blir mer korrekt och användbar. På sikt bör denna process kunna institutionaliseras som en återkommande del av datahubben, snarare än som ett separat projektmoment.

5.3 POOLAD DATA GER MERVÄRDE, MEN INTE ALLTID AUTOMATISKT

En annan viktig slutsats från projektet är att poolad data i många fall ger ett tydligt mervärde, särskilt för mindre nätbolag med begränsad egen datamängd. De deskriptiva resultaten visar att datahubben möjliggör stabilare skattningar av felintensiteter för kabelfamiljer och skarvtyper än vad flera av de enskilda näten klarar var för sig. På samma sätt visar modellresultaten att kombinationen av data från flera nät kan förbättra möjligheten att ta fram prediktiva underlag på kabelgruppsnivå.

Samtidigt visar projektet att mer data inte alltid är lika med bättre data. När skillnaderna mellan nätbolagen blir för stora, exempelvis i fråga om kabelgenerationer, nätstruktur, materialsammansättning eller dokumentationspraxis, kan den poolade datan bli mindre representativ för ett enskilt nät. I sådana fall riskerar en modell som tränas på hela datahubben att bli mindre träffsäker än en modell som tränas på en mer selektivt vald datamängd. Detta innebär att framtida arbete bör fokusera inte bara på att öka datavolymen, utan också på att förstå vilka

nät som är tillräckligt lika varandra för att deras data bör kombineras i samma analys. En klustringsmetod föreslogs som kan göra denna uppdelning-

5.4 DESKRIPTIV STATISTIK SOM BESLUTSSTÖD I SIG

Projektet visar också att värdet av datahubben inte enbart ligger i avancerad modellering. De deskriptiva resultaten, såsom sammanställningar av kabelvolym, skarvpopulationer, åldersprofiler och felintensiteter, är i sig ett betydande beslutsstöd. För många nätbolag kan sådana resultat ge ny kunskap om det egna beståndets struktur och riskprofil, även innan mer avancerade prediktioner tas i bruk.

Projektets resultat tyder därför på att datahubben bör utvecklas i flera nivåer, där deskriptiv statistik, felintensiteter och prioriteringslistor utgör en första nyttolager, och där mer avancerad prediktiv modellering kan byggas ovanpå detta i takt med att datakvaliteten förbättras.

5.5 KABELGRUPPSBEDÖMNING SOM OPERATIVT STEG

De framtagna resultaten på kabelgruppsnivå visar att datahubben kan omsättas i ett konkret beslutsunderlag som ligger närmare nätbolagens faktiska planeringsbehov än rena segment- eller komponentanalyser. I praktiken sker underhåll, mätning och reinvestering ofta på grupp-, stråk- eller områdesnivå snarare än på isolerade enskilda kabelmeter. Att kunna beräkna förväntat antal fel och sannolikhet för minst ett fel inom en given tidshorisont för varje kabelgrupp är därför ett viktigt steg mot operativ användbarhet.

Samtidigt bör resultaten tolkas med försiktighet. De riskmått som tagits fram bygger på observerade historiska felintensiteter och antaganden om framtida exponering och felprocess. De bör därför i första hand ses som ett rangordningsstöd snarare än som exakta prognoser. Det viktigaste är inte om en enskild kabelgrupp får exakt det antal fel som modellen anger, utan om metoden hjälper nätägaren att identifiera en mindre delmängd grupper som är mer relevanta än andra för fortsatt analys eller åtgärd.

5.6 BEGRÄNSNINGAR

Projektet har flera viktiga begränsningar. Den första är att datamängden fortfarande är relativt begränsad, både i antal nätbolag och i tidsdjup. För vissa kabelfamiljer och skarvtyper finns få observationer, vilket gör skattningarna osäkra. Den andra är att felhistoriken i hög grad har rekonstruerats indirekt ur anläggningsregisterdata, vilket innebär att den alltid innehåller ett mått av osäkerhet även efter validering. Den tredje är att analysen huvudsakligen bygger på ett begränsat antal riskfaktorer, medan andra potentiellt viktiga variabler ännu inte inkluderats, såsom markförhållanden, belastningshistorik, närhet till annan infrastruktur, installationspraxis eller information om specifika entreprenadarbeten.

5.7 NÄSTA STEG

Det fortsatta utvecklingsarbetet bör fokusera på att etablera en standardiserad årsprocess för datautbyte, inklusive dokumenterade SQL-frågor till NIS eller motsvarande uttagslogik för varje deltagande nätbolag, så att framtida leveranser kan genomföras repeterbart och utan onödigt personberoende. Därutöver bör valideringen av identifierade kabel- och skarvfel fortsätta, särskilt för de senaste fem åren, eftersom detta successivt stärker både statistikens tillförlitlighet och kvaliteten i modellernas målvariabler. Ett viktigt nästa steg är också att utveckla en tydligare segmentering av vilka nät som bör modelleras tillsammans, så att poolad data används selektivt där den faktiskt förbättrar prediktionen. Det är även relevant att validera beslutsunderlagen för kabelgrupper med hälsomätningar som elnätsbolgen har genomfört, för att se hur väl dessa korrelerar med varandra.

Vidare bör feature-uppsättningen utökas stegvis med ytterligare riskfaktorer, såsom marktyp, bebyggelsenärhet, höjdmodell, utförandedata för skarvar och koppling till mätbuss- eller diagnosdata där sådan information finns tillgänglig. För att möjliggöra en långsiktig tillämpning behöver även principer etableras för drift, dataförvaltning, sekretesshantering och återkoppling till deltagande nätbolag.

Slutligen bör användarnära visualiseringar och beslutsunderlag utvecklas vidare, så att datahubben i högre grad kan stödja konkreta beslut om mätning, reinvestering, prioritering av kabelgrupper och uppföljning av risk över tid.

6 Bedömning av måluppfyllelse

Mål	Bedömning	Kommentar
Genomförbarhetsanalys av datadelning	Uppnått	Data har samlats in från flera nätbolag och harmoniserats till gemensamma tabeller, vilket visar praktisk genomförbarhet.
Beräkning av felintensitet och jämförelser mellan dataset	Uppnått	Projektet har tagit fram visualiseringar och jämförelser som visar värdet av poolad data och skillnader mellan nät.
Beskriva möjligheter och utmaningar för nationell uppskalning	Uppnått	Projektet har tydliggjort krav på datakvalitet, repeterbarhet, validering och selektiv användning av poolad data.
Leverera första iteration av datahubb	Delvis uppnått	En första funktionell iteration har demonstrerats, men långsiktig drift och produktionssatt plattform återstår.

7 Slutsatser

Projektet visar att en datahubb för kabelunderhåll och reinvesteringar är både genomförbar och strategiskt relevant för svenska elnätsbolag. Det har visats att data från flera bolag kan delas och harmoniseras, att historiska fel kan extraheras ur anläggningsregisterdata, samt att både deskriptiv statistik och prediktiva underlag kan tas fram för att stödja prioritering av åtgärder.

Den viktigaste slutsatsen är samtidigt att värdet av datahubben inte främst ligger i storleken på databasen, utan i kvaliteten på den analysmiljö som byggs upp kring den. För att datahubben ska ge långsiktig nytta krävs standardiserat datautbyte, återkommande validering, successiv förbättring av datakvalitet och ett selektivt och metodiskt användande av poolad data mellan nät med olika egenskaper.

Projektet bör därför betraktas som en först iteration. Det har visat att konceptet fungerar i praktiken, lagt grunden för ett fortsatt utvecklingsarbete och gett en realistisk bild av vad som krävs för att lösningen på sikt ska kunna etableras som en varaktig nationell funktion.

DATAHUBB FÖR TILLSTÅNDSBASERAT KABELUNDERHÅLL

Projektet Datahubb för tillståndsbaserat kabelunderhåll har skapat en datahubb för delning och analys av kabelinformation mellan nätbolag. Prototypen analyserar felintensitet, vilket i längden innebär ett förbättrat beslutsstöd för underhåll av markkablar.

Projektet visar att en gemensam datahubb kan ge elnätbolag bättre underlag för att prioritera underhåll, tillståndsbedömning och reinvestering av äldre mellanspänningskablar. Genom att samla, standardisera och kvalitetssäkra data från flera bolag kan felmönster synliggöras och risker bedömas mer träffsäkert, särskilt för mindre nätbolag. I praktiken betyder resultaten att åtgärder kan riktas mot de kabelgrupper där risken är störst, men att nyttan kräver återkommande datadelning, validering och förbättrad datakvalitet.

Ett nytt steg i energiforskningen

Forskningsföretaget Energiforsk initierar, samordnar och bedriver forskning och analys inom energiområdet samt sprider kunskap för att bidra till ett robust och hållbart energisystem. Energiforsk är ett politiskt neutralt och icke vinstutdelande aktiebolag som ägs av branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och Energigas Sverige, det statliga affärsverket Svenska kraftnät, samt gas- och energiföretaget Nordion Energi. Läs mer på energiforsk.se.

