

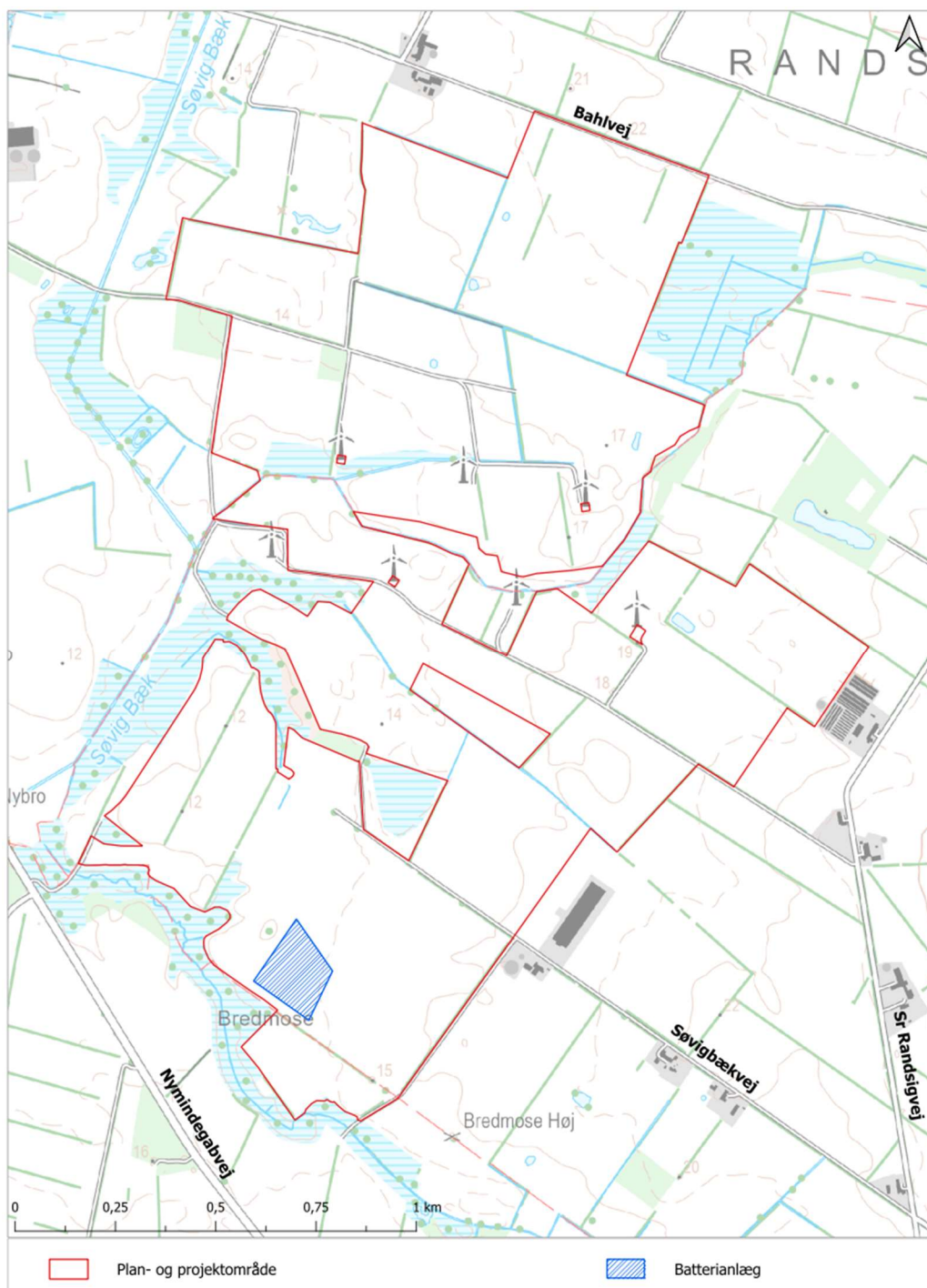
VITTARP – BATTERIANLÆG

PROJEKTBEKRIVELSE

VERSION 2

1.1.1 Område til batterier

For at sikre den rette balance mellem elproduktionen fra solcelleanlægget og behovet for levering til det offentlige elnet, etableres der som en integreret del af anlægget et batterianlæg, også kaldet Battery Energy Storage System (BESS). Batterianlægget er en integreret og nødvendig del af solcelleanlægget, og der udlægges, jf. Figur 1, et område til batterianlæg på ca. 2,5 ha.



Figur 1: Oversigtskort. Plan- og projektområdet vist med rød linje. Byggefelt for batterianlægget er markeret med blå skraveret linje.

Batterianlægget vil få en væsentlig positiv effekt på anlæggets drift og bidrage til en mere stabil og effektiv produktion af grøn strøm til elnettet.

Der anvendes litium-jern-fosfat (LFP) batterier. Batterierne forventes placeret i 20 fods ISO-containere som indeholder:

- **Battericeller:** De centrale lagringsenheder, typisk lithiumion. Tusindvis af celler arbejder sammen for at lagre store mængder energi.
- **Batterimoduler og -stativer:** Battericontainere er fyldt med batterimoduler bestående af tusindvis af battericeller. Disse udgør den primære energilagringsenhed i systemet. Cellerne er grupperet i moduler og stablet i stativer, hvilket gør lagringen lettere at skalere og administrere.
- **Batteristyringssystem** (Battery Management System; BMS): Styrer opladningen og afladningen af batterierne, overvåger deres temperaturer og tilstand, og beskytter mod potentielle fejl som overophedning.
- **Strømstyringssystem** (Power Conditioning System; PCS): Omfatter inverterer og konvertere, der omdanner den lagrede jævnstrøm (DC) fra batterierne til vekselstrøm (AC). Disse komponenter er nødvendige for at integrere energien i elnettet eller til konkrete applikationer.
- **Ventilation og kølesystemer:** Battericontainere er udstyret med ventilations- og kølesystemer, der hjælper med at holde batterierne indenfor sikre temperaturområder og forhindre overophedning.
- **Brandsikring:** Sikkerhedssystemer til brandsikring, detektion af røg og varme, og automatiske brandbekæmpelsessystemer er ofte en del af battericontaineren. Systemerne håndterer potentielle brandrisici ved at reagere på f.eks. overophedning eller røggas.



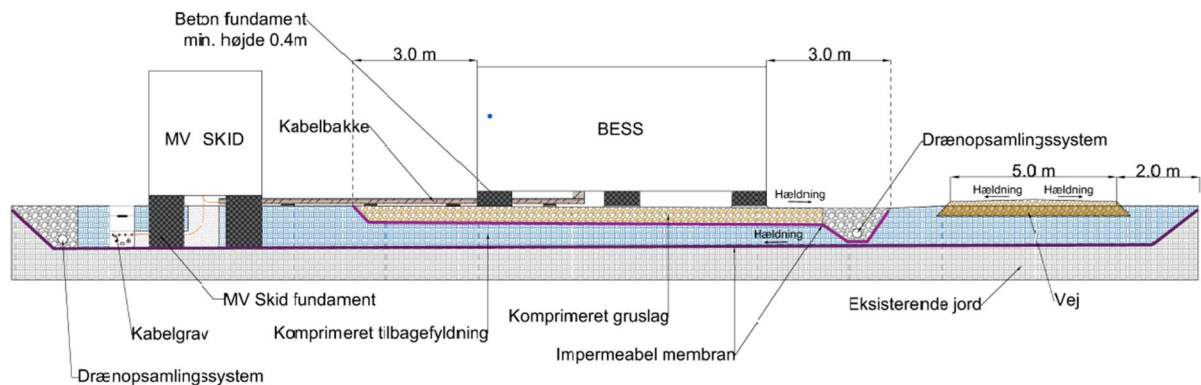
Figur 2 - Eksempel på batterisystem i container med tilgang fra døre i siden.

Foruden battericontainere og tilhørende tekniske installationer kan der indenfor området etableres nødvendige fordelingstransformere og invertere. Fordelingstransformere og invertere kan også etableres i en samlet enhed kaldet centralinverter. Invertere anvendt i batterianlægget kan, til forskel fra invertere i solcelleanlægget, have strøm begge veje og kaldes også konvertere.

Opbygning

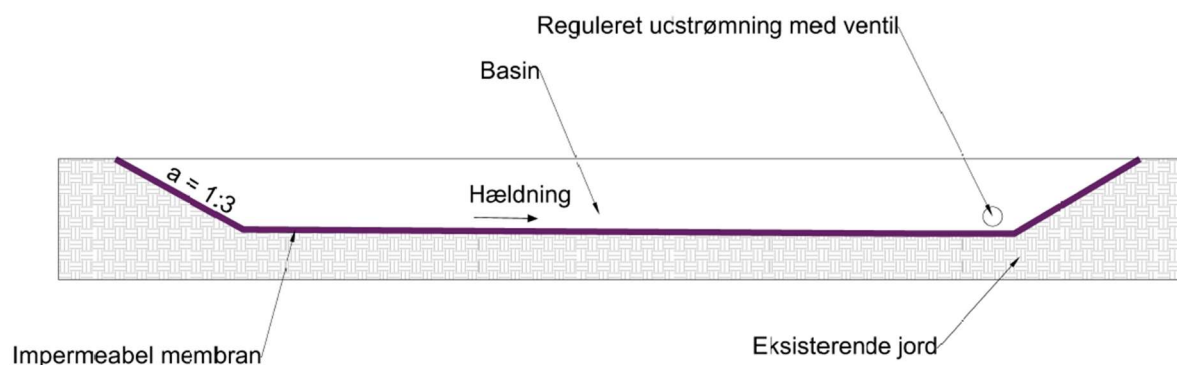
Battericontainere og fordelingstransformere vil blive hævet over jorden via betonfliser eller punktfundering og vil blive placeret på flere lag af komprimeret stabilgrus indeholdende en dobbelt impermeabel membran jf. figur 3.

Den nederste impermeable membran vil ligge under hele batterianlægget. Over den nederste membran udlægges der et lag af komprimeret stabilgrus hvorpå den øverste impermeable membran etableres. Oven på den øverste membran udlægges der endnu et lag af komprimeret stabilgrus som etableres med et fald på ca. 2% imod et omfangsdræn, som leder til et opsamlingsbassin. Det andet stabilgruslag er hydraulisk isoleret fra det nederste lag hvilket forhindrer væskeudveksling imellem lagene. Membranerne vil være kemikalieresistent samt blive svejset og testet for tæthed. Membranerne vil overholde relevante EU-standarder (EN 13492 samt EN 13493) og overholde lokale miljøkrav og byggeforskrifter.



Figur 3 - Principskitse af tværsnit for opbygning af underlag under battericontainer. Lilla farve er membraner. Ovenpå MV SKID, som er en platform til tekniske installationer, installeres fordelingstransformere.

Indenfor område til batterianlæg etableres et opsamlingsbassin, eventuelt indrettet med forbasin. Opsamlingsbassinet etableres med skrå sider (1:3), jf. Figur 4, og med en dybde på ca. 1 meter. Bassinet opføres med maksimale dimensioner 80 x 40 meter. Formålet med bassinet er at opsamle vand fra eventuel brandbekæmpelse, hvor vandet vil blive brugt til at forhindre spredning af en brand til omkringliggende arealer. Dette vand kan potentielt indeholde materialer fra batterierne og vil efterfølgende kunne bortskaffes på kontrolleret vis til godkendt modtager.



Figur 4: Princip for opsamlingsbassin.

Både batterier og tilhørende fordelingstransformere placeres på betonfliser eller funderes med punktfundamenter, der holder undersiden af batterier og transformere ca. 0,4 m over det udlagte stabilgrus. Kabler mellem battericontainere og invertere samt fordelingstransformere føres over jorden via kabelbakke. Øvrige kabler fra batterianlægget til solcelleanlægget føres som jordkabler.

Dette design sikrer, at eventuelt brandbekæmpelsesvand frit kan flyde til et opsamlingsbassin, hvilket er afgørende for effektiv håndtering af brandbekæmpelsesvandet. Desuden vil denne havede placering også have en positiv effekt i tilfælde af oversvømmelse, da det forhindrer vand i at nå de elektriske komponenter.

Afhængigt af jordbundsforhold kan der blive anvendt pælefundering, som vil have deres spids i kompetent jord, mindst 1 meter under stabilgruset, hvilket sikrer en frostfri dybde og dermed stabilitet. Pælene vil have en diameter på cirka 0,3 m eller dimensioner på 0,3 x 0,3 m, med en pæl placeret i hvert hjørne af en 20-fods container. Dette giver en robust og stabil støtte til containerne.

Omfang

Batterianlægget forventes at få en effekt på ca. 140 MWac og en kapacitet på 560 MWh. Område til batterianlæg, ca. 2,5 hektar, forventes at indeholde følgende komponenter, som er angivet med maksimale dimensioner:

- Op til 125 stk. battericontainere med tilhørende tekniske installationer (*7,0 meter længde, 3,0 meter bredde, 4.0 meter højde*)
- Invertere
- Op til 32 stk. fordelingstransformere (*7.0 meter længde, 3.0 meter bredde, 3.0 meter højde*)
- Op til 32 stk. centralinvertere (*7.0 meter længde, 3.0 meter bredde, 3.0 meter højde*)
- 1 kontrolbygning med koblings- og kontroludstyr på op til 150 m² med totalhøjde på op til 5,5 m.
- Opsamlingsbassin (*etableres med hældning 1:3*)
- Kørefaste veje i grus med vejbredde på minimum 5 meter. Ved 90 graders sving vil vejbredden være op til 7 meter.

Det bemærkes, at der enten vil blive anvendt fordelingstransformere med invertere, som opstilles separat, eller centralinvertere, som både indeholder fordelingstransformere og invertere. Battericontainerne forventes at være standard 20 fods-ISO containere.

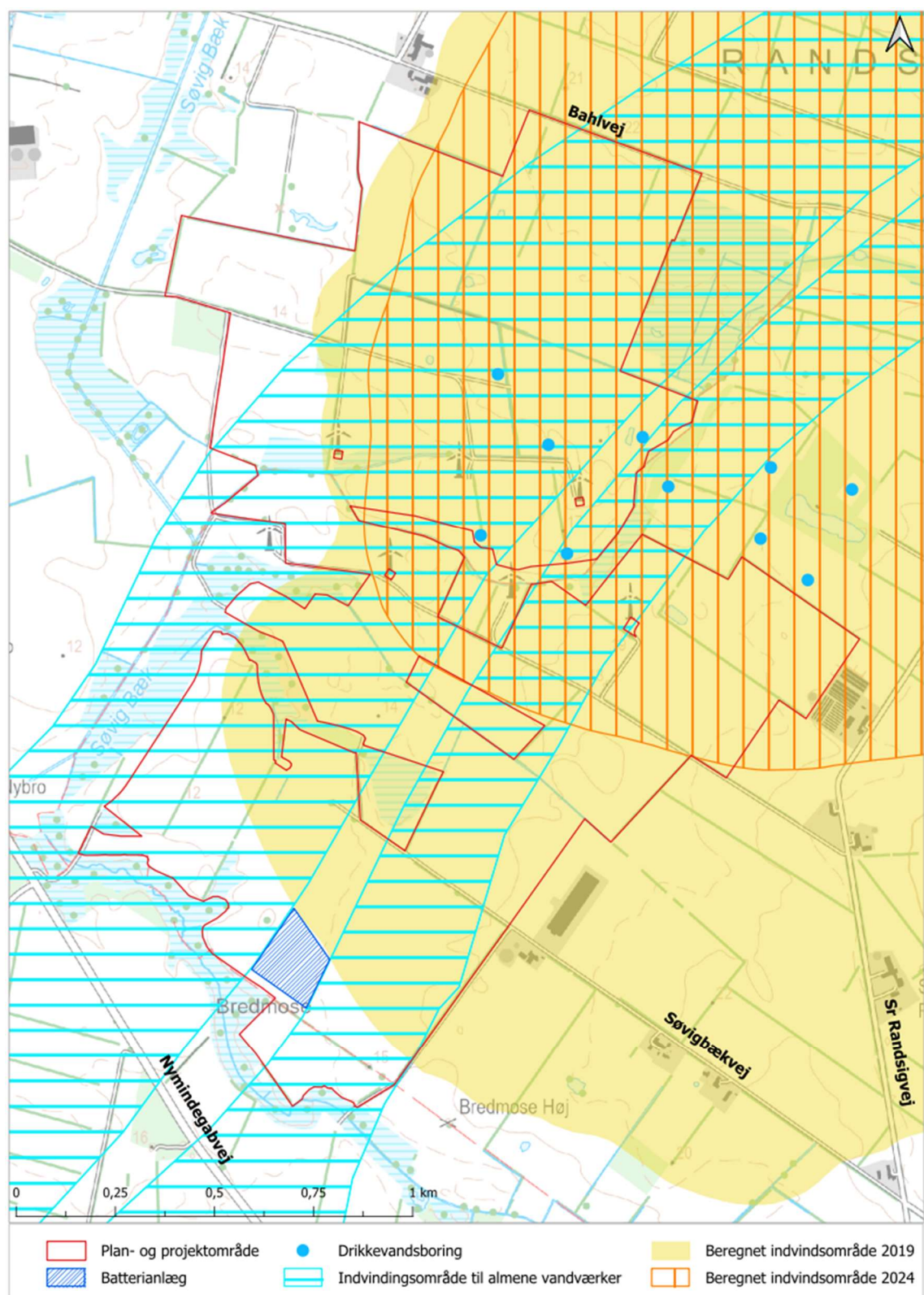
Af det samlede areal til batterianlæg, udgør det faktisk bebyggede areal ca. 2.670 m², hvilket inkluderer battericontainere samt tilhørende teknikbygninger som fordelingstransformere eller centralinvertere. Det vil sige, at det bebyggede areal kun udgør ca. 10,7 % af de 2,5 hektar. Resten af arealet anvendes til afstand mellem containere, adgangsveje, vendepladser og opsamlingsbassin.

Hvis der ikke udlægges batterianlæg på det fulde areal, udlægges restarealet som udgangspunkt med solceller.

Placeringsprincipper

Det udlagte område til batterianlæg er udlagt udenfor indvindingsområde til almene vandværker samt udenfor forventede indvindingsområder til Din Forsynings drikkevandsboringer indenfor, og i tilknytning til plan- og projektområdet - se figur 4 på næste side. Det bemærkes, at de forventede indvindingsområder er beregnet af DIN Forsyning i hhv. 2019 og 2024 efter forskellige metodikker. Fastlægning af det endelige indvindingsområder sker efter vurdering fra Miljøstyrelsen.

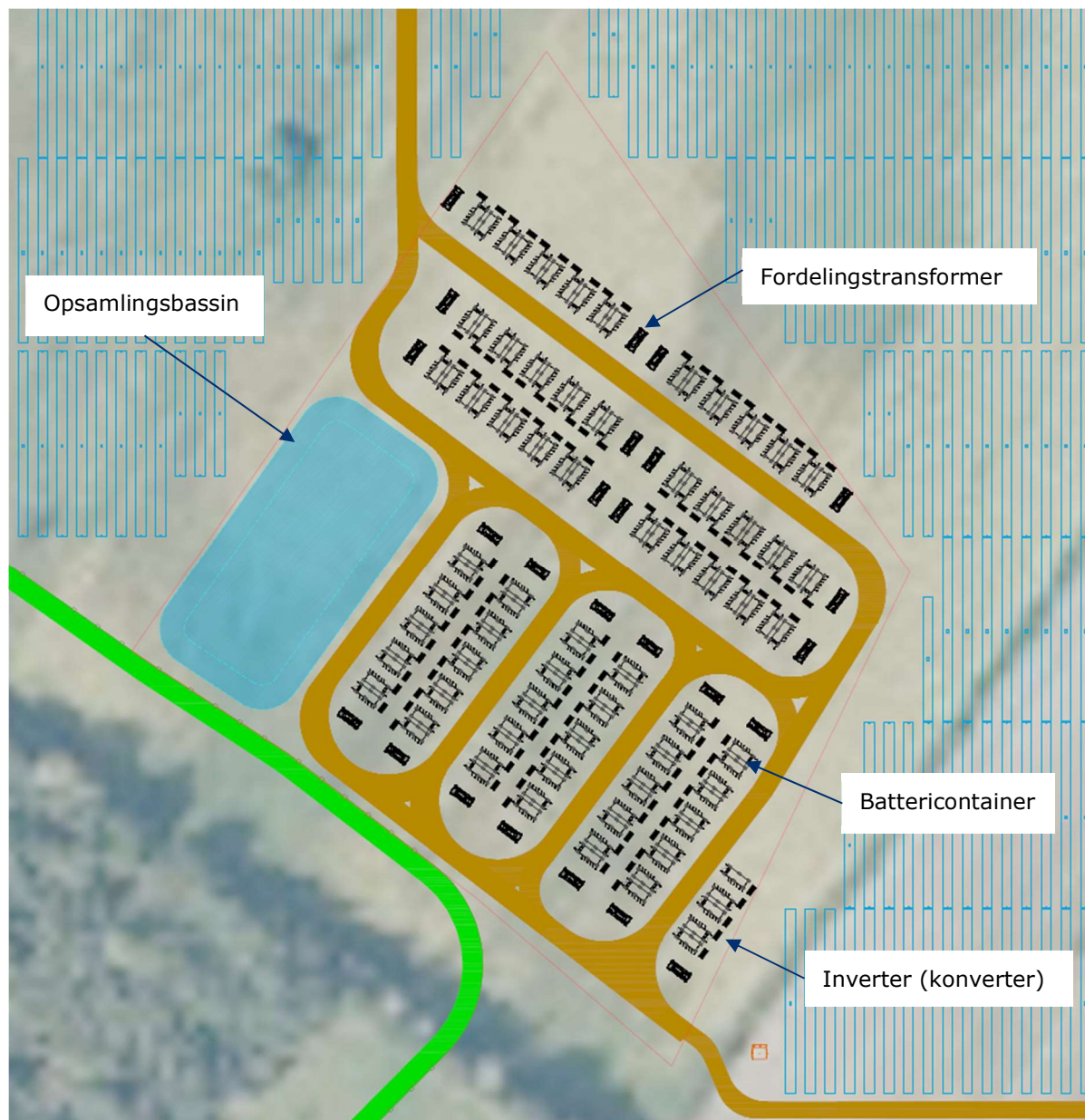
Område til batterianlæg er udlagt med en respektafstand på 25 meter til § 3 beskyttet natur.



Figur 5 – Oversigtskort med placering af batterianlæg ift. drikkevandsinteresser i området.

Vejledende illustrationsplan

På nedenstående kort vises et vejledende princip for indretning og placering af batterianlæg sammen med solcelleanlæg på trackerstativer. På kortet vises princippet for placering af solceller, battericontainere, opsamlingsbassin, teknikbygninger, vejanlæg, beplantningsbælte mv.. Illustrationsplanerne er udarbejdet ved hhv. solcelleanlæg på faste stativer og for solcelleanlæg på trackerstativer.



Figur 6 – Vejledende parklayout for solcellepaneler på trackerstativer og batterianlæg. Blå struktur er solceller og gul signatur er interne serviceveje. Beplantningsbælter er vist med grønne nuancer. Placering af opsamlingsbassin er vist med blå. Battericontainere, fordelingstransformere og placering af invertere er vist med sort.



Figur 7 – Vejledende parklayout for solcellepaneler på faste stativer og batterianlæg. Blå struktur er solceller og gul signatur er interne serviceveje. Beplantningsbælter er vist med grønne nuancer. Placering af opsamlingsbassin er vist med blå. Battericontainere, fordelingstransformere og placering af invertere er vist med sort.

Det bemærkes, at begge layouts er udført med fordelingstransformere med invertere(konvertere), som opstilles separat. Afhængigt af teknologileverandør, kan anlægges også opstilles med centralinvertere, som både indeholder fordelingstransformere og invertere. Det bemærkes, at område til batterianlæg anlægges med minimum to adgangsveje af hensyn til en eventuel beredskabsindsats.

Brandforebyggende tiltag i forbindelse med batterianlæg

For at afbøde risikoen for en brand i batterianlægget implementeres der en række tiltag.

Disse inkluderer:

- Effektiv ventilering

For at forhindre ophobning af brændbare gasser så som hydrogen, methan, og carbonmonoxid i de lukkede containere etableres der et udsugningssystem for ventilering af brændbare gasser. Systemet består af en udsugningsventilator der udsuger luft for at reducere koncentrationen af brændbare gasser samt en udsugningskontroller der via overvågning og monitoring modtager instruktioner fra gasdetektoren om at starte eller stoppe udsugningsventilatorerne og blandingsflowventilatorerne. Udsugningssystemet er automatisk og kan ikke umiddelbart betjenes eller afbrydes.

- Trykaflastning

Der indarbejdes trykaflastningssystemer i BESS-anlæggene. Trykaflastning hjælper med at reducere risikoen for eksplosionsfare ved at frigive opbygget tryk inden i containeren, som kan opstå ved afgasning af brændbare gasser. Dette kan for eksempel være eksplosionspaneler, der åbner ved et bestemt tryk.

- Brandslukningssystemer

Der er installeret brandslukningssystemer med gas i hver container. Disse hjælper med at kontrollere og slukke branden hurtigt, hvilket reducerer længden af tiden, hvor batterierne udsættes for varme og afgiver brændbare gasser.

- Overvågning og detekteringssystemer

Der installeres automatiske overvågnings- og detekteringssystemer i hver container der ved brug af sensorer overvåger niveauet af brændbare gasser, så man hurtigt kan identificere en kritisk situation. Hvis sensorerne registrerer forhøjede niveauer af brændbare gasser, kan alarmsystemer aktiveres, og nødvendige sikkerhedsprocedurer kan igangsættes for at forhindre en eksplosion.

- Sikkerhedsafstande

Battericontainerne placeres med følgende afstande:

- Afstande mellem battericontainerne skal være minimum 5 meter front til front.
- Afstanden bagside til bagside skal være minimum 0,6 m.
- Afstanden fra containerside til containerside skal være minimum 1,5 m.
- Afstanden fra containerende til konverter er 1,5 m.
- Afstand til andre bygninger internt i anlægget: 5 meter med åbning væk fra nærliggende bygninger.
- Alle interne veje i batterianlægget skal være mindst 5 meter brede med venderadier på op til 7 meter ved 90 graders sving.
- Sikkerhedsafstand til naboskel samt vej- og stier skal være minimum 10 m.
- Redningsmandskab skal anvende beskyttelsesudstyr i form af åndedrætsværn og beskyttelsesdragter samt overvåge eventuelle røggasemissioner gennem sensorer for at justere evakueringsafstande og håndtering af branden. Naboer og personel bør evakueres mindst 50 meter væk fra branden i første fase og dernæst foretages vurdering af vindretning og terræn.
- Afstande til naboer skal desuden overholde vejledende støjgrænser.

- Regelmæssig kontrol og sikkerhedsprotokoller
Der udarbejdes en drifts-, kontrol- og vedligeholdelsesplan (forkortes ofte DKV-plan). En drifts-, kontrol- og vedligeholdelsesplan vil som minimum indeholde følgende:
 - Brandtekniske godkendelser med tilhørende tegningsmateriale og evt. brandteknisk dokumentation (brandstrategi).
 - Beskrivelse af hvordan og hvor ofte de aktive og passive brandmæssige foranstaltninger skal vedligeholdes og kontrolleres.
 - Frekvens og krav til dokumentation for inspektion, kontrol og vedligeholdelse af de aktive og passive brandmæssige foranstaltninger.
 - Log over egenkontrol over foranstaltninger til at minimere kritisk varmeudvikling.
 - Log over brandtekniske installationer, hvori alle væsentlige begivenheder indgår.
 - Skemaer for egenkontrol.
 - Rapporter fra kommunalbestyrelsens (redningsberedskabets) brandsyn og tilbage-melding på, hvorledes der er fulgt op på eventuelle anbefalinger, påbud og forbud fra redningsberedskabet.

Efter vedtagelsen af plan- og miljøgrundlaget og i forbindelse med det egentlige byggeri udarbejdes der en detaljeret beskrivelse af sikkerhedsproceduren i en beredskabsplan som også beskriver den endelige arealdisponering af batterianlægget. Her beskrives vejadgang, vejbredder, mulighed for vendepladser m.m. Herunder hvordan brand håndteres i henhold til risiko for det øvrige VE-anlæg. Det bemærkes, at område til batterianlæg anlægges med minimum to adgangsveje af hensyn til en eventuel beredskabsindsats.

Årsager til brand i batterier

I nærværende projekt benyttes lithiumjernfosfat batterier (LFP-batterier), som har en høj sikkerhedsprofil. Kombinationen af kemisk stabilitet, høj modstand mod overophedning, ingen oxygenfrigivelse og et kontrolleret energiniveau gør, at de ikke anses som mere sikre i forhold til brand¹, ², ³. I denne rapport refereres der generelt til batteritypen som "litiumionbatteri".

Brande i litiumionbatterier kan opstå af forskellige årsager. Nogle af de primære årsager inkluderer:

- Fejl inde i battericellen: En kemisk reaktion kan starte som følge af en fejl i en af cellerne, hvilket kan føre til kortslutning og varmestigning i cellen.
- Forkert håndtering: Hvis battericellerne bliver tabt, knust eller gennemboret, kan dette føre til en ukontrollabel brand.
- Ekstern varmepåvirkning: Varmepåvirkning fra eksterne kilder, så som en nærliggende brand, kan også overophede batteriet.
- Fabrikationsfejl: Defekter i produktionen af cellen eller batteriet kan medføre brand.
- Ekstern kortslutning: Kortslutninger i batterisystemets elektronik eller tilknyttede tekniker kan udløse en brand.
- Fejl ved opladning/afladning: Problemer under opladning eller afladning kan føre til overophedning og brand.

¹ Advances and perspectives in fire safety of lithium-ion battery energy storage systems. Zhuangzhuang Jia, Kaiqiang Jin, Wenxin Mei, Peng Qin, Jinhua Sun and Qingsong Wang. [Advances and perspectives in fire safety of lithium-ion battery energy storage systems - ScienceDirect](#)

² Experimental analysis and safety assessment of thermal runaway behavior in lithium iron phosphate batteries under mechanical abuse. Zhixiong Chai, Junqiu Li, Ziming Liu, Zhengnan Liu and Xin Jin. [Experimental analysis and safety assessment of thermal runaway behavior in lithium iron phosphate batteries under mechanical abuse | Scientific Reports](#)

³ LiFePO4 Battery Safety Features: A Deep Dive. Renewables Advice. [LiFePO4 Battery Safety Features: A Deep Dive](#)

- Brændbare komponenter: Batteriets opbygning inkluderer flere brændbare komponenter, såsom litium metal katode og organisk opløsningsmiddel.

Alle de ovennævnte faktorer kan føre til en ukontrollabel brand (eng. thermal runaway), som er en særlig tilstand, hvor temperaturen i batteriet øges på en selvforstærkende og ukontrolleret måde, hvilket kan resultere i selvantændelse.

Thermal runaway er central for forståelsen af de særlige risici, som opstår ved en brand i litiumionbatterier. Tilstanden kan medføre en række udfordringer:

- Selvforstærkende varmeudvikling: Når først thermal runaway er startet, bliver processen selvforstærkende. Batteriet genererer mere varme, end det kan afgive, hvilket forværrer situationen.
 - Kædereaktion: Den øgede temperatur kan sprede sig til omkringliggende celler, hvilket kan føre til en større brand og eskalere skaden markant.
 - Gasemissioner: Ved thermal runaway genererer batteriet giftige og brandfarlige gasser som kuldioxid (CO₂), kvælstofoxider (NO_x), hydrogencyanid (HCN), hydrogenchlorid (HCl), kulmonoxid (CO) og hydrogenfluorid (HF), hvilket udgør en stor fare for både mennesker og miljø.
 - Eksplosionsfare: Ophobning af brandfarlige gasser så som hydrogen (H₂), carbonmonoxid (CO), methan (CH₄), fluorholdige forbindelser samt ethylen (C₂H₄) og propan (C₃H₈) kan skabe en eksplosiv atmosfære omkring batterierne, især hvis de befinder sig i lukkede rummene som containere.
- Stranded energy: Efter en brand kan der stadig være energi tilbage i batterierne, hvilket kan medføre yderligere risiko for antændelse.

1.1.2 Brandbekæmpelsesstrategi for et BESS-anlæg

At bekæmpe en brand i et BESS-anlæg bestående af mange containere i det fri kræver en systematisk tilgang med flere trin og strategier, afhængigt af typen af brand og anlæggets specifikationer.

På European Energys anlæg anvendes følgende metoder og strategier:

- Aktivisering af interne slukningssystemer: Battericontainerne er udstyret med et automatisk gasbaseret brandbekæmpelsessystem, som anvendes til at slukke brande ved at fjerne ilt fra forbrændingen i containeren.
- Kontrolleret afbrænding ("Lad det brænde ud"): Hvis det gasbaserede slukningssystem ikke kan slukke branden, anvendes en strategi som benævnes "lade det brænde ud". Her anvendes vand til at køle de omkringliggende enheder og forhindre brandspredning men selve den brændende container lader man brænde ud. Der er tale om en passiv brandsikring imellem containerne.
- Opsamling af brandbekæmpelsesvand: På European Energys anlæg kan brandbekæmpelsesvandet opsamles på en kontrolleret og sikker måde. Battericontainerne står på punktfundamenter hvorunder der er udlagt skrånende komprimeret stabilgrus samt dobbelt impermeable membraner som effektivt forhindrer eventuelt forurenset brandbekæmpelsesvand i at nedsive til undergrunden og som leder vandet til et antal af opsamlingsbassiner hvor det kan prøvetages med henblik på bortskaffelse til godkendt modtager.
- Sikkerhedsafstande og skiltning: Der etableres passende sikkerhedsafstande imellem containerne, og tydelig skiltning med mærkning af litium-ion-batterier der sikrer, at redningsberedskabet hurtigt kan danne sig et overblik over risici.
- Advarsels- og alarmsystemer: Detektorer for brændbare gasser og brandsignaler hjælper med at vurdere situationen og iværksætte alarmoverførsel i tilfælde af brand.

1.1.3 Sandsynligheden for brand i BESS-anlæg med containere i det fri

Sandsynligheden for en brand i et BESS-anlæg med containere i det fri afhænger af flere faktorer herunder: Design, installation, placering, regelmæssig inspektion og overvågning af batterisystemerne samt vedligeholdelse af anlægget.

For at nedsætte risikoen for en brand er det nødvendigt at overveje:

- Placering i det fri: At placere BESS i det fri eller i containere reducerer risikoen for brandspredning til andre bygninger og rum. Risikoen for, at en brand i BESS spreder sig til omkringliggende områder, er derfor væsentligt mindsket ved placering i det fri.
- Brandslukningssystemer: Installation af effektive brandslukningssystemer, som gasbase-rede systemer samt passende ventilation, bidrager til at mindske risikoen for brandudbredelse.
- Sikkerhedsafstande: Overholdelse af sikkerhedsafstande mellem containere og omkringliggende områder er en afgørende faktor i at minimere risikoen for brandspredning.
- Brug af stabile batterityper: Nogle batterityper, som litium-jern-fosfat (LFP) batterier, har en lavere risiko for thermal runaway og brand på grund af deres kemiske stabilitet.
- Ventilation og køling: Effektiv ventilering og køling af containerne forhindrer ophobning af brændbare gasser, hvilket mindsker eksplosionsfaren og brandrisikoen.
- Beredskabsplaner og overvågning: Implementering af klare beredskabsplaner og konstant overvågning af anlægget kan markant reducere risikoen for opståen af brand og sikre hurtig responstid ved eventuelle hændelser.
- Fejlhåndtering: Industriens indsats for at forbedre sikkerheden af batterianlæg har reduceret fejlraten betydeligt, hvilket også bidrager til at mindske sandsynligheden for en brand.

Selvom sandsynligheden for brand aldrig kan reduceres til nul, hjælper disse foranstaltninger med at minimere risikoen og sikrer, at eventuelle brande begrænses og håndteres effektivt, så de ikke spreder sig eller forårsager omfattende skader.

Alle de oplistede elementer ovenfor er en del af det planlagte batterianlæg med undtagelse af det sidste punkt som omfatter den samlede industri.