

Energiförsörjning bland de skånska kommunerna

Bilaga till rapporten *Energizoner i
fysisk planering i Skåne*

Energiförsörjning bland de skånska kommunerna

- Bilaga till rapporten Energizoner i fysisk planering i Skåne

Projektledare: Filip Eriksson, Region Skåne

Projektgrupp: Jesper Borgström och Anders Carlzon, Region Skåne

Projektledning, analys och rapport: Joakim Franklin, Bouvier Advisory

Geografisk metod, analys och kartor: Ebba Gröndahl, Bouvier Advisory

AI-modell och dokumentstudie: Victor Öberg, Bouvier Advisory

Utgiven av: Region Skåne, September 2025

<https://skane.se/energizoner>

Innehåll

ENERGIFÖRSÖRJNING BLAND DE SKÅNSKA KOMMUNERNA	1
1. INLEDNING	4
1.1. Sammanfattande slutsatser.....	4
2. BIOGAS	5
2.1. Inriktningar i samhällsplaneringen.....	5
2.2. Kommunala exempel.....	6
3. ENERGILAGRING	7
3.1. Inriktningar i samhällsplaneringen.....	7
3.2. Kommunala exempel.....	8
4. KRAFT- OCH FJÄRRVÄRME	9
4.1. Inriktningar i samhällsplaneringen.....	9
4.2. Kommunala exempel.....	9
5. SOLENERGI	11
5.1. Inriktningar i samhällsplaneringen.....	11
5.2. Kommunala exempel.....	12
6. VINDKRAFT	13
6.1. Inriktningar i samhällsplaneringen.....	13
6.2. Kommunala exempel.....	14
7. METODBESKRIVNING	15
7.1. Syfte med dokumentstudien.....	15
7.2. Avgränsning av studerade dokument.....	15
7.3. AI-systemets funktion.....	15
REFERENSER	20

1. Inledning

En hållbar energiproduktion kräver noggrann planering och samverkan mellan olika aktörer på både kommunal och regional nivå. För att få en djupare förståelse för hur kommunerna i Skåne arbetar med energifrågor har en dokumentstudie genomförts i syfte att synliggöra olika arbetssätt för olika kraftslag. Studien har granskat aktuella översiktsplaner, energiplaner samt eventuella tematiska tillägg till översiktsplaner eller specifika planer för olika energislag. Genom att analysera dessa dokument har slutsatser dragits om Skånes kommunala strategier, prioriteringar, möjligheter och utmaningar inom energiplaneringen. Studien är avgränsad till att studera biogas, kraft och fjärrvärme, energilagring, solceller och vindkraft.

Dokumentstudien är utförd med hjälp av ett AI-system framtaget inom ramen för projektet. AI-systemets roll är att samla in, analysera och sammanfatta information från kommunala och regionala plandokument, såsom energiplaner och översiktsplaner, för att belysa hur energiinfrastruktur hanteras och vilka gemensamma nämnare som kan identifieras. AI-systemets resultat har granskats i efterhand med metoder som både identifierar falska resultat och uteblivna resultat. Felmarginalen i resultaten är under 5 %. Det är viktigt att poängtera att vissa resultat, exempelvis gällande samverkansprojekt, kan vara avslutade vid studiens framtagande då materialet utgår från redan beslutade kommunala dokument.

Resultaten från dokumentstudien visar på en mångfald av förhållningssätt bland de skånska kommunernas strategiska arbete med olika energislag. I detta dokument presenteras resultaten kraftslagsvis.

1.1. Sammanfattande slutsatser

Det är tydligt att de skånska kommunerna aktivt arbetar med energifrågan. Samtidigt finns stora skillnader i planeringen mellan både kommuner och energislag. Exempelvis är förhållningssätten till vindkraft ofta detaljerade men med olika grundinställning, medan det finns en generell positiv inställning till energilagring men en avsaknad av detaljerade strategier och planer.

Parallellt med de kommunala planeringsprocesserna har Energimyndigheten kartlagt Sveriges potential för fossilfri energiproduktion och -distribution och genomför en översyn av riksintressena för energi. Uppdraget tar sin grund i behovet av energiomställning i Sverige och syftar till att se över om riksintressen för områden som är särskilt lämpade för produktion och distribution av energi fortfarande är aktuella. Energimyndigheten (2024a) ska även se över eventuella nya områden som kan vara av särskild betydelse för omställningen. Energimyndigheten identifierar flera geografiska möjligheter och utmaningar för att öka produktionen av fossilfri energi, men betonar vikten av att aktörer på kommunal och regional involveras i arbetet med att planera för energiproduktion, speciellt för att ta fram långsiktiga, relevanta och väl förankrade planeringsunderlag (Energimyndigheten, 2024b).

Regionala och kommunala energizoner kan vara ett verktyg för att ta fram den typ av planeringsunderlag som Energimyndigheten efterfrågar. En viktig utgångspunkt för Energizoner är att de, som planeringsunderlag, är rådgivande och vägledande för att identifiera platser med goda samhälleliga förutsättningar för hållbar energiproduktion. Både på kommunal och regional

nivå kan energizoner ge en tydlig rumslig dimension till befintliga mål och strategier, samt inspirera till att utveckla redan pågående strategiskt arbete. En planeringsprocess som inkluderar energizoner kan skapa förutsättningar för ökad samverkan mellan aktörer, tydligare koppling mellan strategi och markanvändning samt, i slutändan, långsiktig och förankrad strategisk planering för energiproduktion.

2. Biogas

Kommunernas dokument visar hur de överlag har en positiv inställning till biogas och även ser biogas som en viktig del av deras hållbarhetsarbete. Det finns en gemensam strävan att öka produktionen och användningen av biogas, särskilt genom att utnyttja lokala restprodukter från jordbruk och avfallshantering. Samarbete och regionala initiativ spelar en betydande roll i utvecklingen av biogassektorn.

Begränsningar beskrivs främst i form av infrastruktur och ekonomiska utmaningar, såsom bristen på tankställen eller geografisk närheten mellan de platser som genererar restprodukter och produktionsanläggningar. Kommunerna ser generellt stora möjligheter i utbyggd biogasproduktion och det finns planer på flera platser i Skåne för utbyggnad och uppgradering av biogasinфраstruktur.

2.1. Inriktningar i samhällsplaneringen

Positiv inställning till biogas: Flera kommuner visar en positiv inställning till biogas som en del av deras hållbarhetsstrategier. Biogas ses som ett viktigt verktyg för att minska klimatpåverkan och främja cirkulär ekonomi.

Användning inom transport och uppvärmning: Det finns en diversifierad användning av biogas då det

används både för uppvärmning av kommunala fastigheter och som drivmedel inom transportsektorn.

Samarbete och regionala initiativ: Det finns ett mönster av samarbete mellan kommuner och regionala aktörer för att utveckla biogasproduktion och infrastruktur. Exempelvis samlar flera kommuner in matavfall som sedan omvandlas till biogas i gemensamma anläggningar.

Outnyttjad potential: Flera kommuner identifierar en stor potential för att öka biogasproduktionen genom att utnyttja restprodukter från jordbruk och avfall.

Begränsningar i infrastruktur: Några kommuner saknar tankställen för biogas eller har begränsningar i befintlig infrastruktur, vilket hindrar utökad användning.

Ekonomiska utmaningar: Svensk biogasproduktion anses kunna hotas av subventionerad gas från andra länder, vilket skapar osäkerhet för den lokala marknaden.

Avsaknad av restriktioner: Det förekommer få specifika restriktioner för biogasproduktion i de studerade dokumentet, vilket kan indikera att kommunerna är öppna för att utveckla denna energikälla.

2.2. Kommunala exempel

Biogas Ystad-Österlen: Projektet Biogas Ystad-Österlen startades upp 2011 och inkluderade Tomelilla, Simrishamn och Ystads kommuner. Projektet undersökte förutsättningarna för att etablera biogasanläggningar med tillhörande tankstationer i Ystad-Österlenregionen. I projektet gjordes en kartläggning över vilka råvaror som kan tillföras en biogasanläggning. Den optimala placeringen av biogasanläggning i regionen var enligt studien Lunnarp. Projektet visar på god samverkan mellan aktörer där stora möjligheter till förnybar energiproduktion finns om aktörer jobbar tillsammans.

Biogas som del av cirkulärt system: I Landskrona transporteras hushållsavfall till olika typer av behandlingsanläggningar där restavfall förbränns i verk som utvinnet fjärrvärme och el. Bioavfallet behandlas biologiskt för att utvinna biogas samt en rest som används som gödningsmedel inom jordbruket. Arbetssättet visar på en väl integrerad och cirkulär resursanvändning som stärker såväl energisjälvförsörjning som det generella hållbarhetsarbetet.

Kristianstads mobila lager: Kristianstad använder mobila lager för distribution av biogas. De mobila lagren ökar tillgängligheten av biogas under underlättar arbetet med energiomställning genom att tillgängliggöra biogas för olika typer av geografier och aktörer.

3. Energilagring

Dokumentstudien visar att kommunerna i Skåne anser att energilagring har en viktig roll i övergången till ett hållbart och förnybart energisystem. Det finns en gemensam förståelse för att lagringstekniker som batterier och vätgas är nödvändiga för att hantera utmaningar kopplade till effektoppar och dalar för intermittenta energikällor som sol- och vindkraft.

Kommunerna har olika strategier och fokusområden, men gemensamt är ambitionen att integrera energilagring i energisystemet för att förbättra energihushållningen, stabilisera elnätet och stödja elektrifieringen av transportsektorn. Samarbeten med energibolag, forskning och näringsliv är centrala för att driva utvecklingen framåt.

Kommunerna upplever dock utmaningar i form av begränsningar kring vilka aktörer som får arbeta med energilagring samt avsaknad av formella strategiska förhållningssätt i den egna organisationen. Trots detta visar analysen att det finns en stark vilja att utforska och implementera energilagringlösningar, med sikte på att nå klimatmål samt att skapa ett robust och flexibelt energisystem för framtiden.

3.1. Inriktningar i samhällsplaneringen

Fokus på energilagringens betydelse: Flera kommuner identifierar behovet av energilagring för att hantera effektoppar och stabilisera elnätet med ökande andel förnybar energi. Energilagring ses som nödvändigt för att balansera produktion och konsumtion, särskilt med väderberoende energikällor som sol och vind.

Strategisk planering och utveckling: Ett antal kommuner har planer och strategier för att integrera energilagring i sina energisystem. Det inkluderar i ett fåtal fall kortsiktiga åtgärder, såsom installation av batterier vid nybyggnationer. Mer vanligt förekommande är långsiktiga mål, som att utveckla vätgasteknologi.

Användning av batterier och vätgas: Batterilagring och vätgas framhålls som centrala teknologier för framtidens energilagring. Batterier används för att hantera effektbehov och lagra energi från förnybara källor, medan vätgas ses både som ett energilager och ett framtida bränsle inom transportsektorn.

Samarbete och innovation: Det finns ett tydligt mönster av att kommunerna vill öka samverkan med energibolag, externa aktörer och forskningsinstitut för att utveckla och implementera energilagringlösningar.

Infrastruktur och stadsplanering: Vanligt förekommande är att energilagring är tänkt att integreras i stadsplaneringen, där hänsyn tas till befintlig infrastruktur och behovet av att säkra energiförsörjningen. Ett förekommande arbetssätt är att identifiera lämpliga platser för energilagringssystem, ofta i anslutning till sol- och vindkraftsprojekt.

Regulatoriska utmaningar: Vissa kommuner påpekar att nuvarande lagstiftning begränsar möjligheterna att fullt ut utnyttja energilagringsteknologier, exempelvis genom att nätbolag inte får äga batterilager. Detta visar på ett behov av policyutveckling för att stödja energilagring.

Ökad stabilitet i energisystemet: Energilagring identifieras som en lösning på utmaningar kopplade till intermittens och effektbrist vid förnybar

energiproduktion. Genom lagring kan överskottsenergi från sol och vind användas när produktionen är låg, vilket ökar systemets stabilitet.

Avsaknad av detaljerad planering: Flera kommuner nämner behovet av energilagring men en majoritet av dem saknar detaljerade planer eller specifika teknologier. Detta kan indikera att energilagring är ett nytt område där kommunerna ännu inte har fullt utvecklade strategier.

3.2. Kommunala exempel

Fokus på vätgasproduktion: Hässleholm strävar efter att utveckla ett flexiblare energisystem genom att minska effektoppar och integrera energilagring. Hässleholm Miljö AB utreder möjligheten att producera vätgas via elektrolys som en form av energilagring. Vätgasen kan lagras överskottsenergi från förnybara källor och användas vid behov, vilket bidrar till ett stabilare elsystem. Batterier nämns också som en viktig lösning för att balansera effektbehov och lagra energi från sol- och vindkraft.

Strategisk placering av lagringstekniker: Svalöv planerar att utreda möjligheten att använda vätgas som energilager och undersöker lämpliga platser för energilagransanläggningar. Batterier och vätgaslager betraktas som centrala i strategin för att öka andelen förnybar energi och säkerställa en stabil elförsörjning. Vid nybyggnation av energianläggningar ska lagringsmöjligheter alltid övervägas för att maximera nyttan av förnybar energiproduktion.

Termisk energilagring: Osby ser nya alternativ för energilagring som viktiga för att hantera elsystemets effektoppartoppar och öka effektiviteten i energisystemet. Kommunen ser över möjligheten att komplettera fjärrvärmesystemet med ackumulatortankar så kommunen kan lagra värme över tid och därmed jämna ut produktionen. Ackumulatortankar i fjärrvärmesystemet är ett mindre vanligt förekommande arbetssätt kring energilagring i Skåne och kan vara en viktig del i energieffektiviseringen i det skånska energisystemet.

4. Kraft- och fjärrvärme

Dokumentet visar hur kommunerna i Skåne överlag ser fjärrvärme och kraftvärme som centrala komponenter i sina energisystem. Det finns många exempel där fjärrvärmenäten byggts ut, särskilt i tätorter och nya bostadsområden, för att möta energibehoven på ett hållbart sätt.

Användningen av förnybara bränslen, såsom biobränslen och spillvärme, är utbredd och betraktas av många kommuner som ett effektivt sätt att minska klimatpåverkan och uppnå kommunernas klimatmål. Flera kommuner har ambitiösa mål att göra fjärrvärmen helt fossilfri inom de närmaste åren.

Samarbete mellan kommuner och energibolag är vanligt, vilket möjliggör effektivare energisystem och delning av resurser. Utmaningar finns i form av ekonomiska faktorer och geografiska förutsättningar som kan begränsa utbyggnaden av fjärrvärme i vissa områden. Trots detta visar kommunerna en stark vilja att anpassa sina strategier efter lokala förhållanden för att maximera fördelarna med fjärrvärme. I de studerade dokumenten är det mer vanligt förekommande med strategier kring samverkan än direkta strategier för rumslig planering.

4.1. Inriktningar i samhällsplaneringen

Utbyggnad och prioritering av fjärrvärme: Många kommuner ser möjlig utbyggnad och expansion av fjärrvärmenätet, särskilt i tätorter och nya bostadsområden. Fjärrvärme ses som en viktig del av den tekniska infrastrukturen och integreras i stadsplaneringen.

Användning av förnybara bränslen och spillvärme:

Det finns en stark trend att använda biobränslen och förnybara energikällor i fjärrvärmeproduktionen. Användning av spillvärme från industrier och restvärme betonas som effektiva sätt att minska klimatpåverkan.

Miljö- och klimatfokus: Kommunerna ser fjärrvärme som ett verktyg för att minska koldioxidutsläpp och uppnå klimatmål. Många strävar efter att fjärrvärmen ska vara helt fossilfri eller baserad på förnybara energikällor inom en snar framtid.

Samarbete och regionala nätverk: Det finns exempel på att kommuner samarbetar och nyttjar sammankopplade fjärrvärmenät för att dela överskotten i de olika verken och öka systemeffektiviteten.

Utmaningar i utbyggnad: Vissa kommuner står inför utmaningar i att bygga ut fjärrvärmenätet på grund av gles bebyggelse eller ekonomiska faktorer.

Anpassning till lokala förhållanden: Kommunerna anpassar sina fjärrvärmestrategier efter lokala förhållanden, såsom tillgång till biobränslen, industrispillvärme och befolkningstäthet.

Teknologisk innovation: Det finns ett intresse för att implementera nya teknologier som djupgeotermisk energi, koldioxidinfångning och lågtemperaturfjärrvärme för att förbättra fjärrvärmesystemens effektivitet och miljöprestanda.

4.2. Kommunala exempel

Lågtemperaturfjärrvärme: Trelleborg utvärderar förutsättningarna att använda lågtemperaturfjärrvärme i Sjöstaden som ett sätt att effektivt nyttja spillvärme från till exempel

avloppsreningsverk eller solvärme. Arbetsättet skulle minska behovet för uttag av biomassa och frigöra denna för andra användningsområde samt minska trycket på den biologiska mångfalden i skogen.

Fokus på småskalig utbyggnad: På grund av gles bebyggelse ser Vellinge möjligheten med småskalig utbyggnad av fjärrvärme där det är möjligt. En småskalig utbyggnad kan vara mer flexibel än mer

storskaliga system och passar således kommunens behov bättre.

Mellankommunal delning av överskottsvärme: Fjärrvärmenäten i Helsingborg, Landskrona och Lund är sammankopplade. För att nyttja detta samverkar kommunerna kring delning av överskottsvärmen för att jämna ut toppar och dalar i produktionen samt öka energieffektiviteten i regionen som helhet.

5. Solenergi

Kommunerna i Skåne har överlag en positiv inställning till solenergi i sina strategiska dokument. Ofta kopplat till frågor om att öka andelen förnybar energi och minska klimatpåverkan. Installation av solceller på tak är vanligt förekommande och uppmuntras både på kommunala och privata byggnader. Detta ses som ett effektivt sätt att öka lokal energiproduktion utan att ta mark i anspråk.

Utveckling av solcellsparker på mark är också aktuellt i flera kommuner enligt dokumenten, men det finns en stark medvetenhet om behovet av att skydda exempelvis högvärdig jordbruksmark och natur- och kulturvärden. Det finns även utmaningar kopplade till integration av solceller i elnätet samt behovet av energilagring för att hantera effektoppar och dalar.

Samarbeten med energibolag och externa aktörer samt erbjudande av stöd och rådgivning till invånare och företag är viktiga delar av kommunernas strategier för att främja solenergi. Genom att underlätta för installationer och erbjuda information och incitament, bidrar kommunerna till att öka acceptansen och utbredningen av solenergi.

Sammanfattningsvis spelar solenergi en allt större roll i kommunernas energiplanering i Skåne och det finns en tydlig ambition att integrera solceller i både byggnader och landskap på ett hållbart och effektivt sätt. Flera kommunala strategier pekar på behovet att arbeta strategiskt för att uppnå en balans mellan att främja förnybar energi och bevara viktiga natur- och kulturvärden, samt en vilja att möta tekniska utmaningar genom innovation och samarbete.

5.1. Inriktningar i samhällsplaneringen

Allmän positiv inställning: Nästan alla kommuner uttrycker en positiv inställning till solenergi och ser det som en viktig del av deras energimål och hållbarhetsstrategier. Solenergi anses bidra till minskad klimatpåverkan och ökad lokal energiproduktion.

Fokus på solceller på tak: Många kommuner främjar installation av solceller på tak, både på kommunala och privata byggnader. Detta ses som ett effektivt sätt att öka förnybar energiproduktion utan att ta mark i anspråk. Vanligt förekommande är potentialen för solceller på tak i verksamhetsområden.

Utveckling av solcellsparker på mark: Flera kommuner är positiva till att etablera solcellsparker på mark givet att lämpliga markområden finns att tillgå. Det finns ett genomgående tema av att skydda jordbruksmark, natur- och kulturvärden från att påverkas negativt av solcellsanläggningar. Kommunerna vill balansera behovet av förnybar energi med bevarandet av viktiga produktions-, miljö- och kulturvärden.

Integration i stadsplanering och nybyggnation: Solenergi integreras ofta i kommunernas stadsplanering. Det förekommer strategiska förhållningssätt där installation av solceller uppmuntras eller krävs vid nybyggnation. Detta visar på en strategisk långsiktig planering för att öka andelen förnybar energi.

Tekniska utmaningar och behov av lagring:

Kommunerna är medvetna om de tekniska utmaningar som finns med att integrera solenergi i elnätet, särskilt vid överproduktion och effektbrist. Behovet av energilagring lyfts fram som en lösning för att hantera intermittens och optimera användningen av solceller.

Samarbete och stöd för utveckling: Kommunerna samarbetar med energibolag, externa aktörer och erbjuder stöd till invånare och företag för att främja installation av solceller. Detta inkluderar rådgivning, solkartor och ekonomiska incitament.

Ambitiösa mål för solenergiproduktion: Flera kommuner har satt upp konkreta mål för att öka produktionen av solenergi, både på kort och lång sikt. Detta visar på en stark vilja att öka andelen förnybar energi i energimixen.

Specifika utpekade områden för solcellsparker:

Vissa kommuner har identifierat specifika områden som är lämpliga för solcellsparker, ofta mark som inte är lämplig för jordbruk eller annan produktion. Detta visar på en medvetenhet om att optimera markanvändningen och minska konkurrensen med andra viktiga markanvändningar.

5.2. Kommunala exempel

Strategisk användning av markanvisningar:

Helsingborg ser möjligheter i att använda markanvisning som ett strategiskt verktyg för att stötta utvecklingen av solceller och övriga förnybar energi, vilket visar på en proaktiv ansats för att öka solenergiproduktionen.

Prioritering av ytor för solenergi: Malmö prioriterar att använda outnyttjade ytor längs större vägar och järnvägar för solenergianläggningar, vilket är ett sätt att optimera markanvändning i stadsmiljön och utnyttja annars oanvänd mark. Vidare prioriterar Malmö etablering där stora hårdgjorda ytor och tak finns, exempelvis i verksamhetsområden. Vid nybyggnation eftersträvas att solenergianläggningar integreras i byggnadernas arkitektur.

Fokus på områden som inte lämpar sig för

byggnation: Osby utreder möjligheterna att etablera solcellsparker. Lämpliga områden anses vara de som inte lämpar sig för byggnation eller som har andra stora värden. Exempelvis belyser kommunen torvområden och områden med mindre vegetation som potentiellt lämpliga. Förhållningssättet minskar risken att påverka produktiv mark och naturvärden samt undviker konflikter med annan markanvändning.

6. Vindkraft

Vindkraft är en viktig men komplex fråga för de skånska kommunerna. Det finns en generell ambition att öka produktionen av förnybar energi för att nå klimatmål och öka självförsörjningen av el. Samtidigt påpekar många kommuner i sina strategiska dokument att detta måste balanseras mot bevarandet av natur- och kulturvärden, invånarnas välbefinnande och markanvändningsintressen.

Kommunerna har i sina strategiska dokument identifierat både möjligheter och utmaningar för vindkraftsutbyggnad. Lämpliga områden väljs ofta utifrån goda vindförhållanden, låg befolkningstäthet och minimal påverkan på skyddade värden. Teknisk utveckling möjliggör effektivare verk och uppgradering av befintliga anläggningar, vilket kan öka produktionen utan att nya områden exploateras.

Vanligt förekommande utmaningar är ofta kopplade till riksintressen, skyddade områden och landskapsbild. Dessa begränsar utbyggnad av vindkraft på många platser. Kommunerna visar en stark vilja att skydda dessa värden och att vindkraftsutbyggnad måste ske med stor hänsyn till miljömässiga och sociala aspekter.

Havsbaserad vindkraft ses av vissa kommuner som en viktig möjlighet, medan andra är mer restriktiva på grund av potentiell påverkan på marina ekosystem och landskapsbild. Nationell, regional och kommunal samverkan ses som avgörande för att hantera dessa komplexa frågor.

Inkluderande och långsiktiga planeringsprocesser uttrycks också vara centralt för vindkraftsetableringar, med krav på noggranna miljökonsekvensbedömningar, samråd med olika intressenter och samordning med grannkommuner. Detta säkerställer att vindkraftsutbyggnad sker på ett hållbart och accepterat sätt.

6.1. Inriktningar i samhällsplaneringen

Allmän inställning till vindkraft: Kommunerna i Skåne visar en blandad inställning till landbaserad vindkraft. Vissa kommuner är positiva och ser potential för utbyggnad, medan andra är mer restriktiva och jobbar utifrån ett begränsande eller helt avvisande förhållningssätt. Restriktiva inställningar grundar sig ofta på begränsade ytor, höga natur- och kulturvärden eller annan prioriterad markanvändning.

Geografiska restriktioner: Många kommuner anger restriktioner kopplade till riksintressen, skyddade områden, landskapsbild, närhet till flygplatser och bullerfria områden. Dessa restriktioner begränsar var vindkraft kan etableras och visar på en stark vilja att bevara viktiga natur- och kulturvärden samt säkerställa invånarnas välbefinnande.

Lämpliga områden för vindkraft: Flera kommuner har identifierat specifika områden som lämpliga för vindkraft, ofta baserat på goda vindförhållanden, gles bebyggelse och låg påverkan på andra intressen. Förtätning och uppgradering av befintliga vindkraftsområden ses av flera kommuner som ett sätt att öka produktionen utan att påverka nya områden.

Proaktiv planering och främjande av vindkraft: Flera kommuner tar en aktiv roll i planeringen och utvecklingen av vindkraft. Kommunerna arbetar med att uppdatera översiktsplaner, tematiska tillägg till översiktsplaner samt vindbruksplaner för att kartlägga områden för vindkraft samt ta höjd för teknisk utveckling.

Samlokalisering och effektivisering: Fler kommuner undersöker möjligheten att samlokalisera vindkraft med annan

energiinfrastruktur, såsom solceller och vätgasproduktion, för att optimera energiproduktionen och markanvändningen.

Miljömässig och social hänsyn: Kommunerna betonar vikten av att vindkraftsetableringar inte skadar landskapsbilden, kulturmiljöer eller ekosystem. Hänsyn till buller, skuggor och visuell påverkan på närboende är centrala aspekter i planeringen. Skydd av djurliv, särskilt fåglar och fladdermöss, är också en viktig faktor.

Havsbaserad vindkraft: Inställningen till havsbaserad vindkraft varierar. Vissa kommuner är restriktiva till följd av påverkan på marina ekosystem, landskapsbild och riksintressen, medan andra ser det som en viktig del av energiproduktionen och är positiva till utbyggnad i regional samverkan. Det läggs stor vikt vid olika områdets olika karaktärer, både gällande de marina förutsättningarna samt den påverkan vindkraftsparker till havs kan ha för olika värden på land.

Tekniska och ekonomiska aspekter: Teknisk utveckling har möjliggjort effektivare vindkraftverk, vilket kan minska antalet verk och deras påverkan. Uppgradering av befintliga verk ses ofta som ekonomiskt och miljömässigt fördelaktigt. Samtidigt finns utmaningar med anslutning till elnätet och kostnader för infrastruktur.

Planeringsprocess och samråd: Kommunerna betonar vikten av noggrann planering, miljökonsekvensbedömningar och samråd med olika intressenter. Samordning med grannkommuner och involvering av lokala invånare är centralt för att minimera konflikter och säkerställa hållbara lösningar.

6.2. Kommunala exempel

Strategi för uppgradering och samlokalisering:

Lund har pekat ut uppmärksamhetsområden där det kan vara särskilt aktuellt att uppgradera befintliga vindkraftverk för högre effekt. I dessa områden ska också samlokalisering med annan energinfrastruktur, såsom solceller, utredas för att optimera markanvändning för energiproduktion.

A-, B- och C-områden: Kristianstad har utvecklat en vindbruksplan som delar in kommunen i A-, B- och C-områden. A-områden är prioriterade för större vindkraftsetableringar och har mycket goda förutsättningar utan stora motstående intressen. B-områden innefattar de områden där vindkraftsetableringar är tänkbara, men där det finns vissa motstående intressen. C-områden är områden som bedöms som olämpliga för vindkraft. Denna detaljerade planering möjliggör en strategisk utbyggnad av vindkraft där de mest lämpliga områdena identifieras och prioriteras, samtidigt som hänsyn tas till landskapsbild, naturvärden och kulturmiljöer.

Förhållande till lokalisering och detaljplanering:

Ängelholm har i sin översiktsplan pekat ut 13 områden som lämpliga för vindkraftsutbyggnad. Kommunen prioriterar effektivt resursutnyttjande och arbetar utifrån nationella mål för vindkraft och arbetar för att bidra till en hållbar energiproduktion genom att inkludera både land- och havsbaserad vindkraft i sin planering. De 13 områdena kompletteras med tydliga riktlinjer för lokalisering såväl som detaljplaneläggning för både stora och mindre verk.

7. Metodbeskrivning

Dokumentstudien är utförd med hjälp av ett AI-system. Denna metodbeskrivning beskriver AI-systemets funktion samt de val som gjorts vid den övergripande systemdesignen. AI-systemet använder tekniken generative pre-trained transformer (GPT). AI-systemet är framtaget inom ramen för projektet Energizoner i fysisk planering som huvudsakligt verktyg för en omfattande dokumentstudie. Syftet med dokumentstudien är att analysera styrdokument med koppling till energiproduktion och fysisk planering på regional och kommunal nivå. AI-systemets roll är att samla in, analysera och sammanfatta information från kommunala och regionala plandokument, såsom energiplaner, vindbruksplaner och översiktsplaner, för att belysa hur energiinfrastruktur hanteras och vilka gemensamma nämnare som kan identifieras. Analysen syftar till att ge en djupare förståelse för de rumsliga förutsättningar som påverkar utvecklingen av energizoner inom fysisk planering. Resultaten ska ligga till grund för att utveckla rekommendationer och metoder som är anpassade till hållbar energiproduktion och dess integration i den skånska planeringskontexten.

Metodbeskrivningen syftar till att skapa transparens kring utvecklingen och funktionen i AI-systemet samt underlätta framtida användning och anpassning av AI-systemet.

7.1. Syfte med dokumentstudien

Dokumentstudien syftar till att samla in, analysera och sammanfatta befintlig information inom energiplanering och fysisk planering på regional och mellankommunal nivå. Genom en systematisk

granskning av kommunala och regionala plandokument, såsom energiplaner, vindbruksplaner och översiktsplaner, belyses hur energiinfrastruktur behandlas i dessa dokument samt identifieras gemensamma mönster. Studien bidrar även till ökad förståelse för de geografiska förutsättningar som påverkar utvecklingen av energizoner i den fysiska planeringen. Det insamlade materialet kommer att ligga till grund för utformningen av en metodik anpassad till skånska förhållanden, med särskilt fokus på hållbar energiproduktion och dess integration i den kommunala och regionala planeringen.

7.2. Avgränsning av studerade dokument

Dokumentstudien täcker samtliga av Skånes 33 kommuner och omfattar översiktsplaner, energiplaner, vindbruksplaner, solbruksplaner samt eventuella tematiska tillägg till översiktsplaner som rör energiproduktion. En avgränsning har gjorts till dokument antagna efter 2010. Alla tillgängliga dokument som uppfyller dessa kriterier har inkluderats i studien. Sammanlagt har 57 antagna styrdokument granskats. Två kommuner, Bromölla och Simrishamn saknade aktuella dokument för analys. Det bör noteras att inga solbruksplaner fanns tillgängliga.

7.3. AI-systemets funktion

I studien har ett särskilt utvecklat AI-system använts för att analysera styrdokument inom offentlig förvaltning som rör energiproduktion och rumsliga planeringsfrågor. Metoden följer en flerstegsprocess där AI-systemet successivt granskar olika energislag och deras relation till

rumsliga begränsningar och expansionsmöjligheter. För att säkerställa hög noggrannhet och tillförlitliga

resultat tillämpas en intern valideringsprocess inom AI-systemet.

Analysprocess

Uppladdningsfas

I den första fasen av analysen laddar användaren upp ett styrdokument för granskning. Dokumentet är vanligtvis en planeringshandling, strategi eller policy kopplad till samhällsplanering och energiproduktion. För att säkerställa att analysen är relevant hämtas dokumentet direkt från användaren och inga andra datakällor används.

En viktig utmaning i AI-analysen är att hantera kontextfönstret på 128 000 tokens, vilket begränsar hur mycket information AI-systemet kan bearbeta samtidigt innan tidigare data raderas. Två lösningar har implementerats för att hantera detta:

1. Varje dokument analyseras separat för att säkerställa att minnet rensas och undvika sammanblandning av resultat.
2. Om dokumentet överstiger 70 000 ord (vilket motsvarar cirka 128 000 tokens) delas det upp i två delar, som analyseras var för sig.

Val av energislag

Användaren anger för AI-systemet vilket energislag som ska analyseras. Energislagen inkluderar landbaserad vindkraft, havsbaserad vindkraft, solkraft på mark, solkraft på tak, biogas, kraftvärme, fjärrvärme och energilagring. Syftet med detta steg är att dela upp arbetsuppgiften i mindre delar, vilket ökar tillförlitligheten i resultaten – en metod som ofta kallas "chunking". (Thorne et al., 2021) När energislaget har specificerats inleds analysen enligt en strukturerad process.

Tre analyssteg

Analysen är uppdelad i tre steg, där varje steg bygger vidare på det föregående:

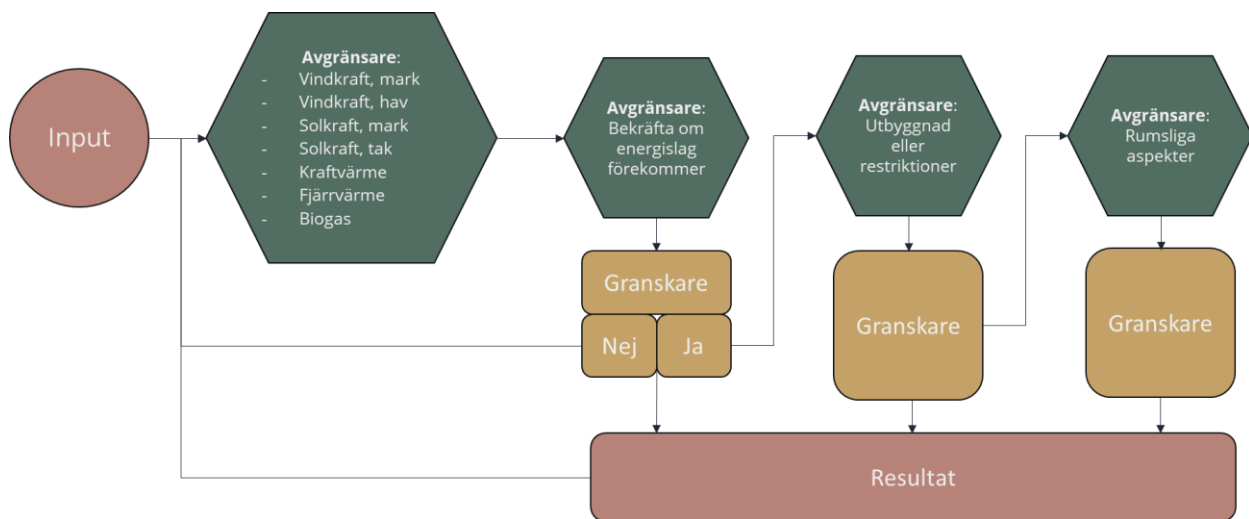
1. **Förekomst av energislag:** AI-systemet identifierar om det valda energislaget omnämns i dokumentet. Resultatet presenteras binärt ("Ja" eller "Nej"). Om energislaget inte nämns, går AI-systemet vidare till nästa energislag. Denna metod baseras på tekniken "chain of thought" (CoT),

som har visat sig förbättra logiskt resonemang i GPT-modeller genom att bryta ned komplexa uppgifter i hanterbara steg. (Wei et al., 2022)

2. **Analys av riktlinjer och strategier:** Om energislaget omnämns, granskar AI-systemet alla relevanta skrivningar, strategier och planer kopplade till energislaget. Särskilt fokus ligger på restriktioner för var energislaget kan placeras och vilka områden som identifierats för eventuell expansion. Denna stegvisa analys utgår också "chunking"-tekniken, där stora informationsblock bryts ned i mindre delar för att förbättra bearbetningen och öka förståelsen (Thorne et al., 2021). En fördefinierad resultattabell används för att AI-systemet ska kunna strukturera resultaten tydligt, vilket kallas "output structuring" och syftar till att öka tydligheten i analysen. (Thorne et al., 2021; Reynolds och McDonell, 2021)
3. **Geografiska och rumsliga faktorer:** Slutligen analyserar AI-systemet eventuella territoriella eller geografiska restriktioner, såsom miljömässiga, sociala eller rumsliga faktorer, som kan påverka energislagets expansionsmöjligheter. AI-systemet identifierar om specifika områden eller markanvändningar påverkar var och hur energislaget kan utvecklas och säkerställer att potentiella konflikter mellan restriktioner och utvecklingsplaner synliggörs.

AI-validering

En del av AI-systemets funktionalitet bygger på en metod som kallas "Tree of Thoughts"-processen (ToT). Denna process innebär att två simulerade AI-system arbetar parallellt inom samma ramverk. I detta fall ansvarar det ena systemet för att analysera det uppladdade dokumentet enligt de tidigare stegen, medan det andra systemet validerar



Figur 11. AI-systemets analysprocess.

resultaten mot det ursprungliga dokumentet. De två enheterna reflekterar gemensamt över sina resonemang i realtid, på ett sätt som liknar olika förgreningar i ett beslutsträd. Genom att överväga tidigare slutsatser och parallella tankebanor, strävar systemen efter att förbättra analysen löpande.

Enligt teorin bakom "Tree of Thoughts" används parallella tankegångar och alternativa förslag för att optimera beslutsprocessen och öka resultatets noggrannhet (Yao et al., 2023). Syftet med denna metod är att undvika felbedömningar och säkerställa att resultaten blir noggrant granskade.

Sammanfattning och modell

AI-systemet kombinerar avancerade metoder för att analysera de rumsliga aspekterna av energiproduktion genom en noggrant strukturerad process, som inkluderar validering i varje steg. Genom att integrera tekniker från relevant forskning möjliggörs en detaljerad och noggrann analys som ger insikter i hur styrdokument behandlar energirelaterade frågor. Ovan presenteras AI-systemets analysprocess i ett flödesschema.

Teknisk specifikation

AI-modellen som används i studien är baserad på OpenAI Chat-GPT och bygger på GPT-teknologin. Den specifika versionen som används är gpt-4o-2024-08-06, med ett kontextfönster på 128 000

tokens och en maximal outputkapacitet på 16 384 tokens.

Extern validering som komplement till AI-styrd validering

Som ett komplement till AI-systemets inbyggda validering har en extern validering utförts med traditionella metoder, där användaren, snarare än AI, granskar resultaten. Tre olika metoder har använts för att hantera olika typer av utmaningar och för att anpassa valideringen till projektets omfattning. Vid en större studie rekommenderas ett utökat urval för valideringen. Följande scenarier har granskats:

1. **Löpande validering:** Detta scenario bygger på att AI-systemets beräkningskapacitet begränsas av tre faktorer: mängden indata, mängden utdata och den totala beräkningskapaciteten över tid. När något av dessa tröskelvärden överskrids ökar risken för felaktiga resultat. Användaren har därför löpande bedömt rimligheten i resultaten för att upptäcka när ett tröskelvärde överstigs, vilket gör det möjligt att avbryta analysen och starta om med ny beräkningskapacitet.
2. **Falska-positiva resultat:** Detta scenario bygger på hypotesen att AI-systemet kan ha identifierat strategier eller riktlinjer som inte finns i dokumentet. Scenariot valideras genom ett sekventiellt urval, där var 50:e slutsats i AI-

systemets resultattabell kontrolleras mot det analyserade dokumentet.

- 3. Falska-falska resultat:** I detta scenario undersöks om AI-systemet kan ha utelämnat information i sin resultatsammanställning. Valideringen genomförs genom att en mänsklig sammanställning av tre dokument jämförs med AI-resultaten. Dokumenten väljs slumpmässigt och inkluderar en översiktsplan, en energiplan och ett tematiskt tillägg till en översiktsplan med fokus på vindkraft. I översiktsplanen kontrolleras resultaten för solceller, i energiplanen granskas fjärrvärme och kraftvärme och i det tematiska tillägget kontrolleras vindkraft.

Resultat från löpande validering

Den löpande valideringen har identifierat följande resultat:

- Dokument som överstiger 70 000 ord behöver delas upp i två separata analyser, där användaren sedan sammanfogar resultaten.
- Mängden utdata har inte medfört någon försämring av resultatens kvalitet.
- Den totala beräkningskapaciteten varierar beroende på vilken modell som används. För mer omfattande studier rekommenderas att API används för att undvika kapacitetsproblem. Vid användning av OpenAI gpt-4o-2024-08-06 har ett genomsnitt om åtta dokument kunnat analyseras innan beräkningskapaciteten behöver återställas.

Resultat Falska-positiva resultat

Vid kontrollen av falska positiva resultat granskades 20 slutsatser från analysen utifrån tre kategorier, där dokumenten manuellt analyserades för att verifiera de slutsatser som identifierats av AI-systemet. De tre kategorierna är:

1. **Falska resultat:** Slutsatser som förekommer i analysresultaten men inte i dokumentet.
2. **Sanna resultat:** Slutsatser som förekommer både i analysresultaten och i dokumentet.
3. **Korrekt analys:** Slutsatser som inte explicit framgår av dokumentet men som är korrekta baserat på dokumentets övergripande innehåll. Exempelvis kan ett förbud mot all byggnation i ett område även tolkas som ett förbud mot byggnation av vindkraftsanläggningar, trots att detta inte uttryckligen nämns.

Resultaten från valideringen av falska positiva resultat visade att det fanns 1 falskt resultat, 3 korrekta analyser och 16 sanna resultat, vilket motsvarar en precision på 95 procent. Det falska resultatet uppstod på grund av en feltolkning där ett regionalt mål, i avsaknad av kommunala mål, tolkades som något kommunen aktivt arbetar med, trots att detta inte framgick av dokumentet. En viktig observation var att ju mer konkreta dokumenten var, desto fler sanna resultat identifierades. De korrekta analyserna uppstod oftare i fall där dokumentens slutsatser var mer vaga, vilket krävde en viss tolkning från AI-systemet.

Resultat Falska-falska resultat

Resultaten för de tre studerade resultaten följer nedan:

- **Kävlinge översiktsplan:** AI-systemets resultat överensstämde med alla slutsatser från den manuella valideringsanalysen. AI-systemet identifierade även flera korrelerande delar i dokumentet, exempelvis områden med översvämningsrisk som inte lämpar sig för solcellsanläggningar, trots att denna koppling inte uttrycks direkt i dokumentet. I vissa fall tenderar AI-systemets formuleringar att vara något mer precisa eller skarpa än översiktsplanen själv, till exempel genom uttalanden som "Solenergi ses som en viktig del i kommunens energiförsörjning." Detta kan betraktas som en svaghet, då termen "viktig" inte specifikt nämns i dokumentet.
- **Hässleholms energiplan:** AI-systemets analys fångade alla slutsatser som även identifierades av den manuella valideringsanalysen. Dessutom identifierade AI-systemet ytterligare slutsatser som den mänskliga analysen missade. Dessa ytterligare resultat kontrollerades och visade sig stämma överens med dokumentets innehåll.
- **Örkelljunga tematiskt tillägg till översiktsplan, Vindkraft:** Dokumentet är mycket omfattande och innehåller många områden, restriktioner och strategier. AI-systemet identifierade alla delar som också fångades upp av den manuella valideringsanalysen. Dessutom upptäckte AI-

systemet ett betydligt större antal slutsatser som överensstämmer med dokumentets innehåll. Det bör dock noteras att dokumentets omfattning gjorde att AI-systemet arbetade med en högre abstraktionsnivå, vilket innebar att vissa detaljerade slutsatser utelämnades, vilket kan vara betydelsefullt vid mer detaljerad planering.

Sammanfattningsvis, visar de tre

valideringsstegen på en hög grad av tillförlitlighet i AI-systemets resultat. Dock bör en viss försiktighet iaktas vid arbete med källmaterialet, då felmarginalen inte är 0 %. Resultaten från valideringen av falska negativa resultat indikerar dock att AI-systemet fångade relevanta slutsatser mer effektivt än den motsvarande manuella analysen och dessutom på ett betydligt mer tidseffektivt sätt.

Referenser

Energimyndigheten (2024a) [Energimyndigheten kartlägger potential för fossilfri energi och ser över riksintressen](#)

Energimyndigheten (2024b) [Potentiella områden för fossilfri energi](#)

Reynolds, L., & McDonell, K. (2021) Prompt Programming for Large Language Models: Beyond the Few-Shot Paradigm. *arXiv preprint arXiv:2102.07350*.

Thorne, J., Vlachos, A., Christodoulopoulos, C. och Mittal, A. (2021) Chunking for Text Processing in NLP. *Journal of Natural Language Processing*, 5(3), s. 45-57.

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Ichter, B., Xia, F., Chi, E.H., Le, Q. och Zhou, D., (2022) Chain of Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models. *arXiv preprint arXiv:2201.11903*.

Yao, S., Wu, Y., Bakker, B., Cao, Y., Gundersen, A. och Liu, J., (2023) Tree of Thoughts: Deliberate Problem Solving with Large Language Models. *arXiv preprint arXiv:2305.10601*.

Region Skåne
291 89 Kristianstad
Telefon: 044-309 30 00
utveckling.skane.se

Region Skåne

