



Energianvändning i digitala system, datacenter och kryptovaluta

Förstudie om nuläge, metoder och statistik för att följa utvecklingen

ER 2023:04



Energimyndighetens publikationer kan laddas ner eller beställas via www.energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, februari 2023

ER 2023:04

ISSN 1403-1892

ISBN (pdf) 978-91-7993-108-7

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

En allt ökande del av elanvändningen såväl i Sverige som globalt följer av samhällets digitalisering. Det innefattar bland annat framväxten av nya digitala system, datacenter och även kryptovalutor. Vissa av dessa är elintensiva verksamheter men även en ofrånkomlig del av ett alltmer digitaliserat samhälle. Olika scenarier visar på samma utveckling, dvs en markant ökad elkonsumention till informations- och kommunikationstekniksektorn (IKT), där vissa pekar på att sektorn kan stå för hela 5% av världens elbehov år 2030. Dock har vi i Sverige idag inte utformade statistiska modeller eller metoder för att med tillräcklig upplösning kunna följa den exakta utvecklingen såsom det kan finnas skäl att göra.

Sverige har ansetts av sektorn ha många fördelar och vi har de senaste åren sett ett antal etableringar av datacenter i landet, inte minst i norra Sverige. Sveriges i det närmaste 100 procentiga fossilfria elproduktion samt kalla klimat är några av de fördelar man söker. Dessa typer av anläggningar är en del av morgondagens industrier och samhälle. Energimyndigheten tar ingen ställning när det gäller fenomenet kryptovalutor som så, men kan konstatera att det till stora delar är en väldigt elkrävande verksamhet. Det är därför avgörande att tidigt i denna digitaliserade samhällsomvandling verka för och ställa krav på den framväxande IKT-sektorn att ta sitt ansvar för klimatneutralitet och energieffektivisering, något som i princip alltid är enklare att göra tidigt i framväxten. Vi ser att det finns mycket energieffektivisering att göra i sektorn redan nu. All elintensiv stor industri bör omfattas av tydliga krav på att använda energi-, el- och effekt effektiva lösningar, bl.a. finns stor potential att använda spillvärmen till andra verksamheter eller att matas in i lokala fjärrvärmesystem där sådana finns. Rätt utformat kan dessa verksamheter bidra med systemnyttor, felutformade kan de innebära en ansträngning på elsystemet såväl lokalt som nationellt.

Energimyndigheten fick sommaren 2022 ett regeringsuppdrag om att utreda metoder för att följa utvecklingen av energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system, i synnerhet datacenter. I uppdraget ingick bl.a. också att göra en bedömning avseende energiåtgången för utvinning av kryptovaluta. Denna rapport har som syfte att höja kunskapsnivån och stärka kopplingen mellan digitaliseringen som sker i samhället och dess energiåtgång. Arbetet är att betrakta som ett första steg mot bättre statistik och mer kunskap inom området, som behöver tas vidare i fortsatt arbete. Projektet har bedrivits under hösten 2022. Myndigheten har anlitat RISE inom ramen för projektet för att ta fram en rapport om energianvändningen i datacenter och en rapport om energi-användningen för brytning av kryptovaluta.

Eskilstuna, januari 2023.

Robert Andréén
Generaldirektör

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning	3
1 Inledning	5
2 Om digitala system och digital infrastruktur, datacenter och kryptovaluta	7
2.1 Digital infrastruktur och digitala system	7
2.2 Datacenter	9
2.3 Kryptovaluta	16
2.4 Datacenters samverkan med energisystemet	19
2.5 Arbete på EU-nivå	21
3 Energianvändningen i datacenter och kryptobrytning i Sverige	27
3.1 Energianvändningen i datacenter	27
3.2 Energianvändningen för utvinning av kryptovaluta	30
4 Statistik och metoder för att följa energianvändningen inom digital infrastruktur	34
4.1 Framtagande av ny statistik	34
4.2 Officiella statistiken	35
4.3 Befintlig officiell energistatistik	37
4.4 Att mäta digitalinfrastruktur	39
4.5 Andra metoder och utveckling	40
4.6 Exempel – Energimyndighetens digitala energianvändning	41
4.7 Rekommendationer	42
5 Slutsatser och rekommendationer för fortsatt arbete	44

Sammanfattning

Denna rapport är en redovisning av Energimyndighetens regeringsuppdrag om att utreda metoder för att följa utvecklingen av energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system, i synnerhet datacenter. I uppdraget ingick bland annat också att göra en särskild bedömning avseende energiåtgången för utvinning av kryptovaluta.

Digital infrastruktur är central för att dagens samhälle ska fungera. Det finns dock både för- och nackdelar med digitaliseringen. Den kan bidra till energieffektivisering och flexibilitet, men i och med ökad data-användning förväntas även energianvändningen i dessa system att öka.

En vanlig uppdelning av IKT-sektorn¹ är de tre delarna anslutna enheter, transmissionsnätverk och datacenter. Dessa segment ingår alla i den digitala kedja av system och infrastruktur som möjliggör användningen av digitala tjänster och produkter. Enligt IEA stod datacenter och transmissionsnätverk för ca 1–1,5 procent vardera av den globala elanvändningen år 2021. För datacenter (exklusive kryptobrytning) uppskattades elanvändningen globalt till 220–320 TWh 2021 medan elanvändningen för kryptobrytning uppskattades till 100–140 TWh. Elanvändningen hos kryptovalutor har ökat markant de senaste åren.

Datacenter finns i flera olika typer och kan klassificeras utifrån olika faktorer så som exempelvis dess ägandestruktur, dess lokalisering eller dess storlek. Ett datacenter utgörs av en fysisk lokal/anläggning innehållande serverdatorer som används för beräkningar, lagring, och kommunikation, men även omkringliggande stödutrustning som krävs för drift av anläggningen, så som strömförsörjning, kylsystem och ventilation. Effekttätheten i serverna har ökat över tid, vilket kräver mer effektiva kylningsmetoder för att kunna leda bort värmen och hålla servrar inom tillämpliga temperaturgränser.

I och med Bitcoin och blockkedjetekniken möjliggjordes för första gången användningen av en decentraliserad digital valuta, vilket skapade ett nytt sätt att genomföra och registrera transaktioner. Inom kryptovalutor pratar man om Proof-of-Work (PoW) och Proof-of-Stake (PoS) som är de två vanligaste mekanismerna för att skapa konsensus. De olika konsensusmekanismerna har olika styrkor och svagheter. Exempelvis innebär PoW, som bland annat används av Bitcoin, en hög energianvändning och genererar även en stor mängd elektronikavfall, medan PoS medför 99,95 procent lägre energianvändning.

Datacenter kan, liksom andra elanvändare, samverka med elsystemet och bidra med nyttor på olika sätt, till exempel genom att vara flexibla och vara aktiva på Svenska kraftnäts marknader för stödtjänster. Samtidigt produceras stora mängder överskottsvärme när ett datacenter är i drift, som också kan komma till nytta om den tas till vara på.

Inom EU pågår arbete på flera håll relaterat till digital infrastruktur och digitala system. När det gäller behov av statistik om datacenter kommer krav både i revidering av direktivet om energieffektivitet (EED) och krav i EU:s energistatistikförordning på att statistik om datacenter ska rapporteras från och med referensår 2024. Sett till digitaliseringen i bredare bemärkelse har EU satt upp digitala mål till 2030, det finns en handlingsplan för

¹ Informations- och kommunikationstekniksektorn, på engelska kallad ICT.

digitalisering av energisystemet och en Ekodesign-lagstiftning som ställer krav på energianvändningen i produkter. Det har även tagits fram en uppförandekod (Code of Conduct) för energieffektiva datacenter.

Inom ramen för detta uppdrag har konsulten RISE gjort en uppdaterad bedömning av elanvändningen i datacenter i Sverige. RISE bedömer att den uppgick till mellan 2,8–3,2 TWh under 2022 (kryptobrytning ej inräknat). Den årliga energianvändningen 2025 bedöms kunna uppgå till mellan 4,0–4,4 TWh. Efter 2025 finns många osäkerheter, men en uppskattning är att energianvändningen kommer uppgå till mellan 4,4–5,2 TWh 2030. Om man tittar på elanvändningen för utvinning av kryptoalutor bedömer RISE att den nuvarande elanvändningen i Sverige är mellan 1–1,5 TWh och förmodligen närmare 1,5 TWh för år 2022. Bedömningen för framtiden är att energianvändningen fram till 2025 kommer att vara på en liknande nivå nära 1 TWh per år eller till och med sjunka under 1 TWh.

Energimyndigheten kan konstatera att de olika metoderna för utvinning av kryptotillgångar skiljer sig åt när det gäller elanvändning och mängden elektronikavfall och att det går åt en anmärkningsvärt hög mängd el (ca 1 procent av Sveriges elanvändning) för de kryptotillgångar som bryts i Sverige idag.

Ur ett statistikperspektiv finns det olika svårigheter förknippat med att följa utvecklingen av energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system som helhet. Denna energianvändning finns i nästan alla användarsektorer och går inte att fånga upp genom mätning på det sätt som vi samlar in energistatistiken idag. För att följa energianvändningen i datacenter går det enklast att fånga upp de datacenter som har detta som sin huvudsakliga verksamhet och därmed tillhör en viss branschklassificering. Datacenter kan dock finnas internt hos företag inom andra branscher, och för dessa behövs andra sätt för att fånga upp deras energianvändning.

Den här rapporten utgör ett första steg mot bättre statistik och kunskap inom området, och behöver tas vidare i fortsatt arbete, inledningsvis genom att fortsätta bevaka utveckling och beslut på EU-nivå under 2023. Därefter genom att fortsätta arbetet att ta fram statistik om datacenter.

1 Inledning

Den energiomställning som nu sker i Sverige, framför allt inom industri och transporter, medför att fossila bränslen byts ut mot el och att vi kommer att behöva alltmer el i framtiden. Då måste vi också se till att vi använder den el vi har på ett effektivt sätt. Digitaliseringen av samhället och energisystemet är en viktig pusselbit för detta. Den skapar nya möjligheter för ett effektivare och mer flexibelt energisystem men förändrar även samhället i stort. Det är dock viktigt att i sammanhanget också belysa digitaliseringens egen energianvändning samt dess påverkan på klimat och miljö. Digital infrastruktur och digitala system, till exempel datacenter, använder idag mycket energi.

Eftersom datacenter är stora energianvändare såg regeringen ett behov av att Energimyndigheten skulle kartlägga deras energianvändning och hur de påverkar energisystemet. Särskilt utvinningen av kryptovalutor är energiintensiv, och en särskild bedömning av detta skulle därför göras i uppdraget. Kryptotillgångar som använder metoden Proof-of-Work², till exempel Bitcoin, har särskilt stor energianvändning. Ethereum har dock nyligen, i september hösten 2022, bytt till en betydligt mer energisnål metod, så kallad Proof-of-Stake. Det har också förts diskussioner kring att förbjuda utvinning av kryptotillgångar som använder mycket energi³, där bland annat generaldirektörerna för Finansinspektionen och Naturvårdsverket tagit ställning i frågan. En motivering till detta är att energi i stället behövs för klimatomställning av våra samhällsviktiga verksamheter.

Energimyndighetens uppdrag⁴ har bestått i att utreda metoder för att följa utvecklingen av energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system, i synnerhet datacenter, samt deras påverkan på energisystemet. I arbetet har vi tagit hänsyn till pågående arbete inom EU avseende definitioner och uppföljning av datacenters energianvändning, som tyvärr inte färdigställts inom tidsramen för detta regeringsuppdrag. Vi har också tittat på hur digital infrastruktur och digitala system och dess utveckling kan ingå i myndighetens ansvar för energistatistiken, vilket beskrivs närmare i kapitel 4. Ett annat syfte med uppdraget har varit att verka kunskapshöjande genom en att ha med en sammanställning av kunskapsläget om energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system. Denna kunskaps-sammanställning återfinns i kapitel 2.

När det gäller samverkan med andra myndigheter har vi i arbetet med uppdraget varit i kontakt med Myndigheten för digital förvaltning, som avböjt ett aktivt deltagande i arbetet. När det gäller bedömningen om energiåtgången för utvinning av kryptotillgången har vi haft dialog med Skatteverket och Finansinspektionen som givit värdefull information i arbetet.

Eftersom energianvändning i digitala system och digital infrastruktur är ett relativt nytt område kompetensmässigt för Energimyndigheten, har vi tagit hjälp av konsult för att genomföra två konsultuppdrag, dels ett uppdrag om energianvändningen i datacenter,

² Läs mer om kryptovaluta och olika konsensusmetoder i kapitel 2.3.

³ <https://www.fi.se/sv/publicerat/tal-och-debatt/2021/kryptotillgangar-hotar-klimatomstallningen--energikravande-utvinning-bor-forbjudas/>

⁴ Energimyndighetens regleringsbrev 2022, kapitel 3 punkt 9. <https://www.esv.se/statsliggaren/regleringsbrev/?rbid=22914>

dels ett uppdrag om energianvändningen för brytning av kryptovaluta. Konsulten RISE (Rise Research Institutes of Sweden AB) genomförde uppdragen, som resulterade i två rapporter. Dessa har utgjort ett värdefullt bidrag till redovisningen av regeringsuppdraget. Förutom att dessa rapporter har bidragit till kunskapssammanställningen i kapitel 2 beskrivs resultaten från de kvantitativa bedömningarna av energianvändningen i kapitel 3.

En aspekt är att digitaliseringen i Sverige och resten av världen sker parallellt samtidigt som vi är ihopkopplade via internet. De beräkningar och den energianvändning som behövs för att tillgodose Sveriges digitala behov kan därför ske i datacenter i andra länder, men även det omvända, att andra länder använder datacenter i Sverige och ger upphov till en energianvändning här. Detta innebär att digitaliseringen som sker i Sverige inte är direkt kopplat till tillväxten av datacenter i Sverige.

Detta regeringsuppdrag har varit väldigt brett och omfattar både digital infrastruktur och digitala system, datorhallar och kryptovaluta. Samtidigt har tidsramen för uppdraget varit kort, med start under hösten 2022 och slutrapportering den 31 januari 2023. Fokus i denna rapport är på energianvändning i datacenter, med mindre fokus på digitala system, produkter och infrastruktur. Ytterligare en avgränsning är att vi fokuserat på den energianvändning som sker i datacenter inom Sveriges gränser. Inom ramen för uppdraget har vi inte heller gjort någon djupare konsekvensanalys av påverkan på energisystemet eller de energipolitiska pelarna och lämnar inga förslag kring styrmedel eller regleringar inom området. Arbetet är att betrakta som ett första steg mot bättre statistik och mer kunskap, som sedan behöver tas vidare i fortsatt arbete.

2 Om digitala system och digital infrastruktur, datacenter och kryptovaluta

Detta kapitel ämnar ge en kunskapshöjande beskrivning av digitala system och digital infrastruktur, datacenter och kryptovaluta, både när det gäller tekniken som sådan och energianvändningen. I kapitlet beskrivs även dess samverkan med energisystemet, och slutligen en översikt av pågående arbete inom EU när det gäller digital infrastruktur och digitala system, med särskilt fokus på nya behov av data eller statistik inom området.

2.1 Digital infrastruktur och digitala system

Sektorn för informations- och kommunikationsteknik (IKT) från engelska Information and Communication Technologies (ICT) växer i takt med en ökad digitalisering av samhället.⁵ Digital infrastruktur är central för att dagens samhälle ska fungera. En person använder ca 40 olika datacenter under en genomsnittlig dag från det att man vaknar till att man går och lägger sig. För energisystemet finns dock både för- och nackdelar med digitaliseringen. I och med ökad dataanvändning förväntas även energianvändningen i dessa system att öka. IKT-sektorn kan bidra med energieffektivisering och flexibilitet, men bidrar även till större mängd elektronikavfall. Kryptovalutor har även ökat markant de senaste åren och bidrar till ökad energianvändning inom sektorn.⁶

Utöver att IKT-sektorn i sig kräver energi så kan den även bidra till minskad energianvändning inom andra sektorer. Den kan exempelvis möjliggöra tjänster som bidrar till energi-effektivisering eller styrning av smart laddning för elbilar. Digitala kommunikationsmedel så som videokonferenser kan också minska behovet av transport. Detta kunde vi se inte minst under covid-19-pandemin då restriktioner minskade energianvändningen inom exempelvis flyget samtidigt som många fysiska möten kunde ersättas av digitala möten.

2.1.1 Vad är digital infrastruktur och digitala system?

En vanlig uppdelning av IKT-sektorn är de tre delarna anslutna enheter, transmissionsnätverk och datacenter.⁷ En skiss över denna uppdelning visas i Figur 1.

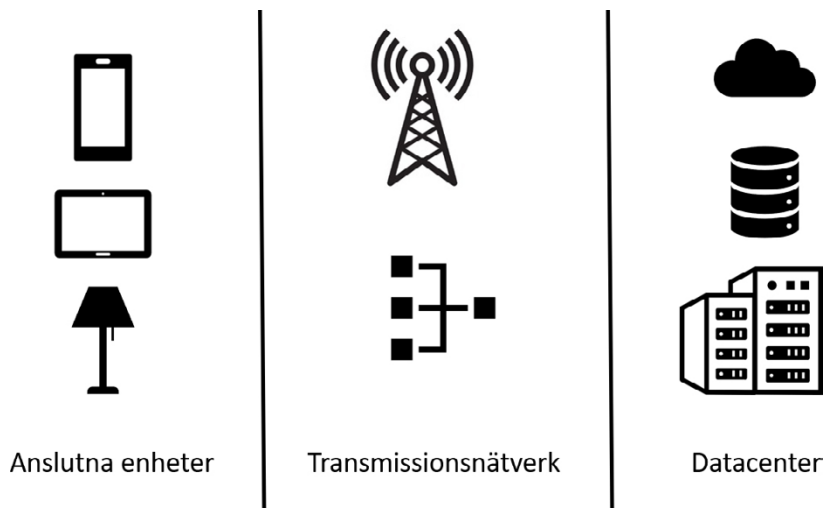
- **Anslutna enheter** är de digitala användarprodukter som kan kopplas samman och integrera med andra produkter via anslutning till olika nätverk exempelvis mobiltelefon, laptop eller digitalt styrd elektronik.
- **Transmissionsnätverk** utgörs av fasta och mobila nätverksanslutningar som möjliggör överföring av information och data mellan olika anslutna enheter.

⁵ *Digitalization & Energy*, IEA, 2017 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>

⁶ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

⁷ *Digitalization & Energy*, IEA, 2017 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>

- **Datacenter** är en fysisk anläggning eller lokal som är avsedd att förvara serverdatorer och all den kringliggande utrustning som behövs för att lagra, hantera, och distribuera stora mängder data som uppstår vid användning av digitala tjänster. För beskrivning av olika typer av datacenter se kapitel 2.2.



Figur 1. Skiss av olika delar inom IKT-sektorn

Dessa segment ingår alla i den digitala kedja av system och infrastruktur som möjliggör användningen av digitala tjänster och produkter. När en digital tjänst används, exempelvis ett videosamtal på en mobiltelefon, skickas information/data från enheten via transmissionsnätverken så som telekommunikations- och fibernätverken, vidare till serverdatorerna som är lokaliserade i ett datacenter. När informationen är processad i datacentret skickas den återigen vidare via telekommunikations- och fibernätverken, tillbaka till användarens digitala produkt. Alla stegen i kedjan kräver en viss mängd energi för att kunna fungera och därmed skapa ett värde för användaren.⁸ Huvudfokus i denna rapport är på energianvändningen i datacenter i Sverige och mindre fokus på energianvändningen i anslutna enheter och transmissionsnätverk.

2.1.2 *Energianvändning i digitala system och digital infrastruktur*

Ur ett globalt perspektiv ökade den totala energianvändningen för både datacenter, kryptobrytning och transmissionsnätverk mellan åren 2015 och 2021. Enligt IEA stod datacenter och transmissionsnätverk för ca 1–1,5 procent av den globala elanvändningen vardera år 2021. Inom datacenter (exklusive krypto) ökade den globala energianvändningen från 200 TWh 2015 till 220–320 TWh 2021, motsvarande en ökning med 10–60 procent. När det kommer till energi för kryptobrytning så ökade den globala användningen från 4 TWh 2015 till 100–140 TWh 2021. Detta motsvarar i sin tur en ökning med 2 400–3 400 procent.⁹ Denna ökning har gjort att alltmer uppmärksamhet riktats till kryptovalutans energianvändning och gör den intressant att särskilja från övriga datacenter.

⁸ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

⁹ IEA, 2022. *Data Centres and Data Transmission Networks*. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks> (Hämtad 2022-12-20)

Inom EU så uppgick elanvändningen i datacenter till 76,8 TWh under 2018. Detta väntas öka till 98,5 TWh till 2030 vilket motsvarar en 28 procentig ökning. Uttryckt i procent stod datacentren inom EU för 2,7 procent av EU:s totala efterfrågan på el 2018, och andelen kan uppgå till 3,21 procent till 2030 om utvecklingen fortsätter i samma takt som nu.¹⁰

2.2 Datacenter

2.2.1 Typer av datacenter

Datacenter finns i flera olika typer och kan klassificeras utifrån olika faktorer så som exempelvis dess ägandestruktur, dess lokalisering eller deras storlek. När det gäller ägandestruktur kan det variera mellan att datacentren, inklusive lokaler och utrustning, ägs och drivs internt eller erbjuds som en tjänst från en tredje part. När det gäller lokalisering kan olika uppdelning göras utifrån det geografiska avståndet mellan datacentret och användaren. Exempelvis om datacentret är lokaliserat i samma byggnad som användaren, i en extern lokal i närheten av användaren, eller placerad i ett annat land. Var datacentret är placerat beror ofta på vilken typ av verksamhet som bedrivs och hastigheten eller mängden datahantering som krävs. När det gäller storlek på datacenter så sker klassificering baserat på installerad effekt och kan variera från väldigt små med till väldigt stora på över 10 MW (s.k. Hyperscale). Med installerad effekt avses den sammanlagda märkeffekten för datacentret, det vill säga det maximala uttaget av el från elnätet som respektive datacenter teoretisk kan använda.

Beroende på alla dessa faktorer så förekommer beskrivningar av datacenter med en rad olika klassificeringar och typer. Detta varierar mellan olika rapporter, vilket gör det svårt att hitta en heltäckande och enhetlig klassificering. I rapporten Datacenter i Sverige 2020-2025 som togs fram av Radar Ecosystem Specialists 2020 (fortsatt kallat Radar-rapporten) kartlades Sveriges datacenter enligt följande kategorisering:

- **Egna:** Utgörs av de datacenter som ägs eller hyrs och används av för eget bruk. Vanligt är att all drift och skötsel sköts internt och kan vara lokaliserade både tillsammans med övrig verksamhet i form av små IT-rum eller som separata renodlade datahallar med flera MW i installerad effekt.
- **Kommersiella:** Dessa innefattar de som ägs och drivs av en marknadsaktör där datacenter, utrymme och plats erbjuds som en produkt eller tjänst. Denna kategori kan delas in i mindre undergrupper baserat på aktörer vars affär innefattar datacenter med specifika syften så som Colocation, se beskrivning nedan, eller de som enbart riktar sig till en specifik verksamhet så som web-hosting¹¹ eller telecom.
- **SP/SI (Service Provider/Service Integrator):** Likt kommersiella datacenter ägs och drivs dessa av utomstående marknadsaktörer, men skiljer sig genom att datacenter erbjuds som en del av en större helhetsleverans av IT eller en IT-driftstjänst.
- **Hyperscale:** Kan klassificeras in enligt de övriga kategorierna, men utgör en egen kategori enbart baserat på dess omfattande storlek. Dessa innefattar vanligtvis de datacenter som utgör en installerad effekt på större än 10 MW.

¹⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/energy-efficient-cloud-computing-technologies-and-policies-eco-friendly-cloud-market>

¹¹ Web-hosting är när företag erbjuder sig att vara värd för en webbplats genom att upplåta utrymme eller plats på deras server.

Utöver dessa grupperingar förekommer även andra begrepp som syftar till specifika typer av datacenter men som på ett eller annat sätt kan ingå i någon av de ovanstående kategorierna. Dessa är bland annat:

- **Colocation:** Ingår i kommersiella datacenter men syftar specifikt på datacenter där flera företag hyr in sig på delar av en och samma lokal som drivs av en extern aktör som sköter all infrastruktur utom IT-utrustningen.
- **Cloud/molntjänster:** Dessa är datacenter som också är en typ av kommersiella datacenter som ägs och drivs av en marknadsaktör. Till skillnad från Colocation, så ingår även all IT-utrustning samt drift i den erbjudna tjänsten. Dessa är vanligtvis stora datacenter som är lokaliserade långt bort ifrån användare som behöver stor mängd datahantering.
- **Edge:** Dessa syftar till små datacenter som är lokaliserade i nära anknäring till användaren för minskad fördröjning och snabbare informationshantering som är önskvärd för data som är tidskänslig. Dessa är ofta kopplade till 5G och IoT.

En tabell sammanställd av RISE visar exempel på hur olika datacenter verksamma i Sverige kan kategoriseras baserat på storlek samt typ som förekommer i olika rapporter, se Tabell 1. För mer detaljer hänvisas till RISE rapport *Energianvändning i datacenter och digitala system*.¹² Det råder vissa oklarheter kring var datacenter för kryptobrytning hör hemma bland de olika kategorierna av datacenter. Dessa har i tabellen fått en egen kategori.

Tabell 1. Översikt av hur några datacenter verksamma i Sverige kan kategoriseras utifrån storlek och typ.¹³

Radar categories	Own Internal		Service provider/Integrator			Commercial		Hyperscale	
EU taxonomy	On-premise		Far edge	Mini Data Center	Central Office	In-county	Large global in county	Large global hyperscale	
RISE examples	Internal enterprise	Internal Government	Network operator	Service provider	Network Operator	Colocation/Metro edge		Cloud	Crypto currency mining
Radar sizes									
Small <300kW	Scania, LKAB	Customs and Tax agency	Telia Stokab & Boliden						
Medium 0,3–1 MW		KTH-PDC, Social welfare		Atea Banhof, CityNetwork	Telia, Tele 2, Sunet	atNorth, Glesys, Acon, TietoEvry			
Large 1-10 MW	Ericsson					Stack, NData, Conapto			Enerhash, Bolooba, BBOperating
Hyper >10MW							EcoDC, Digital Realty	Facebook, AWS, Microsoft	Adaptic, HIVE, Barrage

Som nämndes tidigare kan datacentrets placering bero på vilken verksamhet och användningsområde den ska användas till och därmed egenskaper för datahantering som krävs, se Tabell 2. Vissa användningsfall kräver låg fördröjning, andra stor lagringskapacitet. Användningsområden som kräver en snabbare datahantering (låg latens), exempelvis transaktioner och realtidsanalys, kräver en placering av datacentret närmare användaren. Andra typer av verksamhet så som lagring av data och sociala medier, klarar däremot av längre svarstider och kan därför placeras längre ifrån användaren men också hantera stora mängder data.¹⁴

¹² RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

¹³ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

¹⁴ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

Tabell 2. Översikt över hur olika användningsområden och egenskaper i datacenter påverkar dess geografiska placering (i förhållande till användaren).¹⁵

Typ	Responstid	Data-mängd	Trafik-mängd	Cache	Lokalisering
Cold storage	sekund	Gigabytes	Mb/s	-	avlägset
Off-line big data crunching	sekund	Gigabytes	Gb/s	-	avlägset
Chat/IoT type communication	100-dels millisekund	kilobytes	kb/s	-	avlägset
Web/app rendering	100-dels millisekund	Megabytes	Mb/s	Ja	avlägset
Streaming	10-dels millisekund	Gigabytes	Mb/s	Ja	mix
Real-time conferencing	10-dels millisekund	Megabytes	Mb/s	Ja	mix
Real-time analytics	Millisekund	Megabytes	Gb/s	-	nära
Transaction based/control loops	Millisekund	kilobytes	kb/s	-	nära

2.2.2 Datacenters olika delar

Ett datacenter utgörs av en fysisk lokal/anläggning innehållande flera serverdatorer som står uppstapade på hyllor i skåp och som används för beräkningar, lagring, och kommunikation. Vanligtvis har varje skåp en effekttäthet på ca 10 kW vardera. Den del av datacentret där dessa skåp står kallas även för "Whitespace". Utöver serverdatorer finns även omkringliggande stödutrustning som krävs för drift av anläggningen, så som strömförsörjning och försörjningssystem för reservkraft, kylsystem, mätutrustning, övervakningssystem, samt brandskydd, mekanisk kanalisering för luft, samt rörsystem för vätskor. Den del av datacenter som innehåller stödutrustning kallas för "Greyspace".¹⁶ Figur 2 visar insidan av ett typiskt datacenter.



Figur 2. Insidan av ett datacenter. Bild: RISE¹⁷

I ett effektivt datacenter går merparten av energianvändningen till serverarna, ca 70–80 procent. Resterande energin används av den kringliggande stödutrustningen. Ett nyckeltal som ofta används inom datacenterbranschen är PUE (Power Usage Effectiveness) som mäter effektiviteten av anläggningen. Förenklat så mäts PUE genom att ta datacentrets

¹⁵ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

¹⁶ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

¹⁷ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

totala energianvändning delat med den energi som går till serverna, fördelat över ett år. PUE ger alltså ingen uppskattning av effektiviteten i IT-utrustningen i sig, utan mäter endast hur effektiv den omkringliggande stödutrustningen i anläggningen är. Ett effektivt datacenter har därmed ett lågt PUE-värde.¹⁸

Fördelningen av energianvändningen inom ett datacenter skiljer sig mellan äldre traditionella och mer moderna datacenter. I äldre mer traditionella datacenter går merparten av energin till utrustning som behövs för lokalen i sig, så som fläktar, kompressorer, pumpar och reglering av luftfuktighet. Det kan handla om så mycket som 50–60 procent av all energianvändning eller mer. Dessa datacenter brukar ha ett PUE-värde runt 1,8–2,5. I moderna och mer effektiva datacenter går alltmer av energin som används till själva serverna, ca 70 procent. Ett mycket effektivt datacenter brukar ha ett PUE-värde på omkring 1,1–1,3.¹⁹

Elen som tillförs till mikroprocessorerna och annan elektronik på serverna omvandlas till värme vid användning och överförs sedan via ett kylsystem i form av luft eller vätska vidare ut till den delen av white space som utgörs av rummet i sig. Från luften i rummet sker värmeöverföring sedan till utsidan av datacentret genom ventilationssystem i anläggningens väggar och tak.²⁰

För ett mer effektivt nyttjande av energin som används i ett datacenter så kan den överskottsvärme som skapas användas till andra ändamål, antingen genom att direkt återanvändas av datacentren själva, eller nyttjas till annan uppvärmning så som fjärrvärme eller industriell symbios, exempelvis uppvärmning av växthus.²¹ Läs mer om hur överskottsvärme från datacenter kan användas i kapitel 2.4.

2.2.3 Datacenter för kryptoutvinning

Ett datacenter för utvinning av kryptovaluta är en anläggning som innehåller GPU²²-serverar (datorer) i skåp (rack) eller ASIC²³ utvinningsriggar på hyllor och utrustning som stödjer utvinningen, se Figur 3 nedan. Det är en mycket enklare design jämfört med ett konventionellt datacenter. Vanligtvis finns det inga reservkraftssystem (batterier eller dieselgeneratorer) och strömfördelningen är bara en matning utan reservkraftsfördelning eftersom ett strömavbrott inte är ett stort problem. Beräkningen startas bara om efter ett strömavbrott. Kylsystemet å andra sidan kan vara mer avancerat eftersom effekttätheten för ett GPU- och ASIC-rack är mycket högt, nära 100 kW per rack. Vätskekylning eller stora fläkt-väggar behövs för att kyla serverna.²⁴

¹⁸ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

¹⁹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

²⁰ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

²¹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

²² GPU står för Graphical Processing Unit, dvs grafikprocessor.

²³ ASIC står för Application Specific Integrated Circuit, dvs applikationsspecifik integrerad krets.

²⁴ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*



Figur 3. Datacenteranläggning för kryptovaluta med ASIC-rigg. Bild: RISE²⁵

2.2.4 Utveckling av energianvändning i datacenter

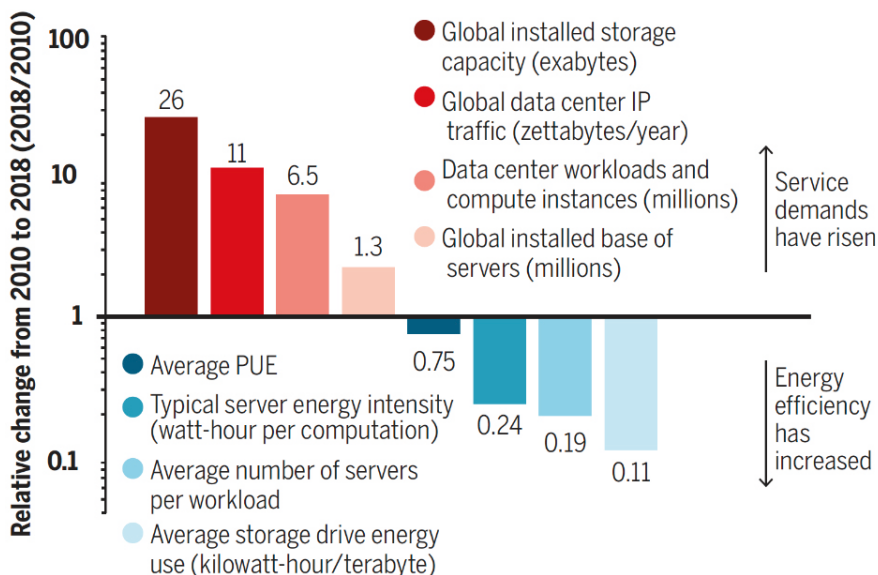
En jämförelse mellan utvecklingen av internettrafiken, datacenters beräkningslast och datacenters energianvändning mellan 2010–2020 visar tydligt att datacentrens energianvändning legat relativt platt, medan beräkningslasterna ökat desto mer och internettrafiken har ökat ännu mer. Starka effektivitetsförbättringar som lägre PUE, mer användning av resurseffektivt moln och förbättrad dator- och lagringshårdvara har bidragit till att begränsa tillväxten i energiefterfrågan från datacenter globalt.²⁶

Trender som driver energianvändningen i datacenter visas i Figur 4. Ökande efterfrågan på kommunikation, lagring och beräkningslast och växande installerad effekt av datorer och lagring driver en ökning av tjänsterna. Effektivitetsförbättringar för anläggningar, server- och lagringsutrustning och molnbaserad resursdelning leder till en minskning av tjänsterna.

²⁵ Summers, J. (2021). *BodenTypeDC Deliverable 5.3, Performance Evaluation of BTDC One*. Boden Type DC.

²⁶ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

Trends in global data center energy-use drivers



PUE, power usage effectiveness; IP, internet protocol.

Figur 4. Trender som driver energianvändningen i datacenter.²⁷

2.2.5 Teknikutveckling för kyltekniker inom datacenter

Efterfrågan på datalagring, beräkningsresurser och digitala tjänster ökar ständigt, och som ett resultat av detta ökar antalet datacenter, liksom deras effektdensitet. Då effekttätheterna i serverna fortsätter att öka, krävs mer effektiva kylningsmetoder för att kunna leda bort värmen och hålla serverar inom tillämpliga temperaturgränser. Olika medier kan användas för kylning av serverar inom datacenter så som luft- och vätskekylning.

Luftkylning

Luft är, ur en termodynamisk synvinkel, ett dåligt kylmedium med låg densitet och låg specifik värmekapacitet. Däremot är det användarvänligt då det möjliggör enkelt underhåll och service av datacenter. Utvecklingen av luftkylda datacenter har kommit långt under de senaste decennierna. Genom att använda väl avgränsad installation där varm och kall luft separeras kan högeffektiva datacenter uppnås.²⁸

Vid installationer med högre energidensitet blir det opraktiskt att använda luft som kylmedium, då höga luftflöden krävs för att klara av den genererade värmen. Idag har datacenter ofta flera oberoende reglersystem, vilket kan orsaka suboptimering och energislöseri. För att ytterligare optimera effektiviteten i luftkylda datacenter krävs en systemomfattande reglering av datacentret. Nyligen genomförda studier visar att det finns energibesparingar att göra genom att koppla samman anläggningens reglersystem med servernas interna fläkreglering för att optimera luftrörelsen och balansera luftfördelningen.²⁹

²⁷ Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science Magazine*, Vol 367 Issue 6481. Återgiven med tillstånd.

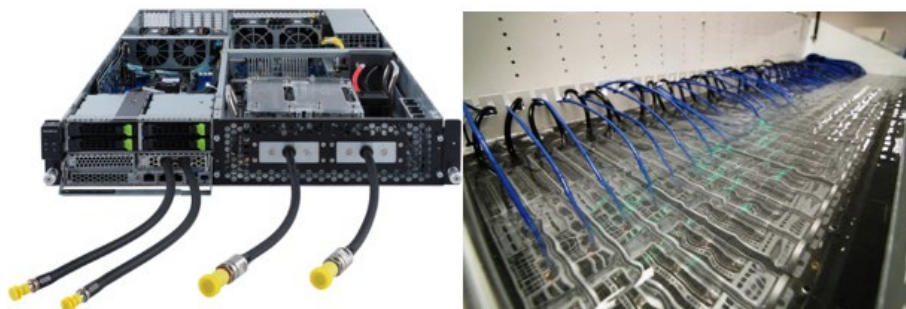
²⁸ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

²⁹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

Olika styrstrategier beroende på tillgängliga kylmetoder/priser och möjligheten att sälja överskottsvärmen kommer att bli alltmer intressanta i framtiden. Datorerna jobbar effektivare i en kall miljö, men detta medför också extra kostnader eftersom kylaggregaten behöver sänka temperaturen ytterligare. Men i de fall då det går att nyttja tillgänglig lågtemperaturkyla, exempelvis fri-kyla vid låga omgivningstemperaturer eller billig fjärrkyla, är det en fördel. Å andra sidan, om överskottsvärme från datacentret kan användas (eller säljas), om de levereras vid en hög temperatur, kan det vara värt ur affärssynpunkt att köra datorerna vid en högre temperatur. Strategierna för hur man optimalt kan styra datacentret kommer att fortsätta att utvecklas och sakta gå bort från PUE-måttet som har varit de-facto-standarden under det senaste decenniet.³⁰

Vätskekyllning

Eftersom vätskor i allmänhet har mycket bättre termisk prestanda än luft, är alternativet att använda en vätska för att överföra värmen mycket tilltalande. Det finns idag två dominerande metoder för vätskekyllning av servrar så kallad ”Direct-to-chip-kyllning” och ”immersionskyllning”, se Figur 5. Direct-to-chip-kyllning är när en vätska tillförs till en värmeväxlare som är monterad på de elektroniska komponenterna via slangar. Vätskan har därmed ingen direkt kontakt med elektroniken. Vid immersionskyllning sänks alla elektroniska komponenter ned i en icke-ledande dielektrisk vätska där värmeöverföring sker från komponenterna till vätskan. Den varma vätskan förflyttas ofta via pumpar till en värmeväxlare för nedkyllning för att sedan tillämpas på nytt.³¹



Figur 5. Bild på Direct-to-chip-kyllning (vänster) och immersionskyllning (höger). Bild: RISE³²

Ser man på framtiden är kombinationer av ovan nämnda teknologier högst sannolik, där luftkyllning, immersionskyllning och direkt-to-chip används i smarta kombinationer för att maximera temperaturen på överskottsvärmeströmmarna.³³

³⁰ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

³¹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

³² RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

³³ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

2.3 Kryptovaluta

Blockkedjetekniken beskrevs först i artikeln "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" undertecknad pseudonymen Satoshi Nakamoto i november 2008.³⁴ Mjukvaru-protokollet som artikeln beskriver startades sedan upp i januari 2009 och är vad som idag är känt som Bitcoin. Det första arbetet på en kryptografiskt säkrad kedja av datablock beskrevs dock redan 1991 av Stuart Haber och W. Scott Stornetta då de ville utveckla en mekanism för säker tidsstämpling av digitala dokument som inte kunde manipuleras.³⁵ I och med Bitcoin och blockkedjetekniken möjliggjordes för första gången användningen av en decentraliserad digital valuta, vilket skapade ett nytt sätt att genomföra och registrera transaktioner.

2.3.1 Blockkedjetekniken

I en traditionell handel verifierar och loggar centrala myndigheter (till exempel banker) transaktioner. Blockkedjor tar bort behovet av en central myndighet och i stället betraktas tillgången endast som kryptovaluta om den är beroende av kryptografi och teknik för digitala huvudböcker som valideras över ett distribuerat nätverk av datorer som kör en viss programvara. En distribuerad huvudbok (även kallad "ledger") är en databas där deltagarna registrerar transaktioner. Huvudbokens databas tillhandahåller ett sätt för alla deltagare att skicka transaktionsuppdateringar. Det är i grunden en lång lista av transaktioner som är uppdelade i block som länkar samman till en kedja (blockkedja). En fullständig kopia av en blockkedja innehåller varje transaktion som någonsin utförts och med denna information går det att exempelvis se hur många enheter av blockkedjans interna valuta som tillhört varje adress vid varje tidpunkt i historien.³⁶

En transaktion är en värdepост (ex. Bitcoin) som överförs från en adress till en annan. Adressen kan jämföras med ett bankkonto. Hela huvudboken är tillgänglig för alla att läsa. Poster i huvudboken raderas aldrig, så den växer för evigt (gäller för Bitcoin, det finns andra kryptovalutor där historik raderas). För att komma överens om redovisningsposter och transaktioner används en konsensusmekanism. Olika konsensusmekanismer använder olika regler för detta. De vanligaste egenskaperna för blockkedjetekniken är följande³⁷:

- **Oföränderlig:** Databasen är permanent och ska inte gå att förändra.
- **Decentraliserat och distribuerad:** Det finns ingen centraliserad förvaltningsmyndighet som fattar alla beslut och lagrar data. Besluten och databasen distribueras till ett nätverk av oberoende noder. Vem som helst kan gå med i blockkedjenätverket.
- **Säker:** Stark kryptografi används för att säkerställa att ingen kan ändra eller radera databasen på nätverket
- **Konsensus:** I hjärtat av varje blockkedja ligger en konsensusalgoritm. Detta behövs eftersom ingen kan lita på andra (nollförtroende). Algoritmen måste se till att alla noder på nätverket kan nå en överenskommelse om sanningen (konsensus).

³⁴ Satoshi Nakamoto, 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Hämtad 2023-01-09)

³⁵ Harber, S och Stornetta, W.S. 2019. *How to time-stamp a digital document* <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00196791> (Hämtad 2023-01-09)

³⁶ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

³⁷ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

2.3.2 Konsensusmekanismer

Inom kryptovalutor pratar man om Proof-of-Work (PoW) och Proof-of-Stake (PoS) som är de två vanligaste mekanismerna för att skapa konsensus och reglera processen som verifierar olika användares transaktioner som läggs till i en blockkedjas huvudbok.

Proof-of-Work (PoW)

Konsensusmekanismerna för PoW, som för närvarande används för Bitcoin bland andra, kräver en beräkningsintensiv process för att lösa ett matematiskt problem, även kallad ”mining”, som ska slutföras innan en uppsättning uppdateringar, eller ”block”, valideras och läggs till i huvudboken. Beräkningarna som krävs av deltagarna är betydligt energi-krävande vilket minskar incitament för illvilliga deltagare att lägga till en felaktig redovisning.³⁸

Beräkningarna går ut på att lösa ett komplext matematiskt problem. Varje gissning som en deltagare gör på lösningen är känd som en ”hash”, medan antalet gissningar som deltagaren gör varje sekund är känt som dess ”hashrate” (H/s). Deltagare som är aktiva med att skicka block till huvudboken kallas utvinnare (eng. miners). När problemet är löst godkänns det senaste blocket av transaktioner och läggs till i kedjan. Den utvinnare som lyckas hitta PoW-lösningen till ett block belönas med ett visst antal nyskapade enheter av den interna valutan, exempelvis Bitcoin. Dessa utgör de ekonomiska incitamenten för att miners ska vara villiga att spendera beräkningskraft för att verifiera nya transaktioner och säkra transaktionshistoriken.³⁹ En illustrativ beskrivning av hur blockkedjetekniken fungerar finns att se på följande länk⁴⁰.

För att locka fler utvinnare och datorresurser för att lösa det kryptografiska matematikproblemet, blir utvinningsbelöningarna mer värdefulla när en kryptovaluta blir mer värdefull. När fler datorresurser tillförs av deltagarna justeras svårighetsgraden för det matematiska problem som ska lösas. Detta gör att den genomsnittliga tid som krävs för att hitta en lösning blir ungefär konstant, vilket också är en nackdel med metoden. Eventuella energieffektiviseringsvinster äts upp av en ökad svårighetsgrad som kräver mer energi. Det betyder att PoW-nätverk i allmänhet kommer att använda mer energi när kryptovalutans värde växer, så länge som fördelningen av kryptovalutan mellan deltagarna förblir konstant. Tillväxten av det totala värdet har engagerat många tusen deltagare, som använder generell (GPU) och anpassad (ASIC) hårdvara, vilket drar stora mängder energi.⁴¹

Proof-of-Stake (PoS)

Ett alternativ till den energiintensiva konsensusmekanismen PoW är PoS som används bland annat för nätverk som Solana, Cardano och nu även Ethereum 2.0. I PoS-nätverk kallas deltagarna för validatorer. Konceptet betyder att en användare validerar transaktioner enligt hur mycket kryptovaluta de redan har.

³⁸ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

³⁹ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

⁴⁰ <https://kilroyblockchain.com/what-is-blockchain> (hämtad 2023-01-24).

⁴¹ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

För att få möjligheten att bli vald att lägga till ett nytt block av transaktioner till huvudboken, så sätter validatorerna en insats i form av en mängd kryptovaluta. Ju mer kryptovaluta en validator satsar, eller ju längre tid insatsen är låst, desto större är chansen att bli vald. Om en validator publicerar felaktiga uppgifter eller en bedräglig transaktion finns det en risk att insatsen förloras. PoS innebär alltså att noder som kontrollerar en andel av den interna valutan får delta i processen att lägga nya block med transaktioner till blockkedjan i stället för noder som utför beräkningar. De användare som låser upp valuta i en blockkedja har chans att få lägga till nästa block med transaktioner till blockkedjan i proportion till hur stor andel av den interna valutan de kontrollerar och skapandet av nya block belönas med vanligtvis med nyskapad intern valuta och transaktionsavgifter på motsvarande sätt som PoW. Flera varianter finns inom PoS-konsensusmekanismen. Variationerna delar dock generellt principen att förtroende skapas av en deltagares vilja att riskera sin värdefulla kryptovaluta.

En fördel med PoS-baserade kryptovalutor är att energiåtgången är mycket lägre än de som tillämpar PoW eftersom deltagandet är beroende av ett risktagande snarare än att använda datorkraft för att validera transaktioner. När Ethereum gick över till att använda PoS istället för PoW som konsensusmetod minskades elanvändningen med så mycket som 99,95 procent.⁴²

Miljöpåverkan från brytning av kryptovaluta

En konsekvens av brytning av krypto genom PoW är att den genererar stora mängder elektronikavfall som på olika sätt har påverkan på klimat och miljö, inte minst från de skadliga kemikalier och tungmetaller som tillförs till närmiljön om det inte återvinns och tas om hand om på rätt sätt. I en studie⁴³ från 2021 så uppskattades det genereras i genomsnitt 272 g av elektronikavfall för varje tillförd transaktion på blockkedjan, motsvarar ca 2 iPhone. Anledningen till den stora mängden avfall är att datorerna som används vid PoW, är specialdesignade just för detta syfte, snabbt byts ut i takt med en snabb teknikutvecklingen och strävan efter starkare och effektivare utrustning. En genomsnittlig livslängd för en dator som bryter bitcoin uppskattades i samma studie till ca 1,3 år och att utrustningen i det skedet inte heller kan återanvändas i andra ändamål. I maj 2021 uppskattades det årliga elektronikavfallet från brytning av bitcoin till ungefär 30,7 tusen ton. PoS genererar däremot inte samma mängd då det i princip endast krävs en internetuppkopplad enhet för att kunna delta.⁴⁴

De olika konsensusmekanismerna har olika fördelar och nackdelar och det finns ingen överenskommen ”bästa praxis” på kryptovalutamarknaden. När det kommer till energi-användning och påverkan på miljö är PoS metoden att föredra jämfört med PoW, men det finns också fler aspekter. Nya konsensusmekanismer är under utveckling och kommer att dyka upp i framtiden. En ansvarsfull utveckling av digitala tillgångar skulle innebära en konsensusmekanism som stödjer minimering av energianvändningen och miljöpåverkan samtidigt som man maximerar fördelarna för slutanvändaren och samhället.⁴⁵

⁴² RISE (2023), *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

⁴³ Alex de Vries, and Christian Stoll. 2021. *Bitcoin's growing e-waste problem*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105901> (Hämtat: 2021-01-11)

⁴⁴ Alex de Vries, and Christian Stoll. 2021. *Bitcoin's growing e-waste problem*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105901> (Hämtat: 2021-01-11)

⁴⁵ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

2.4 Datacenters samverkan med energisystemet

Datacenter kan betraktas som en elanvändare som efterfrågar el från elnätet, och liksom andra elanvändare kan de därför samverka med elsystemet och bidra med nyttor på olika sätt. Samtidigt produceras stora mängder överskottsvärme när ett datacenter är i drift, som också kan komma till nytta om den tas till vara på.

2.4.1 Elsystemet

I elsystemet behöver det ständigt vara balans mellan elanvändning och elproduktion. För att upprätthålla denna balans och för att kunna hantera störningar i kraftsystemet finns ett antal marknader och stödtjänster hos Svenska kraftnät⁴⁶. Några reserver som kan vara lämpliga för datacenter att bidra till är FFR (snabb frekvensreserv) och FCR-D (frekvenshållningsreserv vid störning, som finns både för upp- respektive nedreglering). Dessa är lämpliga för datacenter utifrån kraven på uthållighet och aktiveringstid. FFR aktiveras inom 1 sekund och har en uthållighet på 30 sekunder. FCR-D behöver aktiveras 50 procent inom 5 sekunder och 100 procent inom 30 sekunder, med en uthållighet på minst 20 minuter.⁴⁷

Många olika elanvändare kan i teorin bidra till elsystemet genom att t.ex vara flexibel i sin elanvändning eller dra nytta av egna befintliga energilager. Datacenter har vissa egenskaper som gör det lättare för dem än andra elanvändare att bidra med stödtjänster till elsystemet då de har en beräkningslast (som korrelerar med eleffektuttaget) som kan öka eller minska snabbt, pausas eller till och med flyttas till ett annat datacenter. Potentialen att bidra med stödtjänster varierar dock beroende på vilken typ av datacenter det handlar om. Exempelvis kan vissa datacenter ha avtal gentemot sina kunder som begränsar datacentrets möjlighet att stänga ner eller minska sin elanvändning. Några exempel på hur datacenter kan öka sitt effektuttag och på så vis bidra till nedreglering (FCR-D ned) kan vara att köra lågprioriterade beräkningslaster eller sänka temperaturen i datacentret tillfälligt. Datacenter har även möjlighet att vara flexibel i sin elanvändning utifrån elpriset på spotmarknaden, som ofta varierar över dygnet.

En annan faktor är att datacenter har UPS-system (Uninterruptible Power Supply) för att kunna fortsätta strömförsörja de viktigaste delarna av utrustningen i händelse av strömbrott. UPS-systemen består ofta av batterier eller svänghjul, vars storlek beror på hur länge datacentret behöver kunna klara sig utan strömförsörjning utifrån. Dessa UPS-system skulle också kunna användas till stödtjänster för elsystemet. Det kan också vara motiverat för datacentret att bygga ett större batterilager än vad som behövs ur försörjningstrygghetsperspektiv, för att öka möjligheten att delta på stödtjänst-marknaderna eller vara flexibel i sin elanvändning utifrån elpriset och på så vis ha detta som en inkomstkälla.⁴⁸

När det gäller datacenter som används för att bryta kryptovaluta är förutsättningarna annorlunda jämfört med andra mer traditionella typer av datacenter. Utnyttjandegraden för krypto-datacenter är ofta uppemot 100 procent, det vill säga att serverna används till maxkapacitet i princip hela tiden. Vanligtvis finns inga backsystem för elförsörjningen, varken batterier eller reservmatningar, eftersom ett elavbrott inte är ett lika stort problem för ett datacenter som bryter kryptovaluta. Efter ett elavbrott startas beräkningarna upp

⁴⁶ <https://www.svk.se/aktorsportalen/bidra-med-reserver/om-olika-reserver/> (Hämtad 2023-01-03)

⁴⁷ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

⁴⁸ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

igen, och ingen kund eller användare drabbas. Detta gör det också enklare att planera för revisioner och underhåll. Dessa egenskaper är även till fördel när det gäller möjligheten att bidra med systemtjänster eftersom denna typ av datacenter snabbt kan stänga ner delar av eller hela sin elanvändning. Det finns idag ett flertal kryptodatacenter som är aktiva på FCR-D uppregeringsmarknaden.

Eftersom det endast är kryptobrytning som använder Proof-of-Work metoden (se mer i kapitel 2.3) som har en hög energianvändning är det i huvudsak dessa som dels belastar elsystemet med elanvändning, och dels kan bistå elsystemet med flexibilitet.

2.4.2 Användning av överskottsvärme

Överskottsvärme finns idag hos en stor del av alla industrier. Man kan dela upp överskottsvärme i högvärdig och lågvärdig värme. Ju varmare det är desto lättare är det att utnyttja värmen till andra användningsområden. Datacenter producerar lågvärdig värme i stora mängder, dock är det samlat till en punkt till skillnad från andra industriella processer där värmen ofta uppstår på många olika ställen i processen.⁴⁹

RISE ICE datacenter har gjort en översyn över möjliga användningsområden för överskottsvärmen från datacenter. Man har tittat särskilt på exempel där värmen kan användas direkt utan att uppgraderas med hjälp av en värmepump. Användningsområdena varierar beroende på om datacentret är luft- eller vätskekyld. Värmen från datacenter kan uppgå till 25–40 °C. För luftkylda datacenter ser man potentiella användningsområden att använda värmen till torkning av trä eller biomassa, torkning av frukt, grönsaker eller kött, för uppvärmning av växthus eller insektsodling. För vätskekylda datacenter kan värmen användas till exempelvis algodling, fiskodling, penicillinproduktion, eller till fjärrvärme. Vilken typ av användning av överskottsvärme som är lämplig beror också på lokala förhållanden som t.ex vilka industrier eller byggnader som finns i närheten.⁵⁰

När överskottsvärmen från ett luftkyld datacenter ska användas i ett fjärrvärmesystem används utluften från datacentrets ventilation, som vanligtvis resulterar i temperaturer på 20–25 °C. För att höja temperaturen används ofta värmepumpar i två eller tre steg. Behovet av att använda värmepump minskar dock om vätskekyllning används i datacentret i stället, då det kan ge vattentemperaturer på 50–60 °C. Vätskekyllning av datacenter innebär alltså fördelar när det gäller att dra nytta av överskottsvärmen.⁵¹

Datacenter som ägnar sig åt kryptobrytning kör ofta på hög effekt en stor del av tiden vilket ger ett jämnt värmefflöde. Energitätheten är dessutom hög i de datorer som används till detta (ASIC och GPU), som kan ha en elanvändning på nära 100 kW per rack. För dessa datacenter behövs ofta vätskekyllning, annars stora väggar med fläktar.

Några exempel på hur överskottsvärmen från datacenter används idag är i Stockholms fjärrvärmenät, uppvärmning av närliggande byggnader i Robertsfors, uppvärmning av växthus i Boden, torkning av sågspån och pellets i Falun. Det finns dessutom intresse för att bygga ett akvaponiskt system i Boden.⁵²

⁴⁹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

⁵⁰ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

⁵¹ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

⁵² RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

2.5 Arbete på EU-nivå

I detta kapitel beskrivs några olika initiativ och lagstiftningar inom EU när det gäller digital infrastruktur och digitala system. Fokus är på de delar som bedöms vara relevanta när det gäller nya behov av data eller statistik inom området.

2.5.1 Direktivet om energieffektivitet (EED)

Under hösten 2022 pågår förhandlingar av en revidering av direktivet om energieffektivitet (EED). Där föreslår kommissionen att medlemsstaterna från 2024 ska införa rapporteringskrav för datacenter med betydande energianvändning i syfte att övervaka dess energianvändning⁵³. I de utkast som finns till revidering av direktivet hanteras datacenter inom samma delar av rättsakten som krav på industriell verksamhet. Där föreslås att medlemsstaterna ska kräva från dem som äger eller driver datacenter att dela med sig av information, som sedan ska rapporteras till kommissionen. Kommissionen ska sedan skapa en publikt tillgänglig databas som innehåller den information som rapporterats.

Några exempel som föreslås att rapporteras är:

- Namn på datacentret och den som äger eller driver det,
- vilken stad de ligger i,
- golvyta,
- installerad effekt,
- årlig ingående och utgående datatrafik och
- mängden data som lagras och processas inom datacentret.

Sedan föreslås också att det ska rapporteras olika mått på prestanda, till exempel energianvändning, effektanvändning, hantering av spillvärme, vattenanvändning och användning av förnybar energi.

Vid tidpunkten då denna rapport skrivs är det fortfarande oklart hur utformningen av det slutliga direktivet kommer se ut och var effekt-gränsen kommer gå, och därmed vilka datacenter som kommer omfattas av rapporteringskraven⁵⁴.

⁵³ https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/fakta-pm-om-eu-forslag/direktivet-om-energieffektivitet-eed_H806FPM134

⁵⁴ Olika effektgränser har diskuterats, bl.a. 1 MW eller 100 kW.

2.5.2 Eurostat och energistatistikförordningen

I den reviderade energistatistikförordningen⁵⁵ som beslutade i februari 2022 har det tillkommit en definition av datacenter, som där på svenska benämns datacentraler. Statistik om datacenter ska börja rapporteras från och med referensåret 2024 och rapporteringen ska ske tillsammans med rapportering av slutlig energianvändning inom servicesektorn, vilket innebär att rapportering ska ske senast 31 mars 2026. Definitionerna lyder som följande:

En datacentral definieras som en byggnad eller en grupp av byggnader avsedd att inrymma, ansluta och driva datorsystem, servrar och kringutrustning för datalagring, databehandling och/eller datadistribution samt relaterad verksamhet. (punkt 2.6.3.1.16)

Endast de datacentraler som hör till rapporteringsenheter (oavsett Nace-kod) med en total effekt på minst 1 MW behöver redovisas. Den första obligatoriska redovisningen av den här posten är referensåret 2024. (punkt 8.1.3.16)

Det har dock ännu inte tagits fram någon rapporteringsmall som specificerar vilka av alla energiprodukter som omnämns i energistatistikförordningen som ska samlas in. Inte heller finns något ytterligare stöd framtaget när det gäller metoder för insamling. Frågorna är komplexa och många medlemsstater har uttryckt en önskan att skjuta på diskussionerna om mer detaljerade rapporteringskrav till framtiden. Den senaste informationen är att ett fortsatt arbete kring detta kommer ske under 2023 med ett framtaget förslag på rapportering framåt hösten.

Inom det Europeiska statistiksystemet (ESSC) finns enheten E5 Energistatistik som ligger under Direktoratet för sektorsvis statistik (DIMESA). Inom denna enhet pågår ett arbete om hur man gemensamt ska rapportera uppgifter om datacenters energianvändning. Detta genomförs via en Task force, en grupp av experter från medlemsstaterna som har till uppgift att utreda och sammanställa olika vägval. Beslut sker sedan i Energistatistik-arbetsgruppen (ESWG, Energy Statistics Work Group) om vilken linje som Eurostat ska ha i olika frågor.

I ett arbetsdokument⁵⁶ om datacenter beskrivs vissa problem förknippat med att följa energianvändningen i datacenter. I övrig energistatistik som samlas in följer man NACE-koder, en standardiserad branschklassificering. I Sverige är motsvarigheten SNI, Svensk näringsgrensindelning. Läs mer om SNI i kapitel 4.2. Det finns två huvudsakliga skäl till att det är problem att samla in uppgifter om energianvändningen i datacenter. Dels finns ingen NACE-kategori som helt fångar upp datacenter, trots att 6311, (Databehandling, hosting o.d.), ligger nära. Dels så skulle det bara vara företag med detta som sin huvudsakliga verksamhet som hamnar i denna kategori. Datacenter finns också i verksamheter som har en annan branschklassificering, vilket gör att deras energianvändning inte skulle kunna fångas upp i en sådan rapportering som bara baseras på branschklassificering. Till följd av detta enades man om att ta fram en ny definition liknande den som finns i direktivet om energieffektivitet, och dra en gräns för hur stora datacenter som skulle inkluderas. Först diskuterades gränsen 5 MW, men landade sedan på 1 MW. Med denna avgränsning täcker man hyperscale-datacenter, de flesta molndatacenter och de största

⁵⁵ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2022/132 av den 28 januari 2022, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022R0132&from=EN>

⁵⁶ Unit E.5: Energy, Task force methodology & future reporting, *Introductory discussion on data centres first draft document*

traditionella datacentren. Dock missar man två viktiga typer av datacenter – dels de äldsta datacentren som kanske har störst behov av att energieffektiviseras. Och dels de så kallade edge-datacenter som väntas bli allt fler i framtiden. Lägre effektgränser kunde därför vara bra att införa för frivillig rapportering.

Sammanfattningsvis så pågår mycket arbete inom detta område på EU-nivå, och Sverige behöver fortsätta följa utvecklingen och sedan anpassa oss efter de definitioner och rapporteringsmallar som bestäms.

2.5.3 EU:s digitala mål till 2030

Inom EU finns mål uppsatta för att röra sig mot en ökad digitalisering. Den 9 mars 2021 presenterade EU-kommissionen sin vision för EU:s digitala omställning fram till 2030⁵⁷. Kommissionen föreslår en digital kompass för EU:s digitala decennium som kretsar kring fyra huvudområden

- Kompetens
- Digital omställning av näringslivet
- Säker och hållbar digital infrastruktur
- Digitalisering av offentlig service

Inom dessa områden har olika mål ställts upp. Två exempel är att 75 procent av EU:s företag ska använda molntjänster/AI/bigdata, och att vi ska ha 10 000 klimatneutrala och säkra kantnoder (edge-noder) för att tillhandahålla mindre fördröjning. Med dessa ambitioner är det tydligt att siktet är inställt på en fortsatt utveckling inom digitaliseringen.

I den digitala visionen nämns också följande: Med tanke på datacentralers och molninfrastrukturers inverkan på energikonsumtionen i EU bör EU ta ledningen i arbetet för att göra dessa infrastrukturer klimatneutrala och energieffektiva till 2030, och använda överskottsenergin från dem till att värma upp hushåll, företag och gemensamma offentliga utrymmen. Som en del i det utökade Desi-indexet kommer kommissionen att införa mekanismer för att mäta energieffektiviteten för datacentraler och elektroniska kommunikationsnät som används av europeiska företag.⁵⁸

I mars 2022 publicerade EU-kommissionen en rapport⁵⁹ med förslag på åtgärder för att uppnå denna målsättning om klimatneutrala och energieffektiva infrastrukturer till 2030. Ett av förslagen är att skapa ett europeiskt datacenter-register där datacentrens energi- och materialanvändning ska rapporteras. Exempel på utmaningar som måste lösas är hur man ska behandla konfidentiell affärsinformation, hur definitionen ska se ut av indikatorer som ska rapporteras, samt hur kontroll och förvaltning av registret skulle ske. Detta förslag liknar förslagen på nya krav i revideringen av direktivet om energieffektivitet (se kapitel 2.5.1), men det framgår inte tydligt hur dessa relaterar till varandra.

⁵⁷ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_sv (hämtad 2023-01-03)

⁵⁸ COM(2021) 118 final, *Digital kompass 2030: den europeiska vägen in i det digitala decenniet* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0118&from=en>

⁵⁹ *Study on Greening Cloud Computing and Electronic Communications Services and Networks: Towards Climate Neutrality by 2050*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-greening-cloud-computing-and-electronic-communications-services-and-networks-towards-climate>

2.5.4 EU:s handlingsplan för digitalisering av energisystemet

Den 18 oktober 2022 beslutade EU om en handlingsplan för Digitalisering av energisystemet⁶⁰. Denna handlingsplan är inte lagstiftande men visar på en ambition från EU-kommissionen. I dokumentet beskrivs ett antal åtgärder som planeras att genomföras.

En motivering till handlingsplanen är att digitaliseringen av samhället och energisystemet har många fördelar, både när det gäller ekonomiska, miljömässiga och sociala aspekter. Det är dock också viktigt att belysa att digitaliseringen samtidigt medför en energianvändning. Energianvändningen i digitala system och digital infrastruktur ökar i takt med en ökad användning av digitala verktyg, datatrafik, och antalet uppkopplade produkter. Det är därför viktigt att denna utveckling sker energieffektivt och med så låg klimatpåverkan som möjligt.⁶¹

I handlingsplanen finns det åtgärder för olika delar av IKT-sektorn, som är uppdelat mellan energianvändningen i telekommunikationsnät, datacentraler och kryptovalutor.

Åtgärder kopplat till telekommunikationsnätens energianvändning

Kommissionen kommer, i samråd med forskarsamhället och andra aktörer, att arbeta för ökad öppenhet genom att utveckla gemensamma mätindikatorer för de elektroniska kommunikationstjänsternas miljöavtryck. Kommissionen kommer även att arbeta för att inrätta en EU-uppförandekod (Code of Conduct) för telekommunikationsnätens hållbarhet senast 2025.

Åtgärder kopplat till datacenters energianvändning

Ett antal åtgärder har vidtagits av kommissionen för att bland annat nå målen i del digitala strategin (se kapitel 2.5.3), men de planerar även att göra ytterligare åtgärder:

- i. Senast 2025 kommer kommissionen att införa ett miljömärkningssystem för datacentraler. Systemet kommer att bygga på de övervaknings- och rapporteringskrav avseende datacentralers energianvändning som föreslagits vid översynen av direktivet om energieffektivitet (EED)
- ii. Kommissionen kommer att undersöka införandet av separata rapporteringsvägar för indirekta utsläpp av växthusgaser som härrör från inköp av molntjänster och datacentralstjänster i EU:s hållbarhetsstandarder enligt direktivet om företagens hållbarhetsrapportering.
- iii. Kommissionen kommer att skärpa kraven på driftförhållanden för servrar och datalagringsprodukter samt överväga att införa energimärkning för denna produktkategori genom en översyn av förordningarna för ekodesign och energimärkning för de aktuella produkterna
- iv. Kommissionen kommer att främja återanvändning av spillvärme från datacentraler för uppvärmning av bostäder och företagslokaler inom ramen för de reviderade direktiven om energieffektivitet och förnybar energi samt genom vägledning för medlemsstaternas nationella energi- och klimatplaner, för att säkerställa att datacentralerna spelar en positiv roll för de samhällen där verksamheten bedrivs.

⁶⁰ Communication – COM(2022)552, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13141-Digitalising-the-energy-sector-EU-action-plan_en

⁶¹ Staff working document – SWD(2022)341, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13141-Digitalising-the-energy-sector-EU-action-plan_en

- v. Kommissionen har också för avsikt att finansiera forskning och innovation inom system för lagring av den spillvärme som datacentralerna genererar sommartid, så att den kan användas för uppvärmning av hushåll och företag vintertid. För att stödja dessa initiativ kommer kommissionen i slutet av 2022 att inleda en studie om optimering av den övergripande integreringen av datacentraler i energi- och vattensystemen.

Åtgärder kopplat till kryptovalutors energianvändning

Här konstateras att kryptovalutornas energianvändning har ökat kraftigt de senaste åren. Vid användande av blockkedjeteknik är det viktigt att använda de mest energieffektiva versionerna av tekniken, eftersom energianvändningen främst är kopplad till konsensusmekanismen Proof-of-Work. Det förslag till förordning om marknader för kryptotillgångar som kom den 30 juni 2022⁶² innehåller krav på att aktörer på marknaderna för kryptotillgångar ska offentliggöra information om tillgångarnas miljö- och klimatavtryck.

Kommissionen kommer senast 2025 att utarbeta en rapport där man beskriver hur de nya typerna av teknik på marknaden för kryptovalutor påverkar miljön och klimatet. Rapporten kommer också att innehålla en bedömning av politiska åtgärder för att mildra negativ klimatpåverkan av den teknik som används på kryptotillgångsmarknaden, särskilt när det gäller konsensusmekanismer.⁶³

Kommissionen uppmanar också medlemsstaterna att till den kommande vintern genomföra riktade åtgärder för att minska elanvändningen vid brytning av kryptotillgångar. Och på längre sikt, att sätta stopp för skattelättnader som gynnar brytning av kryptotillgångar. Finns behov av fränkoppling av last i elsystemen måste medlemsstaterna också vara redo att stoppa utvinningen av kryptotillgångar.

Kommissionen kommer också att samarbeta internationellt med olika standardiseringsorgan och dra nytta av den tekniska expertis de besitter, för att ta fram en energieffektivitetsmärkning för blockkedjor.

2.5.5 Ekodesign

Ekodesign är ett EU-regelverk som påverkar energianvändningen i digital infrastruktur och digitala system, och har genom åren bidragit till att förbättra energieffektiviteten i ett antal produkter inom EU. Regelverket innehåller både minimikrav på bland annat energiprestanda och funktion samt krav på information till användaren av produkten. Kraven i ekodesign ställs på produkter, medan exempelvis direktivet om energieffektivitet ställer krav på en mer övergripande nivå. Dessa lagstiftningar kompletterar varandra för att främja energieffektivitet.

⁶² Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om marknader för kryptotillgångar, [https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13198-2022-INIT/en/pdf_Digitaliseringen_av_finanssektorn:_overenskommelse_nadd_om_EU-forordning_om_kryptotillgangar_\(MiCA\)](https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13198-2022-INIT/en/pdf_Digitaliseringen_av_finanssektorn:_overenskommelse_nadd_om_EU-forordning_om_kryptotillgangar_(MiCA)) <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/06/30/digital-finance-agreement-reached-on-european-crypto-assets-regulation-mica/>

⁶³ Communication – COM(2022)552, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13141-Digitalising-the-energy-sector-EU-action-plan_en

Ekodesign består av en ramförfordning som sätter allmänna bestämmelser, kompletterat av specifika förordningar för en mängd olika produkter⁶⁴. Som exempel kan nämnas att sedan 1 mars 2020 omfattas servrar och datalagringsprodukter av ekodesignkrav⁶⁵. En förstudie pågår också kring informations- och kommunikationsteknik (IKT)⁶⁶

En följd av att ekodesign-regelverken existerar är att det bidrar till att man har viss kunskap om prestanda och energianvändning i de produkter som finns ute på marknaden. Detta bidrar till att kunna göra bättre bedömningar och uppskattning av energianvändningen i dessa produkter från ett bottom-up perspektiv.

2.5.6 EU Code of Conduct för energieffektiva datacenter

EU Code of Conduct (på svenska uppförandekod) för energieffektiva datacenter har utvecklats som respons på den ökade energianvändningen i datacenter och behovet att minska dess effekter på miljö, ekonomi och trygg energiförsörjning. Syftet är att informera och stimulera aktörer som äger eller driver datacenter till att minska energianvändningen på ett kostnadseffektivt sätt utan att försämra datacentrets funktion. Detta ska uppnås genom att öka förståelsen kring energianvändningen i datacenter och ge rekommendationer kring de bästa metoderna för energieffektivisering. Det är ett frivilligt initiativ, med syfte att sammanföra relevanta aktörer. De som registrerar sig förväntas följa uppförandekodens avsikter och överenskomna åtaganden.⁶⁷

⁶⁴ <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-ar-saljare-eller-tillverkare-av-produkter/produktgrupper-a-o/>

⁶⁵ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2019/424 av den 15 mars 2019 om fastställande av ekodesignkrav för servrar och datalagringsprodukter enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 617/2013.

⁶⁶ <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-ar-saljare-eller-tillverkare-av-produkter/produktgrupper-a-o/produkter/ikt-produkter/> (hämtat 2022-12-23)

⁶⁷ <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/communities/data-centres-code-conduct> (hämtat 2022-01-03)

3 Energianvändningen i datacenter och kryptobrytning i Sverige

I detta kapitel beskrivs resultaten från den bedömning av energianvändningen i datacenter som gjorts av RISE. Bedömningen är att energianvändningen i datacenter i Sverige (kryptobrytning ej inräknat) uppgick till mellan 2,8–3,2 TWh under 2022. Den årliga energianvändningen 2025 bedöms kunna uppgå till mellan 4,0–4,4 TWh. Efter 2025 finns många osäkerheter, men en uppskattning att energianvändningen kommer uppgå till mellan 4,4–5,2 TWh 2030.

När det gäller energianvändningen för utvinning av kryptovalutor bedömer RISE att den nuvarande energianvändningen i Sverige är mellan 1–1,5 TWh och förmodligen närmare 1,5 TWh för år 2022 (inkluderat alla kryptovalutor). Bedömningen för framtiden är att energianvändningen fram till 2025 kommer att vara på en liknande nivå nära 1 TWh per år eller till och med sjunka under 1 TWh.

Genom att addera energianvändningen i datacenter och för utvinning av kryptovaluta beräknas den totala energianvändningen för datacenter inklusive kryptobrytning uppgå till 4,3–4,7 TWh under 2022 och runt 5–5,4 TWh 2025.

Metoderna och resultaten som beskrivs nedan är sammanfattade. För ytterligare detaljer hänvisas till konsultrapporterna *Energianvändning i datacenter och digitala system*⁶⁸ samt *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*⁶⁹.

3.1 Energianvändningen i datacenter

Tillväxten av energianvändningen i datacenter är stark i Sverige. Många hyperscale-datacenteroperatörer etablerar sig i Sverige och det finns en trend att beräkningslaster som tidigare varit belägna i Europa flyttar till Sverige. Sverige har goda förutsättningar att stimulera och attrahera investeringar i datacenter, från både svenska och internationella aktörer. Exempel på fördelar är ett svalt klimat, en väl utbyggd bredbandsinfrastruktur, en pålitlig elförsörjning med historiskt relativt låga elpriser och ett stabilt politiskt klimat.⁷⁰ Sveriges elförsörjning är dessutom nästan helt fossilfri. Framväxten av datacenter i Sverige påverkas alltså av fler faktorer än Sveriges egen digitalisering.

3.1.1 Metod för att bedöma energianvändningen i datacenter

För att göra en bedömning av energianvändningen för datacenter i Sverige har RISE utgått från bedömningen som görs i rapporten *Datacenter i Sverige 2020-2025* som togs fram av Radar Ecosystem Specialists 2020 (Radar-rapporten). Där bedöms elanvändningen i datacenter 2020 och utvecklingen fram till 2025. Detta anses vara den senaste och mest pålitliga källan som beskriver läget för datacenter i Sverige. Bedömningen från Radar-rapporten har sedan jämförts med rapporter som beskriver den globala utvecklingen av datacenter och

⁶⁸ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

⁶⁹ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

⁷⁰ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

kombinerats med intervjuer. Intervjuerna har gjorts med Swedish Data Center Industry Association, Business Sweden, Vattenfall, Nodepole, Finansinspektionen och Skatteverket. Exempel på intervjufrågor var om Radar-rapporten ansågs tillförlitlig, hur utvecklingen av energianvändningen ser ut och hur utvecklingen i Sverige har varit, kommer att vara och om den kommer att likna utvecklingen i resten av Europa. Baserat på detta bedömdes sedan förändringarna i tillväxttakten för energianvändningen för perioderna 2020–2022, 2023–2025 och fram till år 2030. Slutligen beräknades energianvändningen framåt genom att skriva fram energianvändningen baserat på den förväntade tillväxttakten.⁷¹ Från den 1 juli 2023 slopas skattenedsättningen för energiskatt på el som förbrukas i datorhallar⁷². Detta ingår i den helhetsbedömning som gjorts, men ingen särskild kvantitativ bedömning har gjorts av vilken påverkan detta kan få på energianvändningen i datacenter framöver.

RISE har identifierat vissa utmaningar förknippat med att göra bedömningen av energianvändningen i datacenter. Det kan exempelvis finnas svårigheter att kartlägga energianvändningen i småskaliga datacenter, då dessa kan vara placerade i byggnader med annat huvudsyfte och kan vara okända för allmänheten. En annan aspekt är att samla in information från företag, särskilt kommersiellt känslig information, kan vara en utmaning då företagen kan vara ovilliga att dela sådan information, särskilt om det är osäkert vem som kommer att få tillgång till uppgifterna.⁷³

3.1.2 Nuvarande energianvändning i datacenter 2022

Energianvändningen i datacenter i Sverige bedöms vara mellan 2,8–3,2 TWh under år 2022. Detta tar avstamp i Radar-rapporten där elanvändningen bedömdes uppgå till 2,4 TWh år 2020. Notera att bedömningen för 2022 inte inkluderar elanvändningen för brytning av kryptovaluta. Radar-rapporten som siffran hämtas från har dock inte gjort någon skillnad mellan olika typer av användning så utvinningen av kryptovaluta ingick därmed i denna siffra för 2020. Elanvändningen för brytning av kryptovaluta var dock vid denna tidpunkt förhållandevis marginell och bedöms ha uppgått till mellan 0,025–0,04 TWh⁷⁴ per år.

Mellan 2020 och 2022 har det sedan skett ytterligare utveckling av datacentrens energianvändning i Sverige. Utifrån intervjusvaren och kunskapen om nya anläggningar i Sverige bedömer RISE att:

- Mindre datacenter har fortsatt att minska. Stora datacenter (1–10 MW) har ökat något då vissa medelstora datacenter (0,3–1 MW) har vuxit och hamnat i nästa kategori.
- Tre hyperscale-datacenter har tillkommit sedan 2020. Några av de hyperscale-anläggningar som fanns 2020 utnyttjades dock inte fullt ut vid denna tidpunkt och har sedan dess ökat sin elanvändning. Samtidigt är de tre nytillkomna anläggningarna ännu inte fullt utnyttjade.

⁷¹ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system*.

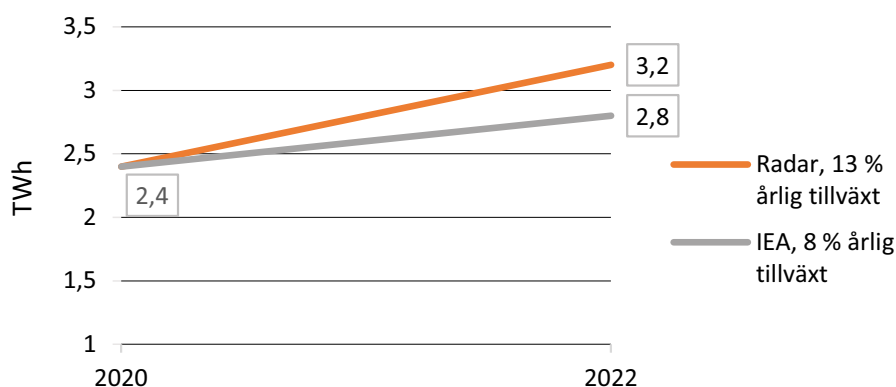
⁷² <https://www.skatteverket.se/foretag/skatterochavdrag/punktskatter/nyheterinompunktskatter/2022/nyheterinompunktskatter/slopadskattenedsattningfordatorhallar.5.1997e70d1848dabbac93896.html> (hämtad 2023-01-18)

⁷³ Utmaningen kring kommersiellt känslig information kan förmodligen minska om uppgifter samlas in inom ramen för den officiella statistiken, där det finns långtgående krav kring att uppgifter från enskilda uppgiftslämnare inte ska röjas.

⁷⁴ 0,025 TWh baseras på en uppskattning av elanvändningen för enbart bitcoin enligt en metod från Cambridge universitet och 0,04 TWh baseras på intervju med Nodepole.

- Tillväxten av nya hyperscale-datacenter i Sverige är större än den genomsnittliga tillväxten av hyperscale-datacenter globalt.
- Alla större lokala moln- och samlokaliseringssleverantörer i Sverige växer med nya internationella kontrakt.

I Figur 6 illustreras bedömningen av utvecklingen mellan 2020 och 2022 med olika antaganden om tillväxttakten.



Figur 6. Bedömningen av energianvändningen i datacenter i Sverige 2022, TWh.

Det nedre intervallet (2,8 TWh) är beräknat baserat på den globala utvecklingstakten enligt IEA (International Energy Agency). IEA uppger en förändring från 200 TWh/år 2015 till 220–320 TWh/år 2021 för den globala energianvändningen i datacenter (exklusive krypto). Detta motsvarar en årlig tillväxttakt på 1,5–8 procent. Den högre siffran på 8 procent har använts i beräkningen, med motiveringen att det har skett en flytt av moln- och HPC (high performance computing) -beräkningslasten från andra delar av Europa, mestadels Tyskland, till Sverige.

Det övre intervallet (3,2 TWh) är beräknat baserat på Radar-rapportens bedömning av utvecklingen fram till 2025, med en genomsnittlig årlig tillväxttakt på 13 procent. Tillväxttakten och utnyttjandegraden varierar dock för olika typer av datacenter, vilket man tagit hänsyn till i beräkningarna.

3.1.3 Framtida energianvändningen till 2025 och 2030

Förutsägelser om energianvändning av datacenter långt in i framtiden är svåra att göra. För det behövs scenariomodellering som inte varit möjligt att genomföra inom den korta tidsramen för uppdraget. Den långsiktiga utvecklingen beror på flera saker så som exempelvis tillgången på energi, utveckling inom policyområdet, lagstiftning om datadelning och användning av ny teknik i samhället som kommer öka efterfrågan på datacenterkapacitet. Även utvecklingen när det gäller effektivisering i elektronik och datacenter och nya tekniker kommer påverka energianvändningen. Dessa olika faktorer kan påverka energianvändningen både uppåt och neråt.

Flera faktorer har hittills bidragit till att begränsa tillväxten i energiefterfrågan från datacenter globalt trots att dataanvändningen har ökat. Det är t.ex effektivitetsförbättringar i datorerna och att molnlösningar bidragit till effektivare resursanvändning. Dessa förbättringar förväntas dock plana ut efter 2025, vilket kan resultera i en ökad energianvändning. Dock kan det också dämpa den ökade efterfrågan på datacenterberäkningar. Om man ser till Sverige kan kraven på energieffektivitet och användning av förnybar energi för datacenter bidra till att Sverige framöver blir en intressant plats att flytta beräkningslast till.⁷⁵

RISE uppskattar, baserat på intervjuerna och kunskapen om nya anläggningar i Sverige, att det är rimligt att räkna med halva den tillväxttakt som använts i Radar-rapporten för åren 2022–2025, dvs en fortsatt relativt hög tillväxttakt under dessa år. Utnyttjandegraden per datacenterkategori i Radar-rapporten antas fortfarande att vara samma fram till år 2025. Då blir energianvändningen i Sverige år 2025 mellan 4,0–4,4 TWh per år. Det innebär en ökning med omkring 75 procent sedan 2020.

Det är ännu svårare att förutse vad som kommer att hända efter 2025. En försiktig förutsägelse är att Sverige kommer ha en utvecklingstakt som mer liknar resten av Europa eftersom många av de hyperscale-datacenter vi väntar oss redan då kommer vara etablerade. RISE har då dragit slutsatsen att tillväxten enligt Radar-rapporten är orealistisk bortom 2022. En genomsnittlig årlig tillväxttakt på 2,0–3,4 procent har därför använts för tidsperioden 2025–2030, som kommer att ta oss till 4,4–5,2 TWh per år 2030. Det innebär en fördubbling av energianvändningen jämfört med 2020. RISE har sammanfattat olika bedömningar som gjorts kring framtidens energianvändning i datacenter, se Tabell 3.

Tabell 3. Jämförelse mellan olika beräkningar av framtidens energianvändning i datacenter i Sverige.

	Genomsnittlig tillväxttakt	Energianvändning (TWh)			
	%	2020	2022	2025	2030
Radar (Sverige)	13	2,4	3,2	5,7	22,0
IEA Global hög	8	2,4	2,8	3,5	5,2
IEA Global låg	1,5	2,4	2,5	2,6	2,8
EU genomsnittlig	2	-	3,0	3,2	3,5
Malmodin Global	3,4	-	3,0	3,3	3,9
RISE (Sverige)	13/8/2-3,4 ¹	2,4	2,8–3,2	4,0–4,4	4,4–5,2

1. 13 % ökning till 2022 (för övre gränsvärdet), 8 % ökningstakt till 2025 och 2-3,4% ökningstakt till 2030.

3.2 Energianvändningen för utvinning av kryptovaluta

3.2.1 Metod för att bedöma energianvändningen för utvinning av kryptovaluta

Kryptovalutautvinningsindustrin utvecklas snabbt, därför behövs flexibilitet i teknikerna för att beskriva, analysera och förutse dess utveckling. Det finns ett flertal teoretiskt möjliga metoder för att bedöma energiåtgången för utvinning av kryptovaluta, eller i alla fall ge en indikation på den energi som används, vilka beskrivs närmare i rapporten⁷⁶ som RISE tagit fram.

⁷⁵ RISE, 2023. *Energianvändning i datacenter och digitala system.*

⁷⁶ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

RISE har identifierat vissa utmaningar förknippat med att göra bedömningen av energianvändningen i kryptovaluta. En aspekt är att det kan vara svårt att kartlägga energianvändningen för småskaliga kryptovalutautvinnare då dessa kan vara okända för allmänheten. Att samla in information från företag, särskilt kommersiellt känslig information, kan också vara en utmaning.

Som metod har RISE utgått från tidigare gjorda bedömningar i form av data från Cambridge University⁷⁷. Detta jämfördes sedan med globala rapporter och intervjuer, för att slutligen göra en samlad bedömning av totala energiåtgången för brytning av kryptovaluta i Sverige 2022 samt en bedömning av utvecklingen framåt. Intervjuerna har gjorts med Swedish Data Center Industry Association, Business Sweden, Vattenfall, Nodepole, Finansinspektionen och Skatteverket.

Cambridge-metoden gör en uppskattning av den totala elanvändningen för bitcoin, samt en regional uppdelning för hur stor andel av brytningen som sker i olika länder. De beräknar även vilka utsläpp verksamheten sannolikt medför. Genom att kombinera den genomsnittliga globala energianvändningen per månad med den svenska andelen är det möjligt att beräkna den svenska elanvändningen för utvinning av kryptovaluta per månad. Cambridge kan betraktas som en oberoende och pålitlig källa. Metoden är dock beroende av utvinningspoolernas anonymiserade data och några antaganden i beräkningen. Dessutom finns det risk för felaktiga geografiska data på grund av VPN-trafik/omdirigerad trafik.

Intervjun med Nodepole var den som gav mest i avseendet att bedöma energianvändningen för kryptovaluta. Nodepole är ett bolag, ägt av Vattenfall och Skellefteå Kraft, som erbjuder stöd för platsval för energiintensiva industrier i hela Sverige. De har varit involverade i alla större etableringar av datacenter, batterifabriker, ståltillverkningsfabriker samt utvinningsanläggningar för kryptovaluta. Nodepole har under våren 2022 gjort intervjuer med huvudintressenter inom kryptovalutaindustrin i Sverige, det vill säga utvinningsbolag och tjänsteföretag för utvinningsbolag från alla delar av Sverige. Fokus har legat på nuvarande energianvändning.

3.2.2 Nuvarande energianvändning för utvinning av kryptovaluta 2022

Energianvändning för utvinning av kryptovaluta bedöms av RISE vara mellan 1–1,5 TWh och förmodligen närmare 1,5 TWh för år 2022.

Före den 15 september 2022 var det framför allt kryptovalutorna Bitcoin och Ethereum som i praktiken drev en hög elanvändning. Efter detta datum använder Ethereum konsensusmetoden Proof-of-Stake, vilket innebär betydligt lägre elanvändning (minskad med 99,95 procent). Därför är det bara elanvändningen från bitcoin-utvinning och andra Proof-of-Work-baserade kryptovalutor som nu behöver bedömas.

Bitcoin-nätverkets energianvändning är en funktion av några inbördes relaterade faktorer (av vilka några beror på det förändrade priset på bitcoin):

1. Specifikationer för utvinningshårdvara, särskilt strömförbrukning och hashrate.
2. Nätverks-hashrate, den kombinerade hastigheten med vilken alla utvinnare i nätverket samtidigt gissar lösningar på matematikproblemet.

⁷⁷ <https://ccaf.io/cbeci/index>

3. Svårighetsgraden att lösa det matematiska problemet, som justeras beroende på nätverkets hashrate för att bibehålla mål hastigheten på ett block var 10:e minut.
4. Energianvändning från omkringliggande stödutrustning, såsom kyla, ström och belysning.

Det stigande priset på Bitcoin, särskilt när det steg till rekordnivåer i december 2017, drev på enorma ökningar av hashrate och svårighetsgrad, och även utvecklingen och distributionen av kraftfullare och energieffektivare utvinningshårdvara.

I oktober 2022 var den globala bitcoinutvinnings energianvändning Year-To-Date (YTD) nere på 85 TWh/år. Nedgången började i juli och korrelerar väl med värdeminskningen för Bitcoin-valutan. Senare data visar att energianvändningen och hashraten tog fart igen till nära YTD 100 TWh/år globalt sett. Anledningen till denna ökning är okänd men en bidragande orsak kan vara Ethereum-hårdvaran som frigjordes i september vid bytet till Proof-of-stake kan ha kommit till användning vid utvinning av andra kryptovalutor

För Sverige var andelarna av den globala bitcoin-energianvändningen 1,16 procent i augusti 2021 och 0,84 procent i januari 2022 enligt Cambridge-metoden. Det är en betydligt högre siffra jämfört med bara något år innan då Sveriges andel uppgick till 0,1 procent av den totala globala energianvändningen före och under våren 2020. Hösten 2020 började andelen ta fart och gick över 0,2 procent. Den genomsnittliga globala energianvändningen i augusti 2021 var 86 TWh per år och i januari 2022 var den 124 TWh per år. Detta innebär en genomsnittlig energianvändning i Sverige på 0,996 TWh per år i augusti 2021 och 1,05 TWh per år i januari 2022.⁷⁸

Resultaten från intervjun med Nodepole, som i sin tur har intervjuat kryptovaluta-intressenter under våren 2022, visade att ett fåtal kryptovalutaaktörer försöker utöka sin verksamhet i Sverige och att ett fåtal har lämnat på grund av förändringar i momsbeskattningen. Totalt uppskattar Nodepole en märkeffekt på 200 MW för den totala infrastrukturen för utvinning av kryptovaluta i Sverige. Utnyttjandegraden är mycket hög nära 100 procent och kan förväntas vara minst 90 procent. Energianvändningen är då 1,5 TWh per år för all kryptovalutainfrastruktur i Sverige. GPU-hårdvaran som användes för utvinning av Ethereum innan ändringen till Proof-of-Stake används i de allra flesta fall fortfarande för andra Proof-of-Work-baserade kryptovalutor.

RISE bedömer att data från Cambridge University och Nodepole är tillförlitliga och energianvändningen för utvinning av kryptovaluta i Sverige har varit ungefär oförändrad sedan 2021 till slutet av 2022. Under våren 2022 dominerade energianvändningen från brytning av bitcoin och Ethereum. Under hösten 2022 har annan Proof-of-Work och bitcoin-utvinning tagit fart i Sverige i stället för utvinning av Ethereum när den bytte metod till Proof-of-Stake. År-till-år-nivån (YTY) för energianvändning bedöms vara mellan 1–1,5 TWh och förmodligen närmare 1,5 TWh eftersom Cambridge-data visar ett genomsnitt på cirka 1 TWh enbart för bitcoin. Energianvändningen för kryptovalutor är alltså hälften så stor som energianvändningen i övriga datacenter i Sverige 2022 som bedömts uppgå till 2,8–3,2 TWh (exklusive brytning av kryptovaluta).

⁷⁸ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta*.

3.2.3 Framtida energianvändningen för utvinning av kryptovaluta

RISE bedömer också att på grund av förändringarna i skattereglerna i Sverige, den ekonomiska nedgången, kryptovalutans värdefall, övergången till Proof-of-Stake-metoder och det begränsade antalet platser som är tillgängliga för kryptovalutautvinningsaktörer i Sverige, så kommer energianvändningen för kryptovalutautvinning i Sverige förbli på en liknande nivå nära 1 TWh per år eller till och med sjunka under 1 TWh till år 2025 om inga dramatiska förändringar inträffar. De höga energipriserna begränsar för närvarande också utvecklingen och kan ytterligare pressa utvinningsverksamheten ytterligare under 1 TWh.

Många samhällen i Sverige är negativa till nya etableringar av kryptovalutautvinning, vilket kommer att påverka intresset från framtida nya investerare. Framtiden på ännu längre sikt efter 2025 för utvinning av kryptovaluta baserat på Proof-of-Work är okänd och beror mycket på lagstiftning, energipriser, valutavärdering och den globala ekonomin.

4 Statistik och metoder för att följa energianvändningen inom digital infrastruktur

Energimyndigheten är statistikansvarig myndighet för den officiella energistatistiken inom områdena tillförsel och användning av energi, energibalanser samt prisutveckling inom energiområdet. Eventuellt kommer vi också framöver få ett utökat ansvar med det nya statistikområdet infrastruktur inom energi⁷⁹.

I detta kapitel ger vi en översyn av befintlig statistik och hur den eventuellt kan användas eller modifieras för att mäta energianvändningen av digital infrastruktur och digitala system. Enligt detta regeringsuppdrag ska vi också titta på hur energianvändningen för digital infrastruktur och digitala system och dess utveckling kan ingå i myndighetens ansvar för officiell energistatistik. I kapitel 4.1 samt 4.2 beskrivs framtagandet och definition av officiell statistik. Efter detta följer genomgång av den befintliga energistatistiken och förutsättningar för att samla in ny statistik i kapitel 4.3-4.5. Kapitel 4.6 är ett nedslag i Energimyndighetens egen digitala energianvändning för att exemplifiera mätproblem och möjligheter. Samlade rekommendationer sammanfattas slutligen i kapitel 4.7.

4.1 Framtagande av ny statistik

Ordet statistik har två betydelser. Statistik är datauppgifter som beskriver en sak, en företeelse eller en verksamhet. Statistik är också metoder för att samla in, bearbeta och analysera material. När ny statistik ska tas fram behöver vi beakta båda betydelserna. Av detta följer att vi behöver börja med att fastställa vad det är vi försöker beskriva och vilka behov det finns av statistiken, för att i nästa steg ta fram statistiska metoder för att samla in och bearbeta data. Sista steget är att genomföra själva insamlingen och skapa statistiken.

Statistik kan tas fram inom det officiella statistiksystemet med dess tillhörande lagar och förordningar eller utanför utan styrningen från dessa. Oavsett angreppssätt så är det viktigt med kvalitét och beskrivningar vad det är för företeelse vi försöker beskriva i siffror.

Det finns tre vägar framåt för att utveckla statistik om energianvändningen i digital infrastruktur:

1. Statistiken kan ingå i **befintlig statistikprodukt**
2. Skapa en **ny statistikprodukt** inom ramen för den officiella statistiken
3. Statistiken kan tas fram som **icke-officiell statistik**

⁷⁹ <https://www.regeringen.se/remisser/2022/04/remiss-av-statistiska-centralbyrans-hemstallan-om-andring-i-forordningen-2001100-om-den-officiella-statistiken/>

4.2 Officiella statistiken

Statistik som tas fram inom ramen för det officiella statistiksystemet ska följa Lagen (2001:99) om den officiella statistiken. I denna lag anges att ändamålen med den officiella statistiken är att den finns till för:

- allmän information
- utredningsverksamhet, och
- forskning

Statistikansvariga myndigheter som har särskilda enheter där man gör officiell statistik kan även producera annan statlig statistik. Om myndigheten gör detta behöver dock statistiken ändå följa de lagar och förordningar som tillhör den officiella statistiken.

Officiell statistik ska vidare enligt lagen vara objektiv och allmänt tillgänglig. I förarbetet till lagen framhölls att vetenskapliga metoder ska användas som garanterar kvalitén på statistiken. Därav finns det omnämnt kvalitetskriterier så som relevans, noggrannhet, aktualitet, punktlighet, tillgänglighet och tydlighet, jämförbarhet och samstämmighet.

Förordning (2001:100) om den officiella statistiken anger vad som är officiell statistik och pekar ut Energimyndigheten som ansvarig för ämnesområdena tillförsel och användning av energi, prisutveckling inom energiområdet och energibalanser. Enligt förordningen är det varje statistikansvarigmyndighet som beslutar om statistikens innehåll och omfattning inom sitt statistikområde om inte något annat följer av ett särskilt beslut av regeringen. Dock ska myndigheten dokumentera och kvalitetsdeklarera den officiella statistiken. Kvalitetsdeklareringen innebär att man redovisar hur man uppfyller ovan nämnda kvalitetskriterier till statistik användarna. Förordningen ger också stöd i att meddela föreskrifter inom sitt verksamhetsområde.

Officiell statistik omgärdas också av skyldigheter kring publicering. Statistikansvariga myndigheter ska utan avgift offentliggöra och hålla den officiella statistiken allmänt tillgänglig i elektronisk form. Statistiklagen har krav att man publicerar en kvalitetsdeklaration samtidigt som man publicerar statistiken. Denna kvalitetsdeklarations utformning regleras i föreskriften SCB-FS 2002:16. SCBs föreskrift SCB-FS 2020:16⁸⁰ ger, utöver direktiv om kvalitetsdeklarationen, tydliga krav på hanteringen av officiell statistik där ett exempel är att statistiken ska publiceras så snart den är framställd och ett allmänt råd är att den ska offentliggöras för alla statistik användare samtidigt. Rutinen vi har idag är att publicera en publiceringskalender så att alla användare kan se när statistiken släpps. Vi publicerar sedan statistiken på angivet datum kl. 8.30. Ingen analys görs i samband med publicering av statistiken utan statistiken presenteras objektivt på Energimyndighetens webbplats eller på SCBs webbplats.

Den data som samlas in i det officiella statistiksystemet omgärdas av absolut sekretess enligt Offentlighet och sekretesslagen, 24 kap 8 §. Detta innebär att uppgifter som kan härledas till en enskild inte får lämnas ut utanför statistiksystemet. Uppgifter som behövs för forsknings- eller statistikändamål och uppgift som inte kan härledas till den enskilde får dock lämnas ut, om det står klart att uppgiften kan röjas utan att den enskilde eller någon närstående till denne lider skada eller men.

⁸⁰ Föreskriften ses över och en reviderad föreskrift beräknas träda i kraft 1 januari 2024.

Vid framtagning av statistik är det bra att tänka efter före man framställer statistiken. Det finns mycket att vinna om man har tydliga dialoger om tex användarbehovet, tänkta tabeller och variabler och val av datainsamlingsmetoder. En genomtänkt utformning kan ha stor betydelse för kvalitet och kostnader. Vid val av datainsamlingsmetoder ska register användas i första hand för att minska uppgiftslämnarbördan och i andra hand inhämta uppgifter direkt från en uppgiftslämnare. Hämtar man information från en uppgiftslämnare kan man välja att göra en totalundersökning då man frågar alla som berörs, eller en urvalsundersökning där man frågar endast en grupp som får representera alla som berörs. Det viktigaste vid alla val är dock att:

- Kvaliteten blir tillräcklig för den avsedda användningen (en eller flera).
- Genomförandet sker inom budget och är kostnadseffektiv (långsiktigt).
- Hänsyn tas till att hålla nere bördan för uppgiftslämnaren.

I det svenska statistiksystemet beskrivs statistikprodukternas kvalitet med nedanstående fem huvudkomponenter⁸¹:

Relevans

Detta är ett mått på hur hög grad statistiken tillgodoser användarnas behov. Presenterar statistiken siffror som är relevant för den företeelse, sak eller verksamheten som statistik-användaren vill följa?

Tillförlitlighet

Detta är ett mått på osäkerheten i ett helhetsperspektiv men också i olika delar i statistik-framställningen.

Aktualitet och punktlighet

Detta är en beskrivning hur fort man kan framställa statistiken från det att händelsen eller företeelsen har inträffat och hur snabbt statistiken kan publiceras efter att den tagits fram.

Tillgänglighet och tydlighet

Detta är en beskrivning hur statistik användarna kan få tillgång till statistiken både som vana och ovana statistik användare. Tydligheten avspeglar hur enkelt man kan tolka statistiken.

Jämförbarhet och sam användbarhet

Jämförbarhet är en beskrivning om hur bra man kan jämföra bakåt i tiden eller med olika geografiska områden eller annan liknande statistik. Samanvändbarhet är ett mått på i vilken utsträckning uppgifterna kan kombineras på olika sätt och för olika ändamål.

Ett verktyg för jämförbarhet inom det statistiska systemet är en standard för bransch-indelning kallad SNI (Svensknäringsgren indelning). SNI ingår i ett internationellt system av ekonomiska klassifikationer och utgår från EU:s näringsgrensstandard NACE. Den gällande versionen av SNI benämns SNI 2007, medan motsvarande EU-version

⁸¹ Lag (2001:99) om den officiella statistiken

heter NACE Rev. 2. Statistik som produceras utifrån NACE är jämförbar på europeisk nivå och delvis även på internationell nivå. Användandet av NACE är obligatoriskt inom det europeisk-statistiska systemet. Den nationella versionen fastställs av SCB:s generaldirektör och godkänns av EU enligt den förordning som finns för NACE. SNI och NACE är helt identiska på de fyra första nivåerna avdelning, huvudgrupp, grupp och undergrupp. Därutöver har SNI en femte nivå, som är en svensk tilläggsnivå.⁸²

All statistik innehåller osäkerheter varpå statistiken ska ses som en beskrivning av en sak, en företeelse eller en verksamhet. Därmed behöver man väga in de olika kvalitetskomponenterna tillsammans med syfte och kostnad för att hitta en bra avvägning av utformningen av en statistisk undersökning.

4.3 Befintlig officiell energistatistik

Energimyndighetens befintliga energistatistik är uppbyggd kring och mäts utifrån antingen leveranser av energi, användning eller omvandling (användning där en befintlig råvara förädlas). En förståelse av de tre delarna är av vikt för att förstå vilka problem som kan uppkomma när det kommer till att mäta digital infrastruktur utifrån befintlig statistik och metoder.

Leveranser mäts inom energistatistiken och finns till exempel inom statistikprodukten Månatlig elstatistik och byten av elleverantör⁸³ som redovisar elleveranser per SNI. Detta ger en god uppfattning om vem som använder elen, men ger ingen information om vad elen används till i detalj, exempelvis hur mycket el som går åt till olika moment inom industriella processer eller hur elanvändningen är fördelad mellan olika typer av elanvändning i lokaler såsom belysning, uppvärmning, elektronikmed mera.

Med **användning** menas i detta fall redovisning av användningen av diverse energivaror. Ett exempel på detta är statistikprodukten Industrins Energianvändning⁸⁴. Där samlas det in vilka mängder av olika energivaror som används (t.ex. mängden diesel, olja, bio-bränsle eller el) men inte vad respektive energivaror används till inom exempelvis olika processer.

Om man även ska samla in uppgifter som spårar vad energivaran **omvandlas** till ökar komplexiteten i statistiken markant. Det finns idag ett fåtal statistikundersökningar som spårar energianvändningen på detta sätt och de är väldigt komplexa. De har en tydligt avgränsad målgrupp och också en specialdesignad undersökning/blankett. En undersökning som spårar vad något används till måste till stor del ha sektorsspecifika kategorier för att redovisa energianvändningen. Ett exempel på statistik som beskriver omvandling är statistikprodukten Månatlig bränsle- gas- och lagerstatistik⁸⁵ som följer raffinaderiprocesser på en detaljerad nivå. Denna statistik är då tydlig i sin avgränsning på så vis att undersökningen endast undersöker företag på petroleummarknaden och de processer som används där. Samtidigt som den presenterar vad som levereras ut på svensk marknad.

⁸² <https://www.scb.se/dokumentation/klassifikationer-och-standarder/standard-for-svensk-naringsgrensindelning-sni/>

⁸³ <https://www.scb.se/EN0108>

⁸⁴ <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/industrins-energianvandning/>

⁸⁵ <https://www.scb.se/en0107>

En genomgång har genomförts av vilka produkter inom den officiella energistatistiken som har anknytning till elanvändning. Dessa presenteras i Tabell 4. Genomgången har genomförts genom granskning av dokumenten Kvalitetsdeklarationer och Statistikens framställning för varje enskild produkt.

Tabell 4. Befintliga statistikprodukter inom den officiella energistatistiken med koppling till elanvändning

Undersökning	Sektor	Målpopulation	Variabler	Periodicitet
Energianvändning inom fiskesektorn	Fiskesektorn	Delmängd av fisklicensinnehavare	Energianvändning per bränsle	Årlig
Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler	Ägare av fastigheten	Småhus, flerbostadshus, lokaler	Energianvändning, uppvärmningssätt, area	Årlig
Industrins energianvändning	Industrin	Tillverknings- och mineralindustri	Användning per bränsle	Årlig
Kvartalsvis bränslestatistik	Industrin	Tillverknings- och mineralindustri, energisektorn	Användning per bränsle	Kvartalsvis
Månatlig elstatistik	Flera	Användare, producenter och distributörer av el	Elanvändning per SNI, produktion	Månadsvis
Elpriser och avtal	Flera	Administrativa källor och distributörer av el	Genomsnittliga och erbjudna priser	Månatligen och halvår
Årlig energistatistik (el, gas och fjärrvärme)	Energisektorn	överföring av el, elproduktion, värmeproduktion, fjärrkylproduktion och fjärrvärmedistribution	Produktion, elanvändning per SNI	Årlig
Transportsektorns energianvändning	Transportsektorn	Sammanställning från flera undersökningar, transportsektorn	Energianvändning	Årlig
Industrins energianvändning i småföretag	Industrin	Tillverknings- och mineralindustri (mindre företag)	Förbrukning per bränsle	Intermittent (utförs inte varje år)

En slutsats av kartläggningen är att ingen av de officiella produkterna i dagsläget kan svara på vilken energianvändning som går till digital infrastruktur. Antingen har de en begränsad målgrupp, mäter andra saker eller har inte en tillräcklig detaljeringsgrad där det ofta är en kombination av dessa faktorer.

Årlig energistatistik är den undersökning som ligger närmast att svara på elanvändning från digital infrastruktur. En nackdel är dock att den inte har tillräckligt hög detaljeringsgrad, då den endast går ner till tresiffrig SNI, så kallad grupp-nivå. Utöver officiella statistiken finns även administrativa register som till exempel hos Svenska Kraftnät som har elanvändning per elområde och hos Energimarknadsinspektionen som har elanvändning på mätpunktsnivå med SNI-kod.

4.4 Att mäta digitalinfrastruktur

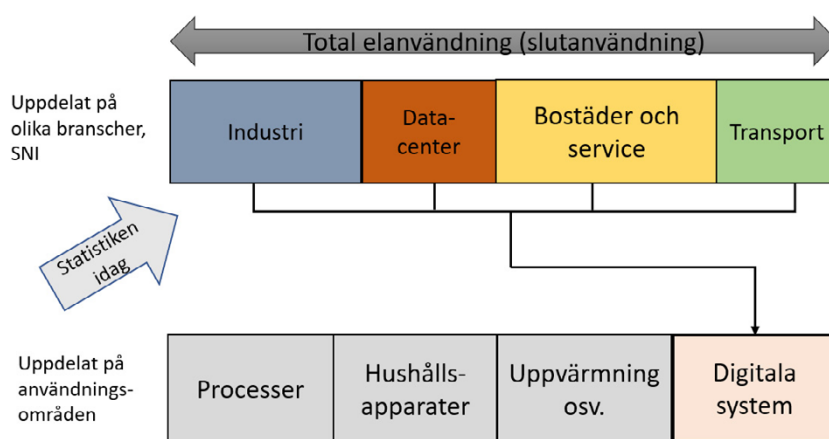
Den digitala infrastrukturen kan definieras på olika sätt beroende på vilken aspekt man är intresserad av att titta på. Olika definitioner medför att man behöver mäta olika saker och därmed kan det variera vilka metoder som passar bäst. Tillvägagångssättet för att fånga energianvändningen inom digitala infrastrukturen genom statistik beror alltså på vilken del vi är ute efter att beskriva. Begreppet digital infrastruktur, och i synnerhet begreppet datacenter diskuteras under vintern 2022–2023 i olika förhandlingar på EU nivå om vilka definitioner och eventuellt vilka krav som kommer ställas på medlemsstaterna, se mer om pågående arbete på EU-nivå i kapitel 2.5. När det gäller just datacenter kan de ur ett statistikperspektiv delas upp i två kategorier:

- Datacenter som har detta som sin huvudsakliga verksamhet och därmed passar in någonstans i den befintliga SNI-klassificeringen.
- Interna datacenter som kan tillhöra vilken bransch som helst.

Energianvändningen för den första kategorin datacenter kan redan idag delvis fångas upp inom den redan befintliga statistiken genom SNI- fördelning av elanvändning, givet att detaljeringsgraden på SNI är tillräcklig.

När datacentren ingår som en del i en annan huvudsaklig bransch är det svårare att fånga upp eller fördela denna elanvändning. Den interna energianvändningen i datacenter, eller för den delen all digital infrastruktur och digitala system, förekommer som en del av den totala elanvändningen hos i princip alla användare och denna användning mäts inte separat. Samma problem förekommer även i andra sammanhang där man vill veta en separat del av elanvändningen. Det skulle kunna vara exempelvis hur mycket el som används i Sveriges alla kylskåp, värmepumpar, elbilar, eller något annat. För att ta reda på det behöver man ofta ta sig an det från en annan synvinkel där man beräknar det på annat sätt. Det kan vara genom modellberäkningar, eller att man gör faktiska mätningar eller uppskattningar i detalj på en mindre grupp som sedan kan antas gälla i ett nationellt perspektiv.

Användningen av digitala system finns i alla sektorer i samhället och utgör olika stor andel av dess energianvändning. En förenklad skiss som illustrerar detta visas i Figur 7.



Figur 7. Schematisk skiss över olika skärningar inom statistiken för elanvändning, antingen uppdelat per bransch eller uppdelat per användningsområde. Observera att kategorierna inte är heltäckande och storleken på boxarna inte direkt avspeglar energimängderna i statistiken.

Ett exempel på fördelning av elanvändning per användare är den undersökning Energi-myndigheten genomförde åren 2005 till 2010 i projektet kallad Statistik i lokaler⁸⁶ (STIL2). Olika kategorier av lokaler undersöktes stegvis år för år, totalt ca 1 000 lokaler, med speciellt fokus på elanvändningen fördelat på olika användningsområden. Under 2023 planeras att genomföra förnyade mätningar med ett projekt kallat STIL 3 där ett första nedslag är inom kategorin kontorslokaler, för att sedan utökas till fler typer av lokaler efterföljande år. I STIL 3 kommer energianvändningen mätas både genom besiktning, följt av en genomgång av elräkningen samt genom utplacerade mätare i lokalerna för att mer precist kunna få en fördelning av vad elen används till. Denna information från ett mindre antal i detalj undersökta lokaler kan sedan användas för att göra uppskattningar kring vad elen används till på nationell nivå. Projekt likt STIL 3 behövs för att få en förståelse för vad elen används till när det gäller interna datacenter, men liknande projekt behöver i så fall genomföras för fler användningssektorer än lokaler som undersöks i STIL.

4.5 Andra metoder och utveckling

Att mäta digitalinfrastruktur kan ske på olika sätt. Hittills har det redovisats hur energistatistiken idag arbetar i generella termer. Detta följt av en översikt av särskilda svårigheter gällande mätande av digital infrastruktur. Fokuset har i huvudsak varit på energianvändning inom digital infrastruktur gällande datacenter. En annan aspekt av den digitala infrastrukturen är kryptovalutor och dess energianvändning. I en konsultrapport⁸⁷ beskrivs ett antal olika metodspår som skulle kunna användas för att bedöma energianvändningen för brytning av kryptovaluta. Några av dessa metoder är även relevanta för att få förståelse av mätproblemen när det kommer till digital infrastruktur. Två av dessa presenteras Tabell 5.

Tabell 5. Urval av metodspår som skulle kunna användas för att bedöma energianvändningen för brytning av kryptovaluta.

Nr	Metodnamn	Beskrivning
1	Ökade transparenskrav i eldistributionsledet	När elbolagen säljer el till datacenter skulle det kunna införas ytterligare transparenskrav kring vilken typ av verksamhet i datacentren som kommer bedrivas. En uppdelning i olika kategorier, inte enbart för att analysera kryptobrytning. Exempelvis rapportering på el använd för transmission, belysning, serverdrift, kylning och övrigt. Men även vilken verksamhet, dvs syftet med servermiljöerna i kategorier som datalagring, beräkningar, applikationsservers, kryptobrytning.
2	Ökade transparenskrav för datacenter	Krav på datacenter att kunna redovisa vilken typ av verksamhet deras kunder bedriver i datacentren.

Båda dessa metoder har som bärande punkt att öka transparensen antingen kring eldistributionen till datacenter eller i energianvändningen i datacenter. Båda metoderna visar på den svårighet som präglar området digital infrastruktur, och syftar till att kunna fördela elanvändningen mellan olika kategorier inom en organisation. På så sätt visar dessa

⁸⁶ <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/statistik-i-lokaler-stil2/>

⁸⁷ RISE, 2023. *Energianvändning för utvinning av kryptovaluta.*

metoder också det som genomgången av den befintliga officiella statistiken och kapitlet att mäta digital infrastruktur visar, nämligen att fördelningen av elanvändning hos en elanvändare är komplext.

Komplexiteten uppkommer inte för att statistiken är komplex metodmässigt, utan snarare på grund av svårigheten för respondenterna att svara. En bra tumregel kring statistik är att informationen som efterfrågas bör vara relativt enkel att ta fram. Ett annat sätt att uttrycka det är att frågor ställda som inte korresponderar med vad som finns i uppgiftslämnarnas olika system ofta leder till kvalitativa brister i insamlad data vilket även syns i framtagen statistik.

En möjlighet för bättre fördelning av statistiken på SNI går att uppnå genom att öka antal siffror i SNI-koden. I de flesta fall räcker en 4-siffrig SNI, men det går att finfördela det ytterligare med en 5:e siffra. Näringsgrenen blir i fallet med ett 5-siffrigt SNI mer renodlad per bransch och detta kan ge en förfinad uppdelning i statistiken som gör det lättare att identifiera datacenter. Ett SNI som inkluderar en femte siffra talar om ekonomisk aktivitet på vad man har omsättning i huvudsak, här gäller 51 procent regeln för klassificering av företag efter huvudsaklig bransch.

4.6 Exempel – Energimyndighetens digitala energianvändning

Som en fallstudie har vi översiktligt undersökt möjligheten att bedöma myndighetens egen digitala energianvändning och vilka svårigheter som finns förknippat med att bedöma detta.

Energimyndigheten köper in tjänster för att driva de digitala system som myndigheten använder. Dessa består i dagsläget i huvudsak av två delar:

1. Molntjänster, som levererar exempelvis program för digitala möten, mail- och kalenderhantering. Dessa utgör ungefär hälften av myndighetens digitala system.
2. Dedikerad hårdvara, där serverna endast används av myndigheten men ägs och drivs av ett anlitat företag. Här körs myndighetens egna system för t.ex ärendehantering, tidsrapportering osv. Samma företag ansvarar även för den digitala infrastrukturen i våra lokaler i form av trådlösa nätverk, skrivare osv.

För molntjänsterna är det idag svårt att ta reda på hur mycket energi som används för myndighetens räkning, vi vet inte detta i dagsläget och inte heller var dessa tjänster är belägna (mer än att det är inom EU).

För den andra kategorin med dedikerad hårdvara har det varit möjligt att få en uppskattning från leverantören hur effektanvändningen är fördelad mellan olika kategorier, se Tabell 6:

Tabell 6. Procentuell fördelning av effektanvändningen mellan några olika kategorier av digitala system som hanteras av en av Energimyndighetens leverantörer.

Kategori	Andel
Server	25%
Kommunikation	52%
Backup	10%
Lagring	8%
Larm, övervakning	5%

Med server avses energiåtgång för de beräkningar som görs på datorerna i datahallen. Med kommunikation menas de system som krävs för att skicka data, exempelvis routrar, switchar, accesspunkter. Med backup menas säkerhetskopior av filer medan lagring omfattar de filer vi jobbar med i vardagen. Larm och övervakning omfattar larm- och övervakningssystem både på myndigheten och vid serverna.

Det finns alltså i dagsläget inget enkelt sätt att kvantifiera myndighetens totala digitala energianvändning. För att få en ännu bättre bild av den energianvändning som sker i de datacenter och servrar vi använder skulle krav förmodligen behöva ställas redan i upphandlingen av dessa tjänster att leverantören ska tillhandahålla denna typ av information.

Ytterligare en aspekt är att fånga in den digitala energianvändning som sker när medarbetare jobbar på distans. För att göra en bedömning av detta behöver man förmodligen räkna ”från andra hållet” mer ur ett bottom up perspektiv och exempelvis utgå ifrån schabloniserade uppgifter om elanvändningen per anställd, per digitalt möte, eller liknande.

Detta ska ses just som ett exempel, eftersom upplägget kring den digitala infrastrukturen kan se olika ut hos olika organisationer. Allt ifrån att man endast använder sina egna servrar inom den egna byggnaden, till att man endast använder sig av molntjänster.

Med tanke på svårigheten för Energimyndigheten att kvantifiera sin egen digitala energianvändning, kan man tänka sig att det kan vara ytterligare stora svårigheter förknippat med att samla in denna typ av uppgifter i en statistisk undersökning.

4.7 Rekommendationer

Initialt rekommenderas det att avvakta det arbete som sker på EU-nivå gällande definitioner och direktiv. Under 2023 kommer det reviderade direktivet om energieffektivitet beslutas med nya rapporteringskrav för datacenter. Den senaste indikationen när det gäller rapportering inom det europeiska statistiksystemet är att ett fortsatt arbete även här kommer ske på EU-nivå under 2023 med ett framtaget förslag på rapportering framåt hösten 2023. Detta bör bevakas då informationen är viktig för hur arbetet ska tas vidare framåt på nationell nivå. Denna information bör sedan användas för att påbörja eventuell planering av nya statistikprodukter alternativt modifiera befintliga. Detta då 31 mars 2026 ska statistiken som efterfrågas kring digital infrastruktur vara redo att skickas in för referensåret 2024.

När det är fastslaget vilka definitioner som gäller och vilka datacenter som kommer omfattas kan nästa steg i arbetet påbörjas. Givet de register och den statistik som idag finns på området kan det fortsatta arbetet behöva delas upp i två delar beroende på om datacenter har detta som sin huvudsakliga verksamhet eller om det är ett internt datacenter som utgör en del av en annan huvudsaklig verksamhet. Huruvida kryptobrytning ska ingå i mätning av digital infrastruktur är oklart och frågan bör bevakas.

De datacenter som har datacenterverksamhet som sin huvudsakliga verksamhet, dvs att tillhandahålla tjänster åt annan part, kan identifieras och mätas med hjälp av SNI-klassificering inom energistatistiken. Huruvida detta kan användas beror på om denna typ av fördelning svarar mot de definitioner som kommer beslutas på EU-nivå. Med hjälp av branschorganisationers kunskap och information om datacenters verksamhet kan en kvalitetssäkring göras gällande vilka organisationer som är aktuella för en sådan insamling. Blir det dessutom rapporteringskrav enligt förslaget inom direktivet om energieffektivitet skapas ett register inom tillsynsverksamhet som skulle kunna ersätta denna statistikinsamling.

När det kommer till att mäta digital infrastruktur kommer det vara omfattande och kostsamt att genomföra en statistisk undersökning för att mäta energianvändningen. Eftersom den digitala infrastrukturen finns i varje samhällssektor så måste en undersökning som ska fånga upp detta vara väldigt omfattande. Ett urval måste ta i beaktning både storleken på verksamheten och vilken sektor verksamheten hör hemma i för att resultatet skall vara representativt. Utöver att undersökningen måste vara omfattande så är det också svårt för respondenten att mäta eller uppskatta hur stor del av den totala elanvändningen som sker i deras digitala system. Ett annat sätt är att i projekt likt STIL använda fysiska mätare i lokalerna för att kunna fördela mängden el på olika användningsområden. Dilemmat blir således att antingen skapa en stor undersökning där respondenterna svårtligen kan svara exakt på frågeställningen, eller att skapa fördelningsnycklar via till exempel STIL som sedan används på levererad mängd el per bransch. Båda metoderna medför stora kostnader och/eller riskerar att ha kvalitetsbrister.

I fortsatt arbete behöver vi ta ställning till

- I vilken mån kan vi använda fördelningsnycklar för att fördela energianvändningen för interna datacenter.
- Om nya statistiska undersökningar behövs för att matcha behovet av information och kravställning från EU-nivå för datacenter.

Den slutliga rekommendationen är att se detta arbete som ett förarbete för att formulera de dilemman som behöver hanteras vidare vid fortsatt arbete med framtagande av statistik om digital infrastruktur, digitala system och i synnerhet datacenter. Genom att ta ställning i strategiska val tidigt (efter definition och krav är kända på EU-nivå) blir det lättare att gå igenom statistikprocessen som formuleras i kapitel 4.2 och 4.3 och producera statistik av god kvalitet.

När frågorna som nämnts ovan är besvarade kan behovet sorteras in under de tre vägarna som beskrivs i kapitel 4.1, dvs om statistiken kan ingå i en befintlig statistikprodukt, i en ny statistikprodukt eller om det inte bör ingå i den officiella statistiken.

5 Slutsatser och rekommendationer för fortsatt arbete

Samhället rör sig mot en fortsatt digitalisering och energianvändningen inom digitala system och digital infrastruktur väntas därför öka. Det är därför relevant att följa utvecklingen av energianvändningen inom detta område.

Energianvändningen i datacenter i Sverige ökar och väntas fortsätta öka de kommande åren. Även energianvändningen för utvinning av kryptovaluta har ökat kraftigt de senaste två åren och utgör idag en tredjedel av den totala elanvändningen i datacenter och ca 1 procent av elanvändningen i Sverige. Tillsammans med de ökade elbehov som energi- och klimatomställningen kräver kan även datacenter och kryptobrytning bidra till en ökad konkurrenssituation om el både idag och i framtiden.

Energimyndigheten har i detta uppdrag inte gjort någon värdering av nyttan av utvinning av kryptovaluta eller vilka metoder som är mest lämpliga att använda. Inom ramen för uppdraget har vi inte heller gjort någon djupare konsekvensanalys av påverkan på energisystemet eller de energipolitiska pelarna. Vi lämnar därför inga förslag på rekommendationer, styrmedel eller regleringar kring utvinningen av kryptotillgångar.

Vi kan dock konstatera att de olika metoderna för utvinning av kryptotillgångar skiljer sig åt när det gäller elanvändning och mängden elektronikavfall. Vi konstaterar också att det går åt en anmärkningsvärt hög mängd el för de kryptotillgångar som bryts i Sverige idag. Vi ser därför ett behov av fortsatta utredningar kring mer energieffektiva metoder och vilka möjligheter det finns att ställa krav på kryptoverksamhet ur ett energiperspektiv.

När det gäller digitala system, digital infrastruktur och datacenter är det eftersträvänsvärt med ett harmoniserat sätt att mäta och följa energianvändningens utveckling. Vi behöver därför fortsätta bevaka utvecklingen på EU-nivå, inte minst de krav som kommer gälla i och med det reviderade direktivet om energieffektivitet och nya rapporteringskraven kring datacenter från EU:s energistatistikförordning.

Vi har inte identifierat några enkla sätt att följa energianvändningen i digital infrastruktur och digitala system. För att ta fram statistik kring vilken typ av elanvändning som sker inom olika användarsektorer behöver man troligtvis ta till flera olika metoder för att kunna beskriva företeelsen. Förslagsvis används modellering med hjälp av stödinformation (till exempel fördelningsnycklar) tillsammans med insamling i nya eller befintliga undersökningar. Energianvändningen i datacenter kan följas på ett förhållandevis enkelt sätt för de datacenter som har en sådan verksamhet som passar in i en befintlig SNI-klassificering. För andra datacenter som utgör en del av en annan huvudsaklig verksamhet är det betydligt svårare och det behövs andra sätt för att fånga upp deras energianvändning

Den här rapporten utgör ett första steg mot bättre statistik och kunskap inom området, och behöver tas vidare i fortsatt arbete. Det fortsatta arbetet inleds med att bevaka utveckling och beslut under 2023. Det är framför allt direktivet om energieffektivitet och EU:s energistatistikförordning som bör bevakas. Denna information kommer sedan tillsammans med denna rapport ligga till grund för ett fortsatt arbete att ta fram statistik om datacenter för referensåret 2024 med redovisning 31 mars 2026.

Hållbar energi för alla

Energimyndigheten leder samhällets omställning till ett hållbart energisystem.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Forskning om framtidens fordon och bränslen, förnybara energikällor och smarta elnät får stöd av oss. Vi stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras.

Vi ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet, och hanterar elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter.

Dessutom deltar vi i internationella klimatsamarbeten, och förmedlar fakta om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se