

**Kan amyotrofisk lateralskleros (ALS)  
förklaras av exponering för elektriska  
eller magnetiska fält? Orientering om  
forskningsläget.**

Elforsk rapport 14:61



Björn Cedervall

November 2014

**Kan amyotrofisk lateralskleros (ALS) förklaras av exponering för elektriska eller magnetiska fält? Orientering om forskningsläget.**

Elforsk rapport 14:61

## Förord

I såväl den allmänna som den vetenskapliga debatten har exponering för elektriska eller magnetiska fält (EMF) nämnts som en av flera tänkbara orsaker bakom uppkomst av nerv-muskelsjukdomen amyotrofisk lateralskleros (ALS). Mot denna bakgrund har en studie här gjorts av den vetenskapliga litteratur som är relevant för frågan.

Ansvarig för studien har varit författaren till denna rapport (Björn Cedervall). Skulle sakfel hittas i denna rapport, eller om text skulle behöva nyanseras tas påpekanden om detta tacksamt emot av författaren och ambitionen är då att snarast möjligt uppdatera texten med avseende på sådana tillkortakommanden.

Rapporten har finansierats av Elforsks omvärldsbevakning inom EMF-programmet.

EMF-programmets styrgrupp består av följande ledamöter:

Lennart Engström, Vattenfall Eldistribution AB  
Eskil Agneholm, Fortum Distribution AB  
Edward Friman, Svenska kraftnät  
Fredrik Roos, E.ON Elnät Sverige AB  
Erik Thunberg, Elforsk AB (programansvarig)

Följande bolag deltar som intressenter i Elforsks EMF-program.

Svenska kraftnät	Vattenfall AB
E.ON Elnät Sverige AB	Fortum Distribution AB
Göteborg Energi AB	Skellefteå Kraft AB
Umeå Energi AB	Öresundskraft AB
Energiverken i Halmstad Elnät AB	Sundsvall Elnät AB
Luleå Energi AB	Borås Elnät AB
Eskilstuna Energi & Miljö AB	Skånska Energi Nät AB
Karlstads Energi AB	Tekniska verken Linköping Nät AB
Elinorr-förbundet ekonomisk förening	

Stockholm i November 2014

Erik Thunberg  
Elforsk AB  
Programområde Överföring och Distribution

## Sammanfattning

Amyotrofisk lateralskleros, ALS, som är en av åldrandets sjukdomar, innebär att de nervceller i hjärnan, samt de nerver som utgår från ryggmärgen och som styr musklerna, bryts ned. Personen förlamas alltså successivt med muskelförtvinning som följd. Oftast är de som drabbas mellan 40 och 70 år gamla och ALS är något vanligare bland män än kvinnor.

En av de orsaker som misstänkts ligga bakom ALS är exponering för elektriska och/eller magnetiska fält, alternativt elektriska stötar. ALS är emellertid ofullständigt klarlagd med avseende på orsaker och mekanismer. ALS är en avsevärt mer sällsynt sjukdom än ex vis Alzheimers Sjukdom (ca 7 500 nya fall i Sverige varje år). Eftersom ALS är en relativt sällsynt sjukdom kommer epidemiologiska undersökningar – dvs sådana som bygger på befolkningsstatistik – med automatik att bli mer känsliga för slumpens inverkan och man kan därför förvänta sig sammanhang med större statistiska avvikelser (både fler och färre fall än vad som motsvarar en genomsnittlig förekomst) än för exempelvis många andra sjukdomar. Till svårigheten att bedöma riskfrågorna hör inte bara att ALS är en ganska sällsynt sjukdom utan också att antalet epidemiologiska långtidsstudier inom området hittills ganska begränsat.

Utöver epidemiologiska studier bedrivs också laboratorieforskning inom området. Denna är till stor del inriktad på studium av enskilda gener och proteiner och ett särskilt fokus ligger här på tänkbara mekanismer som rör s k oxidativ stress (i första hand verkan av fria radikaler).

Sammanhanget ALS och EMF: De flesta forskningsartiklar som pekat på samband mellan exponering för magnetiska eller elektriska fält ("EMF") och utveckling av ALS har publicerats efter år 1990 men det första arbetet kom faktiskt redan år 1935. Denna rapport har föranletts av nämnda forskningsartiklar och de refereras därför här. Emellertid är det nödvändigt att förstå ALS ur ett mer övergripande perspektiv varför detta först avhandlas med utgångspunkt från nuvarande uppfattning samt forskningsläge såsom det beskrivs i den nyare litteraturen. Därefter kommenteras ALS i EMF-sammanhanget.

En preliminär bedömning är att underlaget för att ALS skulle förorsakas av EMF i bemärkelsen elektriska eller magnetiska fält ter sig ganska svagt utom för det sammanhang som handlar om elektriska stötar som skulle kunna vara en av flera förklaringar till sjukdomen. Således förefaller multifaktoriella förklaringsmodeller rimliga – dvs sådana som bygger på en kombination av arv, livsstil mm.

Mot bakgrund av det som framkommit genom denna rapport rekommenderas att frågeställningen kring ALS och "EMF" som en av flera möjliga riskfaktorer fortsatt bör följas av elkraftindustrin.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Allmän inledning om ALS .....	1
1.2	Språklig betydelse av amyotrofisk lateralskleros .....	1
1.3	Förekomst av ALS .....	2
<b>2</b>	<b>Material och metod för denna rapports framtagande</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Hur upptäcker man att man har ALS?</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ALS-forskningens inriktning</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Misstänkta orsakssammanhang bakom ALS</b>	<b>7</b>
5.1	Miljöfaktorer .....	7
5.2	Surrogat och proxies för exponeringar .....	7
5.3	Genetiska faktorer som har visat samband med ALS.....	8
5.4	Olika yrken och risken för ALS.....	8
5.5	ALS och EMF.....	9
5.5.1	Allmänt.....	9
5.5.2	Studier där eventuella samband mellan ALS och EMF- exponering undersökts.....	9
5.5.3	Det statistiska problemet.....	10
5.5.4	Inte bara ALS som misstänkt följd av EMF-exponering .....	11
5.6	Föräldrarnas ålder och risken för ALS .....	11
<b>6</b>	<b>Avslutande kommentar och rekommendation</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>13</b>
7.1	Vetenskapliga rapporter, artiklar i tidskrifter och liknande .....	13
7.2	Några Internetkällor .....	15

# 1 Inledning

## 1.1 Allmän inledning om ALS

Amyotrofisk lateralskleros, ALS, är liksom Alzheimers Sjukdom, multipel skleros - MS, samt Parkinsons sjukdom, en nervsjukdom. Parkinsons sjukdom är ganska väl förstådd (underproduktion av signalsubstansen dopamin, inget tyder på att "EMF" har med sjukdomen att göra) under det att Alzheimers Sjukdom samt MS ur forskningssynpunkt är mindre utredda. Man vet inte riktigt vad dessa sjukdomar beror på även om var och en av dem har sin egen karakteristik. Beträffande ALS vet man att sjukdomen innebär att nervceller (motoneuron – dvs nervceller som sköter motoriken) i hjärnan och sådana som utgår från ryggmärgen successivt börjar dö och att med det följer en muskelförtvinning. Känsel, syn och hörsel drabbas inte av ALS men däremot oftast tungan samt övriga muskler som är involverade i tugg- och talapparatens och så småningom också andningsmuskulaturen varför andningssvikt eller en lunginfektion (som indirekt problematik) oftast är det som gör att personen ifråga avlider. Förmågan att tänka påverkas antingen inte alls eller ytterst lite av ALS.

Sjukdomsprocessen beskrivs bra genom följande länk: ["Disease process of ALS"](#). (den kritiska nedbrytningen sker alltså av de nervceller som i figuren kallas "motor neurons")

ALS, är en sjukdom som innebär att man förlamas och med det följer att muskler förtvinas. Emellertid vet man inte vilka de bakomliggande mekanismerna är som gör att de drabbade cellerna bryts ned. De muskler som påverkas är de vi medvetet styr med viljan. Hittills har ingen medicinsk behandling som effektivt kan hindra eller fördröja ALS framkommit – oftast avlider den drabbade personen inom 2-5 år efter sjukdomens första tydliga tecken och en mer formell diagnos. Variationen är emellertid stor och enstaka patienter avlider inom några månader under det att andra kanske klarar sig 10-15 år efter diagnosen.

Oftast är de som drabbas mellan 40 och 70 år gamla och ALS är något vanligare bland män än kvinnor.

Endast ett läkemedel, riluzol, har hittills godkänts av FDA (amerikanska motsvarigheten Socialstyrelsen och svenska Läkemedelsverket). Riluzol fördröjer något utvecklingsförloppet hos ALS men effekten på överlevnad är dessvärre ganska obetydlig (Paratore *et al.*, 2012).

## 1.2 Språklig betydelse av amyotrofisk lateralskleros

Språkligt kan sjukdomens namn brytas upp i fem delar: a-myo-trofisk lateral samt skleros. *Amyotrofisk* kommer från grekiskan där prefixet "a" innebär en negation (jfr. med ordet atom – grekiskans *tomos* syftar på del-

ning – med ett a framför så blir det odelbar). "myo" betyder muskel och "trofi" eller "trofisk" syftar på näring och näringstillförsel: amyotrofisk innebär alltså på att musklerna inte får näring. *Lateralskleros* kommer istället från latinets lateral som betyder "utåt" (tänk på ett plan genom människokroppen – genom näsan, bröstbenet, ryggraden, naveln och ned som en "inåtorientering" – lateral är motsatsen – dvs utåt sidorna från detta plan) och sklera/skleros som syftar på "hård". Åsyftningen av lateralskleros handlar om lokaliseringen av de nerver som leder ut åt sidorna från ryggraden – när de nervcellerna dör resulterar det i ärr eller förhårdnade rester.

ALS är alltså relativt väl definierad. Redan namnet – se fotnot 1 – säger åtminstone anatomiskt rätt väl vad det handlar om. Jfr. med Alzheimers Sjukdom där namnet inte säger något om sjukdomens karaktär utan bara är en påminnelse om den neuropatolog (Alois Alzheimer) som först (år 1906) beskrev sjukdomen.

Trots att ALS är relativt väl definierad ur anatomisk synpunkt<sup>1</sup> är det fortfarande ganska oklart vad som i mekanistisk bemärkelse resulterar i sjukdomen ("vad medför vad?"). Möjligen kan "elektriska yrken" ha ett orsakssamband med ALS.

### 1.3 Förekomst av ALS

ALS förekommer i låg frekvens i stort sett i hela världen (det brukar handla om ett par dödsfall per 100 000 personer). Några undantag är vissa områden från södra Japan och vidare söderut (Guam, Marianeröarna m fl. Deapen & Henderson, 1986) samt Finland som har den högsta ALS-förekomsten i världen. Något klart samband med exempelvis "välfärd", etnicitet eller liknande är i det stora hela inte känt.

Omkring 5-10 % av alla ALS-fall har ett familjärt inslag (förkortningen FALS används därför i litteraturen) – dvs en eller flera närstående släktingar har tidigare drabbats av sjukdomen. I de senare fallen handlar det alltså om arvsanlag och forskningen har identifierat några sådana (se nedan). Nedärvingen är autosomt dominant vilket innebär att FALS kan drabba såväl kvinnor som män och att den som får anlaget också drabbas av sjukdomen. Övriga ALS-fall (dvs 90-95 %) är sporadiska ("SALS").

---

<sup>1</sup> Det finns emellertid några varianter på ALS.

## 2 Material och metod för denna rapports framtagande

Merparten av underlaget till denna rapport har framtagits via PubMed (den största medicinska databasen) som väsentligen ger vetenskapliga originalarbeten.

Man kan via PubMed använda flera olika sökstrategier. Det som är av huvudintresse för elkraftindustrin är naturligtvis det direkta – dvs att söka på enbart begrepp som ALS och elektriska respektive magnetiska fält. Emellertid medför en sådan sökstrategi att man riskerar att missa väsentliga drag hos sjukdomen såsom beskrivning av ALS, dess förekomst, andra misstänka faktorer än "EMF" mm. Av detta skäl har istället sökstrategin gått ut på att först upprätta huvuddragen för ALS och därefter har kompletterande sökningar gjorts på det som specifikt rör elektriska och/eller magnetiska fält.

Således inleddes sökningarna i PubMed med att amyotrofisk lateralskleros (ALS) samkördes med ord som definition, description, etiology (läran om ursprung och orsaker) m fl. Dessa sökningar resulterade var och en i ett femtiotal träffar enbart för de senaste 1-2 åren.

Nästa steg blev att läsa igenom sammanfattningarna (s k Abstracts) för dessa sökträffar. Redan på denna nivå kan man lära sig ganska mycket om karaktären på den forskning som bedrivs inom området. Från dessa abstracts valdes i sin tur ut ett trettiotal av de underliggande vetenskapliga originalartiklarna och dessa genomlästes i den utsträckning som föreföll relevant för denna studies syfte. Särskilt mycket allmän kunskap om sjukdomen framkommer då genom framför allt de inledande avsnitten och också genom artiklarnas diskussioner och sammanfattningar.

Emellertid är detta inte den enda sökningen utan genom de nämnda artiklarna hänvisas bakåt i litteraturen till tidigare arbeten som kan sträcka sig flera decennier bakåt i tiden och därför framtoogs även ett urval av sådana äldre artiklar (indirekt genom referenslistorna hittar man många tusen artiklar om ALS). Ibland hittar man också mer slumpartat artiklar av relevans i vissa tidskrifter tack vare att man letar i en viss innehållsförteckning och får i förbifarten då ibland syn på besläktade artiklar som också förefaller vara relevanta. Alla artiklar genomlästes med samma intention oavsett hur de egentligen tagits fram men en betoning hamnar på sådant som är relativt nytt och speglar den mest uppdaterade information som går att få. En del äldre uppfattningar om sjukdomen kan ju vara missvisande och man måste alltså prioritera utifrån vad som känns rimligt.

Man kan givetvis också hitta ganska mycket om ALS genom att ex vis googla på Internet och här ska bara nämnas att denna information i stort sett är samstämmig med den vetenskapliga litteratur som återfinns via PubMed och också utgör grunden för denna rapport såsom den speglas i referenslistan.



### 3 Hur upptäcker man att man har ALS?

Oftast inleds ALS med att personen ifråga märker att någon lokal muskel inte längre fungerar som vanligt. Muskeln har tappat sin kraft och kanske tillbakabildats lite. Så småningom tilltar problemen – både där den första observationen gjordes och på liknande sätt med andra muskler som hör till rörelseapparaten.

Sjukdomens framåtskridande ("progress") är grym – ca 50 % dör inom 3 år efter att diagnosen fastställts och endast omkring 20 % lever efter 5 år. Den engelske, mycket kände, fysikern Stephen Hawking är här ett undantag genom att han levt så länge med sjukdomen – han fick diagnosen vid 21 års ålder och är nu år 2014 72 år gammal).

## 4 ALS-forskningens inriktning

Inom den medicinska forskningen är alla överens om att det vore bra att få en djupare förståelse av ALS och motsvarande tänkbara förebygganden och/eller behandlingar. Dessvärre har hittills de forskare som gett sig in i detta område misslyckats även om vissa intressanta lärdomar och hypoteser framkommit. Forskningen inom ALS-området inkluderar:

- *Epidemiologisk uppföljning* av livsstil, exponering för misstänkta miljöfaktorer mm för människor som drabbats eller kan komma att drabbas respektive inte drabbats/inte kommer att drabbas av ALS. Även studier av olika yrkesgrupper hör hit (se kapitel 5).
- *Studium av specifika gener och proteiner*. Denna inriktning handlar om att så exakt som möjligt förstå sjukdomen ned på molekylnivå. Denna inriktning kommenteras särskilt nedan.
- *Vad som skulle kunna trigga igångsättning av ALS*.
- *Försök till framtagande av bromsmediciner*.

Av dessa forskningsgrenar bör kanske särskilt den som handlar om cell- och molekylärbiologi kommenteras. Detta forskningsfält är, som mycken annan molekylär biologi, ganska snärjig – både med avseende på förkortningar för namn på proteiner mm (några exempel ges i avsnittet om gener och ALS) – och med avseende på återkopplingsmekanismer (om det bildas för mycket av ex vis en biokemisk substans brukar inom fysiologin oftast automatiska bromsmekanismer sätta in – en slags motsvarighet till ingenjörsmässig reglerteknik). Förvisso har flera forskargrupper här funnit intressanta spår att följa upp men det är i dagsläget ganska omöjligt att sia om vilka av dessa spår som kommer att verkligen ge något i framtiden. Därför är författarens bedömning att det är onödigt att lyfta fram många av detaljerna inom denna forskning för att sedan kanske om några år tvingas inse att det var ett felpår man lyfte fram och på så sätt onödigtvis belastat läsarens uppmärksamhet och minne med motsvarande förkortningar, begrepp mm.

Emellertid är ett fåtal gener och proteiner tveklöst intressanta – särskilt bör här då lyftas fram sådana molekylära markörer som visat sig i vissa familjer där ett flertal medlemmar insjuknat i ALS.

Endast ett sådant här exempel på cell- och molekylnivå ska här nämnas – mest som ett smakprov på vad man kan läsa om i litteraturen och för att läsaren ska få en uppfattning om hur svårbedömda de olika forskningsspåren kan vara

Det valda exemplet gäller en s k receptor kodad av genen "EphA4" (hos en fisk) på axon (en slags nervfibrer) har några forskare funnit att receptorn uttrycks i överdriven mängd. Kan man bryta ned denna kommer man sanno-

likt att kunna bromsa upp åtminstone delar av utvecklingen av ALS. Huruvida detta också gäller människor och huruvida denna forskningslinje kan bli framgångsrik återstår att se.

Den del av ALS-forskningen som rör EMF är inget huvudspår men frågan om exempelvis tidigare elektriska stötar går inte att enkelt avfärda.

## 5 Misstänkta orsakssammanhang bakom ALS

### 5.1 Miljöfaktorer

Flera toxiska faktorer har föreslagits som orsak till ALS – det enda samband som förefaller fastställt gäller cigarettökning men bakomliggande mekanismer är oklara (Sutedja *et al.*, 2007, de Jong *et al.*, 2012). För just rökning kom Sutedja *et al.* (2007) fram till en relativ riskökning på 60 % (ett s k "odds ratio", OR=1,6 med 95 % konfidensintervall på 1,0-2,5) för sambandet mellan cigarettökning och ALS.

Till nämnda toxiska ämnen hör också lösningsmedel samt tungmetallerna bly, kvicksilver samt mangan men det vetenskapliga underlaget är alltså svagt. Utöver cigarettökning kan här kanske särskilt nämnas exponering för pesticider som en statistiskt signifikant riskfaktor bakom ALS (Sutedja *et al.*, 2009). Vidare har strålning (i bred bemärkelse) och elektromagnetiska fält, EMF<sup>2</sup>, föreslagits som möjliga orsaker (här ska noteras att vid låga frekvenser bör den elektriska respektive magnetiska komponenten betraktas var för sig).

Eftersom man inte avsiktligt kan ge människor toxiska ämnen (eller stråla på dem i någon bemärkelse) i "experimentsyfte" för att se om de sedan får ALS blir man hänvisad till epidemiologiska studier där man med hjälp av intervjuer, enkäter, databaser mm försöker hitta gemensamma nämnare till dem som drabbats.

En annan möjlig orsak handlar om mekaniska trauman (diskuterat av Jelliffe redan år 1935 vars studie innefattade 62 patienter – två av dessa handlade emellertid om en tidigare elektrisk stöt). Under åren 1936-1985 publicerades sammantaget ett 15-tal rapporter som pekade på ett samband mellan mekaniska trauman och utveckling av ALS (Gallagher & Sanders, 1987).

Här kan också nämnas en studie (de Jong *et al.*, 2012) där man undersökt alkoholinlag ("current alcohol consumption") och ALS. Resultatet blev ett statistiskt signifikant samband med minskad risk för ALS (OR = 0,52 med ett 95 % konfidensintervall på 0,40-0,75).

### 5.2 Surrogat och proxies för exponeringar

Yrkesinriktning kan ses som ett surrogat för en variation av exponeringar och kan oftast studeras på ett enklare sätt än faktisk exponering för specifika toxi-

---

<sup>2</sup> När förkortningen "EMF" används i denna rapport åsyftas i allmänhet en bredare tolkning med avseende på frekvensområde mm. Oftast handlar emellertid här sammanhanget om lågfrekvent "EMF" och då bör man snarare tala om elektriska respektive magnetiska fält än om elektromagnetiska fält (som är ett mer relevant begrepp vid frekvenser över storleksordningen 100 kHz).

ska ämnen, strålning eller andra exponeringar. Utvärdering av sporadisk ALS inom olika yrkesgrupper kan ge ledtrådar för att detektera faktiska riskfaktorer för ALS. Många studier har således utvärderat sambandet mellan yrke och ALS men de flesta av dessa studier har haft metodologiska begränsningar. Ofta har dataregister använts och slutsatser har baserats på ett fåtal individer eller så har analyserna inte justerats för utbildningsnivå vilket är en indikator på socio-ekonomisk status och en proxy för andra confounders för miljöexponeringar (exempelvis är cigarettökning en confounder om man vill studera sambandet mellan exponering för radon och uppkomst av lungcancer). En confounder kan vara känd eller okänd – det väsentliga är att en confounder kan vara mycket viktigare som orsak till en viss sjukdom än den tänkbara orsak man egentligen vill studera.

Som en mer generell kommentar kan här påpekas att sällsynta sjukdomar som ALS kan ha ett särskilt värde i epidemiologiska studier av den enkla anledningen att skulle en sådan sjukdom återkommande visa sig förekomma med stor överrisk i exempelvis en särskild yrkesmiljö kan man vara ganska säker på att det inte handlar om en slump. Frågeställningen kommer då att inriktas på att förstå vilken faktor och mekanism det är som förorsakar sjukdomen.

### 5.3 Genetiska faktorer som har visat samband med ALS

Flera gener (i muterade former) har hittats som uppvisar samband med ALS<sup>3</sup>. Den mest studerade av dessa kallas SOD1 (koppars-zink-superoxiddismutas<sup>4</sup>) och lokaliserades omkring år 1990 till människans kromosom nr 21. SOD1-genen står för ungefär 20 % av FALS-fallen<sup>5</sup> (dvs 2 % av det totala antalet ALS-fall). Ytterligare fyra andra gener (i muterad form) står sammantagna för ca 25 % av de familjära ALS-fallen.

En annan gen som hittats mer nyligen, med beteckningen C9ORF72, har lokaliserats till kromosom nr 9. En mutation (ärfvlig förändring) i denna gen står för hälften av de finska fallen av FALS och s k frontotemporal demens (FTD, "fronto" syftar på hjärnvävnaden innanför pannbenet och "temporal" på tinningbenet). Mutationer i den här genen står också för en hel del av de sporadiska ALS-fallen (NIH, 2011).

### 5.4 Olika yrken och risken för ALS

Ett problem vid undersökningar av eventuella samband mellan yrkesmässig exponering för "EMF" och risken att drabbas av ALS rör klassifikationen av "elektriska yrken". Dels är den som yrkesmässigt exponeras för elektriska fält oftast också exponerad för magnetiska fält och vice versa, dels kanske det inte är fälten som är det väsentliga utan istället förekomsten av elektriska

---

<sup>3</sup> [ALS online genetics database](#).

<sup>4</sup> Superoxiddismutaser är enzym som förstör s k superoxidradikaler som annars kan förorsaka skador på biokemiska molekyler.

<sup>5</sup> FALS = Familjär ALS.

stötår inom respektive yrke eller typ av arbetsplats. Vergaria *et al.* (2012) har tagit fasta på detta problem och klassificerat olika arbeten efter förekomsten av elektriska stötår och också hur förekomsten relaterar till magnetiska respektive elektriska fält: Högst frekvens elektriska stötår hittas bland lärlingar inom elektriska yrken följt av personer som arbetar med mekaniska reparationsarbeten, hisstekniker liksom installatörer av elektriska anordningar. Lågst frekvens återfanns bland administrativ supportpersonal, dataoperatörer m fl grupper.

En systematisk översikt av 3773 potentiellt relevanta studier som rörde olika yrkesgrupper gjordes av (Sutedja *et al.*, 2009). Efter att ha bantat ned underlaget kom 51 av de många studierna att inkluderas i analysen. De "kandidatyrken/sysselsättningar" som då framkom blev:

- Veterinärer och personal inom hälsovården
- Atleter
- Frisörer
- Personal inom kraftindustrin ("power-production plant")
- Elarbetare ("electrical workers") samt
- Militär personal ("military workers")

## 5.5 ALS och EMF

### 5.5.1 Allmänt

Mer generellt har de senaste 20 åren av forskning på yrkesmässig exponering för "EMF" (bred tolkning<sup>6</sup>) inte indikerat något starkt eller enhetligt (eng. consistent) samband med vare sig cancer eller någon annan sjukdom (Khiefets *et al.*, 2009). Forskning rörande just ALS och exponering för elektriska eller magnetiska fält går väsentligen tillbaka till en början under 1980-talet.

### 5.5.2 Studier där eventuella samband mellan ALS och EMF-exponering undersökts

Några studier uppvisat samband mellan "elektriska yrken" och ALS (Davani-pour *et al.*, 1997, Johansen & Olsen, 1998, Håkansson *et al.*, 2003). Man bör här notera att "elektriska yrken" kan inkludera kemisk exponering (lösnings-

---

<sup>6</sup> Med "EMF" menas i denna rapport antingen elektriska och/eller magnetiska fält eller de sammanhang som speglar högre frekvenser (över ca 100 kHz) och där begreppet elektromagnetiska fält är mer rättvisande.

Denna rapport har givetvis fokuserats på sammanhang som motsvarar elkraftindustrins huvudintresse men i den allmänna debatten slarvas det ofta med vad som egentligen avses och resonemang som rör lågfrekventa fält rörs då ibland ihop med exempelvis elektromagnetiska fält som hänger samman med trådlös kommunikationsteknik.

medel, lödtenn mm) – studien av Håkansson *et al.*, (2003) handlar f övr om relativt höga magnetiska fält i samband med svetsning.

Ett arbete (M. Gawel *et al.*, 1983) – en s k fall-kontrollstudie handlade om 63 patienter som alla hade "motor neuron disease" – dvs en sjukdom som drabbar just de nervceller som är aktuella i ALS-sammanhanget. Som jämförelsegrupp hade man 61 friska personer med ungefär samma åldersstruktur och könsfördelning som patienterna. Jämförelsen gjordes genom enkäter där personerna tillfrågades om sådant som motsvarar befolkningsstatistik över boende (geografi, landsort vs. stadsmiljö mm), klinisk information samt sådant som rörde tänkbara riskfaktorer. Studien resulterade i att forskarna utslöt som tänkbara faktorer skador på huvudet inklusive frakturer, tidigare cancer-sjukdom respektive tidigare poliosjukdom. *Det enda samband forskarna fann handlade om en elektrisk stöt tidigare i livet.*

Forskarna Savtiz *et al.*, (1998) undersökte magnetfältsexponering för arbetare i kraftindustrin och sammanhanget med sjukdomar som innebär att nervsystemet i någon bemärkelse bryts ned. Resultatet inkluderade en relativrisk på 2,0 (jämfört med ett förväntat värde på 1,0) för de mest exponerade (95 % c.i.:0,7-6,0).

Forskarna Parlett *et al.* (2011) undersökte genom en s k kohortstudie huruvida motor neuron disease (sjuklighet hos nervceller som sköter motoriken dit ALS hör), MND, uppvisade samband med yrkesexponering för magnetiska fält. Resultatet blev att inget samband mellan exponering för magnetiska fält och MND kunde hittas.

En s k meta-analys, där resultatet av 42 olika studier av personer som yrkesmässigt exponerats för "EMF" summerats till en enda studie, har genomförts av Vergara *et al.* (2013). Denna studie berör ett flertal olika sjukdomar som innebär att nerver i någon bemärkelse bryts ned. Studien är alltså inte specifikt inriktad på enbart ALS men ALS finns med under taket "motor neuron disease" (MND). Författarna använde "proxies" för de magnetiska fälten och fann då ett svagt samband med MND. I en senare publikation har Vergara *et al.*, (2014) hittat ett samband mellan "elektriska yrken" och ALS men varken elektriska stötar eller magnetiska fält kan förklara sambandet.

En ny studie (Huss *et al.*, *in press*) rör dödlighet i ALS år 2000-2008 och exponering för ELF-MF samt elektriska stötar i en uppföljning av arbetare i Schweiz där de olika yrkena klassificerats med avseende på exponering. Sammantaget jämfördes 2,2 miljoner arbetare som exponerats för hög eller medelhög ELF-MF eller elektriska stötar med arbetare som exponerats för låg ELF-MF eller elektriska stötar. Resultatet blev att forskarna hittade ett samband mellan exponering för ELF-MF och dödlighet i ALS med en högre sannolikhet vid långtidsexponering.

### 5.5.3 Det statistiska problemet

Ett svenskt arbete (Gunnarsson *et al.*, 1991) som rörde ALS i förhållande till yrkesinriktning speglar nog mer det statistiska problemet (ca 200 dödsfall per

år i Sverige) än det studien kanske var avsedd att belysa. Här är några av fynden som författarna diskuterar: Tre ALS-fall bland slaktare istället för sex statistiskt förväntade. Åtta fall i Skaraborgs län (känt för överrisk för ALS vilket antingen skulle kunna handla om ett slumpspratt – eller ha sin orsak i ärftliga sammanhang) – i artikeln nämns jordbruksarbete. Föraryrket (med  $OR=0,6$ , 95 % c.i.: 0,4-0,9, köra lastbil t ex) respektive arbeta vid kemisk industri ( $OR=0,5$ , 95 % c.i.: 0,2-1,0) förefaller skydda mot ALS. "Electricity workers" (32 fall, Odds Ratio<sup>7</sup>,  $OR = 1,5$ , 95 % c.i.: 0,9-2,6) diskuteras helt kort i texten (utan att nämna "lödkolven" eller svetsning ur kemisk synpunkt) men däremot diskuteras inte (men nämns i sammanfattningen) kontorsarbete trots att  $OR=1,8$  bygger på 34 fall med 95 % c.i.: 1,0-3,3. Enligt undertecknads uppfattning skapar sådana här statistiskt svagt underbyggda arbeten ingen djupare förståelse med avseende på eventuella orsakssammanhang. Starkaste sambandet om man väger ihop antal fall med OR bör nog anses vara kontorsarbete men vad det skulle kunna bero på får man inget tips om.

#### 5.5.4 Inte bara ALS som misstänkt följd av EMF-exponering

Vissa vetenskapliga arbeten som rör exponering för "EMF" är fokuserade på flera av de viktigare nerv-muskelsjukdomarna där ALS är en av dessa. Exempelvis studerade Huss *et al.* (2009) dödlighet pga nervnedbrytande sjukdomar (Alzheimers Sjukdom, MS, Parkinsons sjukdom samt ALS) hos personer i Schweiz som bott nära kraftledningar. Ett visst samband hittades då för Alzheimers Sjukdom men däremot inte för Multipel Skleros, Parkinsons Sjukdom eller ALS.

## 5.6 Föräldrarnas ålder och risken för ALS

En studie av de Jong *et al.* (2013) har inriktats på föräldrars ålder och risken att drabbas av ALS. Inget samband kunde hittas.

---

<sup>7</sup> Ett Odds Ratio,  $OR=1,0$  motsvarar det man skulle förvänta sig statistiskt. Ett  $OR=1,5$  motsvarar exempelvis en 50 % förhöjd risk jämfört med vad man statistiskt skulle förvänta sig. Om  $OR<1,0$  motsvarar det en minskad risk.



## 6 Avslutande kommentar och rekommendation

Orsaken till ALS är sannolikt multifaktoriell – det handlar alltså inte om en orsak utan flera inklusive arv och miljöfaktorer. Flera epidemiologiska studier stöder samband med magnetiska fält och/eller elektriska stötar. Man bör här notera att de som arbetar med magnetiska fält sannolikt också löper ökad risk för att drabbas av elektriska stötar och vice versa. Dessa arbetsförhållanden samvarierar troligen också med exponering för andra faktorer såsom vissa kemiska substanser (t ex lödtenn eller metaller som används vid svetsning). Det är alltså inte med automatik så att ALS måste "skyllas på" exponering för elektriska eller magnetiska fält men å andra sidan kan denna exponering enkelt avfärdas. Författarens uppfattning och rekommendation är att frågeställningen kring ALS och exponering för "EMF" inklusive elektriska stötar som en av flera möjliga riskfaktorer fortsatt bör följas av elkraftindustrin. Detta för att möjliggöra ett vederhäftigt bemötande av de påståenden om orsakssamband som säkerligen även framgent kommer att figurera i den allmänna debatten. En fortsatt bevakning av området är särskilt påkallad genom att 1. Någon distinkt molekylär mekanism hittills ännu inte har kunnat hittas som förklaring till ALS, 2. Det epidemiologiska underlaget är så begränsat både ur statistisk synpunkt och med avseende på långtidsuppföljningar.

## 7 Referenser

### 7.1 Vetenskapliga rapporter, artiklar i tidskrifter och liknande

D.M. Deapen and B.E. Henderson, A case-control study of amyotrophic lateral sclerosis. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 123, 1986:790-799.

Z. Davanipour *et al.*, Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, Vol. 18, 1997:28-35.

J.P. Gallagher and M. Sanders, Trauma and myotrophic lateral sclerosis: A report of 78 patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, Vol. 75, 1987:145-150.

M. Gawel *et al.*, Antecedent events in motor neuron disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, Vol. 46, 1983:1041-1043.

L-G. Gunnarsson *et al.*, Amyotrophic lateral sclerosis in Sweden in relation to occupation. *Acta Neurologica Scandinavica*, Vol. 83, 1991:394-398.

A. Huss *et al.*, Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: Longitudinal study of the Swiss population. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 169, 2009:167-175.

A. Huss *et al.*, Occupational exposure to magnetic fields and electric shocks and risk of ALS: The Swiss National Court. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, 2014 (*in press*).

N. Håkansson *et al.*, Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. *Epidemiology*, Vol. 14, 2003:420-426.

S.E. Jelliffe, The amyotrophic lateral sclerosis syndrome and trauma. *Journal of Nervous and Mental Disease*, Vol. 82, 1935:415-435 samt 536-550.

C. Johansen and J.H. Olsen, Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 148, 1998:362-68.

S.W. de Jong *et al.*, Smoking, alcohol consumption, and the risk of amyotrophic lateral sclerosis : a population-based study. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 176, 2012 :233-239.

S.W. de Jong *et al.*, Parental age and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, Vol. 14, 2013:224-227.

L. Kheifets *et al.*, Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: Review and recommendations. *Occupational and Environmental Medicine*, 2009:72-80.

National Institutes of Health, [Genetic mutation linked to inherited forms of ALS, dementia](#), Sept. 28, 2011.

S. Paratore *et al.*, Identification of pharmacological targets in amyotrophic lateral sclerosis through genomic analysis of deregulated genes and pathways. *Current Genomics*, Vol. 13, 2012:321-333.

L.E. Parlett *et al.*, Evaluation of occupational exposure to magnetic fields and motor neuron disease mortality in a population-based cohort. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, Vol. 53, 2011:1447-1451.

D.A. Savitz *et al.*, Magnetic fields exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers. *Epidemiology*, Vol. 9, 1998:398-404.

E. Sobel *et al.*, Occupations with Exposure to Electromagnetic Fields: A Possible Risk Factor for Alzheimer's Disease, *American Journal of Epidemiology*, Vol. 142, 1995:515-524.

E. Sobel *et al.*, Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure. *Neurology*, Vol. 47, 1996:1477-1481.

N.A. Sutedja *et al.*, Lifetime occupation, education, smoking and risk of ALS. *Neurology*, Vol. 69, 2007: 1508-1514.

N.A. Sutedja *et al.*, What we truly know about occupation as a risk factor for ALS: a critical and systematic review. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, Vol. 10, 2009:295-301.

N.A. Sutedja *et al.*, Exposure to chemical and metals and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, Vol. 10, 2009:302-309.

X.P. Vergara *et al.*, New electric-shock job exposure matrix, *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 55, 2012:232-240.

X. Vergara *et al.*, Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease – A meta analysis, *Journal of Occupational Medicine*, Vol. 55, 2013:135-146.

X. Vergara *et al.*, Case-control study of occupational exposure to electric shocks and magnetic fields and mortality from amyotrophic lateral sclerosis in the US, 1991-1999, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 2014 (*in press*).

## 7.2 Några Internetkällor

ALS online genetics database:  
<http://alsod.iop.kcl.ac.uk/> (länkad maj 2013).

[Amyotrofisk lateral skleros, Neuroförbundet](#)

[Hjärnfonden](#)

National Institute of Aging:  
<http://www.nia.nih.gov/print/newsroom/2011/09/genetic-mutation-linked-inherited-forms-als-dementia>

[National Institute of Neurological Disorders and Stroke](#) (USA)

# ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGSG- OCH UTVECKLINGSG - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31  
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35  
[www.elforsk.se](http://www.elforsk.se)

Filnamn: 14\_61\_rapport.doc  
Katalog: G:\Gemensam\Rapporter\Elforsks\_rapporter\2014\_4\_original\14\_61  
Mall: H:\\_MSOfficeMallar\Normal.dotm  
Rubrik:  
Ämne:  
Författare: Formiograf  
Nyckelord:  
Kommentarer: ELF500 v 1.0  
2006-02-06  
Datum: 2014-12-01 09:33:00  
Version: 2  
Senast sparad: 2014-12-01 09:33:00  
Senast sparad av: KMO  
Total redigeringstid: 2 minuter  
Senast utskrivet: 2014-12-01 09:40:00  
Vid senaste fullständiga utskrift  
Antal sidor: 20  
Antal ord: 5 776 (cirka)  
Antal tecken: 30 613 (cirka)