Vores digitale fundament

Teknologiske valg og principper bag en åben, uafhængig og fremtidssikret datainfrastruktur

Læs om

Open source som strategisk grundlag

Teknologierne bag en fleksibel og skalerbar dataplatform

Hvordan vi understøtter digital suverænitet i forsyningssektoren

centerdenmark

TEKNISK WHITEPAPER

Digital uafhængighed i praksis

Hos Center Denmark arbejder vi med data i energisektoren hver dag. Vi driver en digital infrastruktur, der gør det muligt for forsyningsselskaber og innovationsaktører at analysere og dele energidata effektivt, sikkert og trygt.

Denne rapport sætter ord på de valg, vi træffer, når vi vælger teknologi. Som uafhængig non-profit aktør midt i energisystemets digitalisering skal vores infrastruktur være funktionel, sikker og i tråd med europæiske værdier om gennemsigtighed og bæredygtighed. Ikke blot som et strategisk valg, men som en del af vores samfundsansvar.

I en tid hvor store dele af samfundets kritiske infrastruktur hviler på lukkede teknologier og udenlandsk ejerskab, må vi spørge os selv, hvordan vi tager kontrollen tilbage, og for os er svaret klart: Vi skal vælge anderledes, åbent og uafhængigt.

Et centralt princip i vores arbejde er *tilgængelig for én, tilgængelig for alle*. Det betyder, at når vi etablerer adgang for én partner, sker det på en måde, der lige så godt kan skaleres og genbruges af andre. Vores løsninger skal kunne deles, forstås og bruges på tværs, ikke skræddersyes bag lukkede døre. Det handler ikke kun om teknologi, men om fælles værdi og fælles retning.

I denne rapport viser vi, hvilke teknologier vi bruger, hvordan vores platform er bygget op, og hvordan vi sikrer digital uafhængighed gennem open source og europæisk hosting.
For os er teknologi ikke bare et værktøj; det er en beslutning om, hvilket samfund vi vil være med til at forme.

God læselyst.

SØREN SKOV JAKOBSEN
CEO, CENTER DENMARK

Indhold

TEKNOLOGISKE PRINCIPPER
Hvorfor vi insisterer på åbenhed, skalerbarhed og digitalt ansvar – og hvordan det former alt, vi bygger.

PLATFORMENS ARKITEKTUR OG OPBYGNING
Et kig ind i motoren: Sådan bygger vi en fleksibel dataplatform med lag, struktur og høj genbrugsværdi.

TEKNOLOGIERNE I VORES PLATFORM
Fra Kafka til Keycloak – her er værktøjerne, der får vores dataøkosystem til at fungere i praksis.

HOSTINGSTRATEGI OG DATASUVERÆNITET
Hvorfor vi ikke overlader vores infrastruktur til andre – og hvordan digital uafhængighed ser ud i virkeligheden.

UDGIVER:
Center Denmark
www.centerdenmark.com
info@centerdenmark.com

CEO:
Søren Skov Jakobsen
soren@centerdenmark.com

COMMUNICATIONS MANAGER:
Ditte Helms Kraul
ditte.kraul@centerdenmark.com

VORES TEKNOLOGISKE PRINCIPPER

Vores valg af teknologi er styret af fem grundlæggende principper. De fungerer som pejlemærker for, hvordan vi opbygger og videreudvikler vores platform og samarbejder med vores partnere.

Open source først

Vi prioriterer open source-teknologier i alle dele af vores stack. Det gør vi fordi åbenhed skaber transparens, uafhængighed og mulighed for fællesskabsdrevne forbedringer. Vores brugere skal kunne forstå, kontrollere og i sidste ende selv videreføre de løsninger, de bygger oven på vores platform.

Tilgængelig for én, tilgængelig for alle

Når vi bygger en løsning, bygger vi den, så den kan deles. Hvis én partner får adgang til en datamodel, et interface eller et analyseværktøj, skal det kunne udvides til andre med minimale ændringer. Vi arbejder for en fælles digital infrastruktur, hvor viden, adgang og funktionalitet ikke er privilegier, men grundlæggende egenskaber.

Modularitet og skalerbarhed

Vi bygger med komponenter, der kan udskiftes og skaleres uafhængigt af hinanden. Det giver os fleksibilitet til at tilpasse platformen til forskellige behov og projekter – og gør det muligt at udvikle og integrere nye teknologier, efterhånden som feltet udvikler sig.

Cloud-uafhængighed

Vi gør aldrig brug af en teknologi, der kræver binding til én bestemt cloud-udbyder. Vores infrastruktur er designet, så den kan køre både on-premise og hos europæiske cloud-hosts, der overholder EU's datalovgivning og sikrer datasuverænitet. Vi bruger fx Amazon S3 som protokol, men aldrig som tjeneste.

Datasikkerhed og demokratisk kontrol

Alle data behandles og opbevares i EU. Vi samarbejder med en tysk cloud-leverandør, som overholder europæiske standarder for datasikkerhed. Vi anvender åbne autentificeringsstandarder (OpenID) og open source-løsninger til brugerstyring (Keycloak), så vi bevarer kontrol over, hvem der tilgår vores platform, og hvordan. Vores tekniske setup skal kunne forklares og efterprøves. Vi ønsker ikke at skabe black boxes, men infrastrukturer, der støtter ansvarlighed og indsigt.

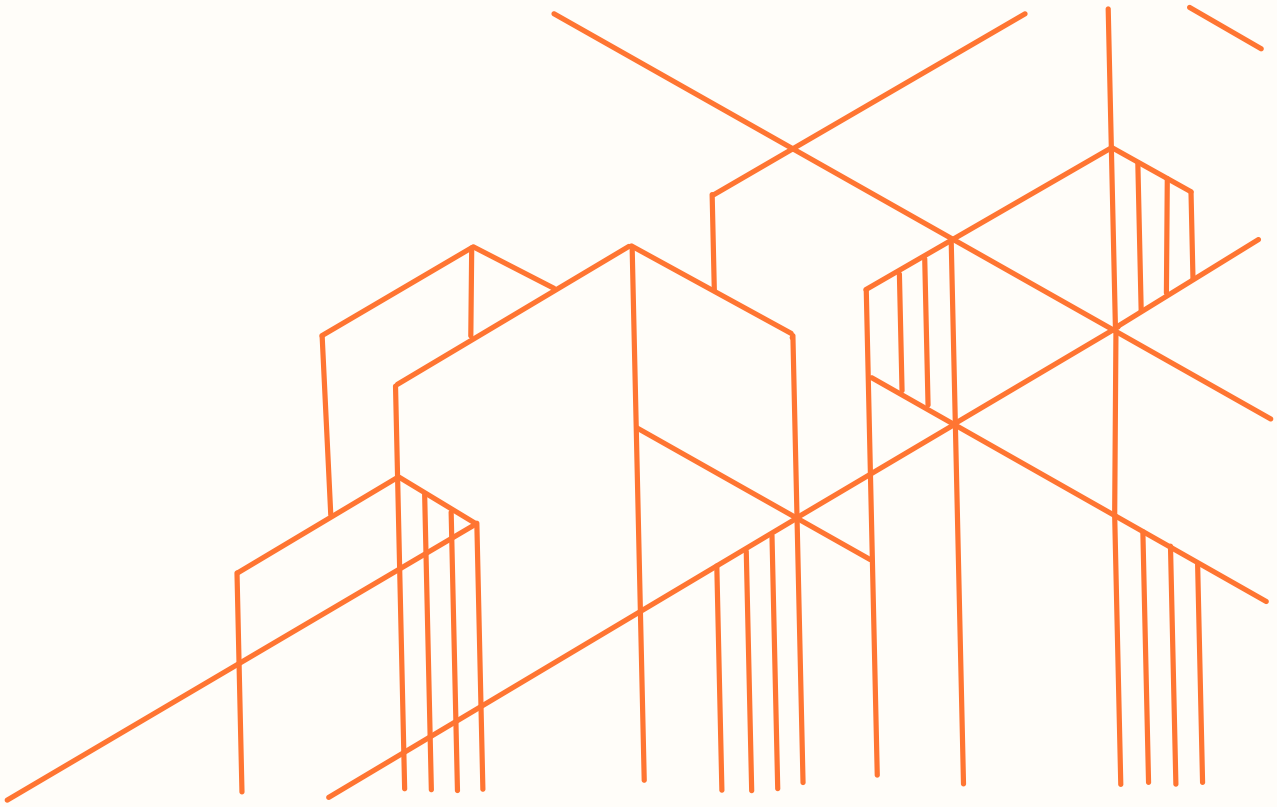
PLATFORMENS ARKITEKTUR OG OPBYGNING

Vores dataplatform er kernen i Center Denmarks arbejde med at gøre energidata tilgængelige, forståelige og anvendelige på tværs af aktører og systemer. Den er designet med afsæt i kendte principper for moderne datainfrastruktur, men adskiller sig ved vores konsekvente brug af open source og ved, at vi selv installerer og driver hele softwarerækken uden at lægge noget ud til kommercielle cloud-udbyderes "managed services".

Platformen består af en række veldefinerede lag, som både strukturerer dataflowet og gør vores arbejde som udviklere mere effektivt og gennemskueligt. Disse lag afspejler ikke bare systemets arkitektur, men også den måde vores datateam arbejder med data på – fra rå input til forædlet output. Vi kalder dem bronze, sølv og guld, og hvert lag repræsenterer et nyt niveau af struktur, kvalitet og anvendelighed.

Fra input til indsigt: Et fleksibelt og lagdelt system

Data kan komme ind i platformen på flere måder: via REST API'er, via sFTP-overførsler, eller som streamet data fra IoT-enheder og systemer gennem RabbitMQ og MQTT. Indsamlingen sker typisk med Apache NiFi, og al data transporteres og mellem-lagres via Apache Kafka, som er platformens rygsøjle for streaming og datatransport.



Når data er modtaget og struktureret i det første lag (bronze), gemmes det i Druid, Ceph og PostgreSQL, afhængigt af datatypen og konteksten. Det gør det muligt for os at genbruge og genskabe data, og det skaber gennemsigtighed i vores processer.

Dernæst behandles data typisk med Apache Spark, som gør det muligt at udføre distribueret databehandling og transformationer på tværs af servere. Resultaterne føres videre til sølv-laget og senere til guld-laget, hvor data er analyseret, valideret og klar til at blive eksponeret.

Slutbrugerne – det kan være forsyningsselskaber, konsulenter eller algoritmeudviklere – tilgår data gennem REST API'er, en brugerportal og grafiske dashboards. Igen anvender vi kun open source-teknologier til præsentation og adgangsstyring, og alt afvikles på vores egen infrastruktur.

Dynamik, genbrug og kontrol

Selvom platformen er struktureret i lag, er den langt fra statisk. Hvert lag gemmer data, så det kan genbruges eller reproduceres, hvilket er afgørende både for datasikkerhed, validering og effektivitet. Vi arbejder ofte med dynamiske testmiljøer, som kan omfatte en delmængde af platformens komponenter, da det giver os mulighed for at eksperimentere og udvikle uden at påvirke produktionen.

Vi hoster hele platformen på Hetzner, en europæisk cloud-leverandør, men vi bruger kun virtuelle eller fysiske maskiner, ikke "platform-as-a-service"-løsninger. Det betyder, at vi selv står for installation, konfiguration og drift af al software, hvilket giver os maksimal fleksibilitet og kontrol. Det er ikke nødvendigvis den letteste løsning, men den mest uafhængige.

Vores tilgang til arkitektur

Vi har ikke opfundet en ny måde at bygge en dataplatform på, og det har vi heller ikke behov for. Der er en grund til, at de fleste moderne datainfrastrukturer ligner hinanden: de bygger på veldokumenterede, skalerbare og robuste principper. Det, der gør vores platform særlig, er ikke formen, men filosofien bag. Hvor andre køber sig til hurtige og lukkede løsninger, har vi valgt at tage ansvar for hele teknologistakken, fordi vi tror på, at kontrol, transparens og uafhængighed starter med ejerskab over sin egen infrastruktur.

TEKNOLOGIERNE I VORES PLATFORM

Center Denmarks dataplatform er sammensat af en række nøje udvalgte open source-komponenter, som tilsammen udgør en fleksibel og skalerbar infrastruktur. Vi har valgt dem, fordi de giver os ejerskab, gennemsigtighed og mulighed for at bygge en infrastruktur, der er tilgængelig og anvendelig for mange aktører. Herunder beskriver vi teknologierne opdelt efter deres funktion i platformen.

Sikkerhed og adgangskontrol

OpenID

Vi anvender OpenID som standard til autentifikation, fordi det er en veldokumenteret, bredt anvendt og åben protokol. OpenID gør det muligt at integrere med eksisterende identitetssystemer, samtidig med at vi bevarer uafhængighed og fleksibilitet.

Keycloak

Til håndtering af brugere og adgangsrettigheder bruger vi Keycloak, en open source identity- og access management-løsning. Den gør det muligt at tildele roller, opsætte Single Sign-On og integrere med OpenID – og den hostes naturligvis på vores egne servere.

Ovenstående giver os fuld kontrol over, hvem der tilgår vores platform og hvordan.

Der er ingen eksterne afhængigheder; alt styres og hostes af os selv.

Dataintegration og transport

Apache NiFi

Et kraftfuldt værktøj til at flytte og transformere data mellem systemer. NiFi giver os en visuel og fleksibel måde at håndtere dataflows på, og det er særligt nyttigt i ingestion-fasen.

Trino

Vi anvender Trino som distributed query engine, hvilket giver mulighed for at tilgå data fra forskellige kilder på en ensartet måde. Det giver analytikere og udviklere stor fleksibilitet i dataarbejdet.

JDBC

Som en udbredt Java-standard gør JDBC det muligt at forbinde platformen til en bred vifte af databaser. Det er en grundlæggende komponent i mange af vores systemintegrationer.

Amazon S3 (protokollen)

Selvom vi ikke bruger Amazon som tjeneste, anvender vi S3-protokollen, fordi den er blevet en de facto-standard for objektlagring. Vores storage-løsning Ceph understøtter S3-protokollen, hvilket gør integration og værktøjsbrug nemmere – uden at vi låser os til AWS.

REST API

Vi tilbyder REST API'er som standard for datatilgængelighed og integration. Det sikrer, at vores data og funktioner kan tilgås på tværs af systemer på en velkendt og dokumenteret måde.

sFTP

Flere af vores samarbejdspartnere arbejder stadig med filbaseret dataoverførsel, og her anvender vi sFTP – en klassisk, sikker og gennemprøvet metode. Det giver os mulighed for at understøtte forskellige it-modenhedsniveauer uden at gå på kompromis med sikkerhed.

Vi prioriterer teknologier, som understøtter åbne standarder og kan tilpasses forskellige partnere og datakilder uden at binde os til én platform.

Streaming og realtidsdata

Apache Kafka

Vores primære rygsøjle for dataoverførsel. Kafka bruges både til realtids- og batchoverførsel af store datamængder mellem platformens komponenter. Den understøtter vores behov for skalerbarhed og robusthed.

MQTT

En letvægtsprotokol ideel til IoT, hvor båndbredde og latenstid er afgørende. Vi bruger MQTT til at modtage realtidsdata fra f.eks. varmepumper, målere og sensorer.

RabbitMQ

Vi anvender RabbitMQ som både MQTT-broker og message queue, da vi har behov for at understøtte både MQTT og andre messaging-protokoller. RabbitMQ er en robust og skalerbar løsning, som er nem at integrere med resten af vores teknologistack.

Realtidsdata er en vigtig del af fremtidens forsyningssystem, og vi sikrer åbenhed og fleksibilitet ved at vælge protokoller og værktøjer, som mange aktører kan forbinde sig til.

TEKNOLOGIERNE I VORES PLATFORM

Databehandling og skalering

Apache Spark

Spark er vores primære motor til databehandling. Det giver mulighed for distribueret behandling på tværs af flere servere, hvilket er nødvendigt, når vi arbejder med store mængder måledata og analyser.

Hadoop YARN

YARN fungerer som ressourcestyring og jobfordeling i vores cluster-miljø. Det gør det muligt at afvikle Spark-jobs effektivt og på tværs af noder.

RabbitMQ

Vi anvender RabbitMQ som både MQTT-broker og message queue, da vi har behov for at understøtte både MQTT og andre messaging-protokoller. RabbitMQ er en robust og skalerbar løsning, som er nem at integrere med resten af vores teknologistack.

Ved selv at styre databehandlingens motor og ressourcer sikrer vi, at vi ikke er afhængige af eksterne services for at kunne analysere data.

Visualisering og frontend

Apache ECharts

ECharts bruges til at visualisere data i grafer og interaktive dashboards. Det er en fleksibel og open source-baseret løsning, som giver os fuld kontrol over præsentation og design.

Angular

Vores portal og frontend-løsninger er bygget i Angular, et moderne webframework, som gør det nemt at udvikle og vedligeholde dynamiske webapplikationer.

Visualisering og adgang er afgørende. Vi insisterer på løsninger, som både er brugervenlige og gennemsigtige.

Drift og deployment

Docker

Vi containeriserer vores komponenter med Docker, hvilket giver os mulighed for at afvikle dem på tværs af forskellige miljøer uden at bekymre os om de underliggende servere.

Java Spring

Mange af vores microservices er bygget i Java Spring, som gør det let at opsætte API'er, databaseforbindelser, sikkerhed og mere – alt sammen uden at skulle genopfinde basale funktionaliteter.

HAProxy

Vi bruger HAProxy som load-balancer for at fordele trafik og sikre høj oppetid og skalerbarhed.

Kubernetes

Vi anvender Kubernetes til at orkestrere og styre vores containere. Det er et open source-system, der giver os mulighed for at automatisere udrulning, skalering og overvågning af vores containerbaserede services. Kubernetes gør det lettere at håndtere kompleksiteten i vores platform, balancere belastning på tværs af noder og sikre høj tilgængelighed og stabil drift – også når vi eksperimenterer med nye komponenter eller skalerer op til nye partnere.

Vi bygger med komponenter, vi selv styrer – så vi har kontrol over både performance og sikkerhed.

Storage og databaser

PostgreSQL

Vi bruger PostgreSQL som vores primære relationsdatabase, især til metadata, stamdata og administrative formål. Det er en stabil, veludviklet og open source database med stor funktionalitet.

Druid

Druid anvendes til lagring og forespørgsler på tidsseriedata – f.eks. energiforbrug over tid. Det er hurtigt og skalerbart og fungerer godt i kombination med vores øvrige lag.

Ceph

Ceph er vores distributed storage-løsning, som understøtter S3-protokollen og gør det muligt at lagre filer og store datasæt effektivt.

Vi ejer vores egne datalag og har valgt teknologier, som giver os fleksibilitet og kontrol over, hvor data ligger, og hvordan de håndteres.

HOSTINGSTRATEGI OG DATASUVERÆNITET

At vælge, hvor og hvordan en digital platform hostes, er ikke blot et teknisk spørgsmål – det er et spørgsmål om kontrol, ansvar og uafhængighed. Hos Center Denmark har vi fra begyndelsen truffet et bevidst valg om at bevare så meget ejerskab over vores infrastruktur som muligt. Det er en strategi, der tager sit udgangspunkt i ønsket om teknisk fleksibilitet, men som i stigende grad også handler om digital suverænitet.

Vi hoster selv – på europæisk grund

Vores platform er hostet hos Hetzner, en tysk cloud-leverandør, der overholder europæiske datasikkerhedsstandarder og databeskyttelseslovgivning. Vi bruger kun virtuelle eller fysiske maskiner, resten opsætter vi selv.

Det betyder, at hele vores teknologistak – fra operativsystemer og databaser til API'er og portaler – installeres, konfigureres og vedligeholdes af os selv. Ingen del af vores platform afhænger af såkaldte "managed services", hvor det tekniske ansvar og datahåndtering overlades til tredjepart.

Et sådant valg kræver mere arbejde og flere kompetencer in-house, men til gengæld giver det os:

- Mere indgående viden om, hvordan teknologierne grundlæggende fungerer
- Fuld kontrol over opdateringer og sikkerhed
- Transparent viden om, hvor data befinder sig og hvordan de behandles
- Ingen teknologisk eller juridisk binding til amerikanske aktører
- Mulighed for at opskalere og tilpasse efter behov – uden at skulle tilpasse os en andens systemer

Datasuverænitet i praksis

Diskussionen om datasuverænitet handler ofte om lovgivning og politik, men i praksis starter det med tekniske valg. Ved at vælge open source-teknologier og europæisk hosting bevarer vi ikke kun teknisk fleksibilitet, men også datamæssig og juridisk kontrol.

Vores kunder og samarbejdspartnere ved, at deres data ikke lander på amerikanske servere uden for EU's retsområde. De ved, at vores platform ikke er afhængig af leverandører, der uden varsel kan ændre priser, funktionalitet eller adgangsbetingelser.

Og de ved, at vores infrastruktur er bygget til at understøtte fælles ejerskab og fælles værdi, ikke en forretningsmodel baseret på kundelås og overvågning.

Suverænitet betyder også robusthed

Digital uafhængighed handler både om principper og modstandsdygtighed. Når vi selv styrer vores tekniske miljø, bliver vi mindre sårbare over for geopolitiske spændinger eller brud på databeskyttelse. Vi kan tilpasse os ændrede krav hurtigt, og vi kan dokumentere hele vores setup, fra input til output.

For os er det en del af den infrastruktur, der skal understøtte en grøn, sikker og demokratisk digital fremtid.

Et åbent grundlag

Denne rapport giver et indblik i de teknologiske valg og principper, der udgør fundamentet for Center Denmarks digitale infrastruktur. Vores mål er at bygge stabile og skalerbare systemer med omtanke for at sikre åbenhed, uafhængighed og fælles udvikling.

Vi håber, at rapporten giver et klart billede af, hvordan vi arbejder:

- med bevidste valg af open source-teknologier
- med gennemsigtige processer for datahåndtering
- og med ambitionen om at understøtte hele forsyningssektorens digitale omstilling.

Med rapporten søger vi at understrege, at digital infrastruktur ikke bare er teknik, men et strategisk spørgsmål. Når vi insisterer på fleksibilitet, transparens og fælles ejerskab, skaber vi bedre muligheder for samarbejde, innovation og tillid.

Vi håber, rapporten kan tjene som inspiration til at tænke langsigtet, bygge åbent og udvikle løsninger, der er både robuste og demokratiske i fremtiden.

Kontakt os, hvis du har lyst til at vide mere eller er interesseret i at samarbejde: info@centerdenmark.com.