<Note:

Denne bygningsdelsbeskrivelse er udarbejdet af Phønix Tag Materialer og navnet Phønix Tag Materialer/PTM fjernes, såfremt der kun ønskes neutrale betegnelser. Bygningsdelsbeskrivelsen forudsættes anvendt af personer, der er teknisk sagkyndige inden for bygningsdelsbeskrivelsens fagområder, og anvendelsen fritager ikke brugerne af bygningsdelsbeskrivelsen for deres sædvanlige ansvar. Anvendelsen sker helt på brugernes eget ansvar på samme måde som individuelt udarbejdede løsninger. Fagfolk der har deltaget i udarbejdelsen af bygningsdels-beskrivelsen, kan ikke gøres ansvarlig for anvendelsen af denne i praksis.>

<CCS kode eller anden identifikation>

**Tagdækning, Solceller samt PTM DuoTæt (2 lags glatdækning, SBS-bitumen)**

**4.1 Orientering**

Basisbeskrivelse – Tagdækning er sammen med den projektspecifikke bygningsbeskrivelse gældende for arbejdet.

**4.2 Omfang**Arbejdet omfatter komplet dimensionering, projektering, levering, opsætning og idriftsætning af de nærværende specifikationer omhandlende solcelleanlæg inkl. alle for anlæggets fuldstændige færdiggørelse nødvendige arbejder og leverancer. Herunder også sådanne, som ikke direkte er angivet, men som er nødvendige for anlæggets fuldførelse og funktion.

Entreprenøren skal på baggrund af egne tegninger, detaljer, forbindelses- og fortrådnings-diagrammer montere og udføre tilslutning af solcelleanlæggene. Alle nødvendige koordinerings-arbejder med øvrige fag og underentreprenører er indeholdt i nærværende entreprise.

Arbejdet omfatter:

Projektering, levering, opsætning, montering og idriftsætning af et komplet solcelleanlæg.

* Levering, opsætning, montering og fastgørelse af solcellepaneler og montagesystem placeret på tag.
* Anlægget monteres i henhold leverandørens anvisninger.
* Levering, etablering og opsætning af alle føringsveje for AC- og DC- installationer til solcelleanlæg og inverterer.
* Levering og montering af installation imellem solcellepaneler inkl. stikforbindelser og fastgørelser af disse.
* Levering og montering af installation imellem solcellepaneler og invertere.
* Komplet tilslutning og montering af inverterer.
* Levring og montering af installation imellem inverterer og bygningens elinstallationer inkl. hovedledning og sikkerhedsafbryder.
* Anmeldelse af anlægget til forsyningsselskabet.
* Levering og montering af fordelingstavle foran inverter.
* Levering og montering af faldsikring system for servicering af hele anlægget som er nødvendig udover det anviste i arkitekt projektet.
* Levering og montering af bi-måler for anlægget med udgang til M-bus.
* Levering og montering af nødstopafbryder ved ABA central.
* Overspændingsbeskyttelse (mod lynnedslag).

**Følgende leveres ikke, men monteres under arbejdet**

**Følgende leveres, men monteres under andet arbejde**

**Følgende leveres og monteres under andet arbejde**

* Tagrender, rendejern og nedløb monteres under andet arbejde.

**4.3 Lokalisering**Anlæggene placeres på taget i det på tegningen angivet areal.

**4.4 Tegningshenvisning**Der henvises til tegningslisterne.

**4.5 Koordinering**Det påhviler nærværende entreprenør at koordinere med andre håndværkere omkring arbejder før og under udførelsen af bygningsdelen.

Der skal foregå en tæt koordinering under projekterings- og udførelsesfasen mellem bl.a. entreprenør og ingeniør.

Ved montage af solcellepanelerne på tag, skal entreprenøren udvise forsigtighed for ikke at beskadige tagmembranen (f.eks. ved nedtrædning af skruer, beslag og lign.) og der skal medregnes udlægning af krydsfinerplader på tag hvor materialer lastes på tagene.

Overførelse af solcelleanlæggenes energiforbrug til CTS-anlæg sker via energimålere placeret i solcelleanlæggenes tavler.

**4.6 Tilstødende bygningsdele**

* VVS arbejder.
* Ventilationsarbejder.
* EL arbejder.

For solceller på tagflader sker udførelsen efter tagmembran er udlagt. Der skal anvendes en montageløsning, der er egnet til den anvendte membran i.h.t. leverandørens anvisninger.

**Forudgående bygningsdele / arbejder**Underlag for tagdækning i form af <XXX> og i henhold til PTM’s anvisning.

* EL arbejder.

**Efterfølgende bygningsdele / arbejder**

**4.7 Projektering**Der skal udarbejdes de nødvendige detailtegninger til planlægning og dokumentation af anlægget. Det skal udføres i henhold til leverandørens anvisninger.

Der skal udarbejdes de nødvendige detailtegninger til planlægning og dokumentation af anlægget.

Styrken af beslagenes limning, skal dokumenteres ved vindsug forsøg og ældningstest.

Projektmaterialet skal fremsendes til godkendelse hos tilsynet i god tid, inden arbejdet skal udføres. Projektmaterialet skal omfatte solcelleanlæggenes ydelse, materiale- og komponentvalg samt plan- og detaljetegninger til brug for arbejdets udførelse.

Der skal påregnes at tilsynet skal have materialet til gennemsyn i 10 arbejdsdage.

Der skal som minimum leveres:

* Beregning af solcelleanlæggets ydelse jf. PvSyst eller lignende program.
* Materialeliste.
* Plantegning med anlæggenes endelige placering på tag og inkl. placering af føringsveje.
* Plantegning af konstruktioner for solcelleanlæg og føringsveje.
* Statiske beregninger for konstruktioner på hhv. tag og stålkonstruktion.
* Detalje for montering af montagesystem på tagkonstruktion. Der skal her tages højde for minimering af kuldebroer og inddækninger sammen med tagmembran.
* Plantegning med faldsikringsplacering og statisk beregning for anlægget.
* Plan med fastgørelsespunkter for montagesystemer.
* Detalje for placering af føringsveje.
* Der udarbejdes tegninger med placering af alle samlinger.
* Der skal udarbejdes komplet EL dokumentation, herunder udarbejdelse af tegninger med alle kabler/forbindelser/inddeling af komponenter anført/inddeling af strømkredse.

Der beregnes hvor stor en kWh-produktion pr. år, der skal forventes fra anlæggene.

Solcelleanlægget skal projekteres for en samlet EL produktion på minimum <XX.XXX> kWh på et gennemsnitsår iht. prEN 15316 part 4.6. (anvend 950 kWh/m2)

Den samlede ydelse for anlægget er baseret på årlig minimumsproduktion.

Anlæggene skal have en samlet systemvirkningsgrad på minimum 0,8.

Placering af solcelleanlæggene samt pladsforhold er angivet på tegningerne. Der kan afsættes mere plads end de anførte arealer på bygning.

Leverandøren af solcelleanlæggene skal på baggrund af et i solcellebranchen anerkendt beregningsprogram beregne, hvor stor en årlig energiproduktion i kWh der forventes fra anlægget, idet bl.a. solcellernes lokalitet, placering, hældning, orientering, skyggeforhold og varmeafledningsforhold tages i betragtning. Skyggeforholdene på den relevante flade skal analyseres for optimal ydelse fra solcelleanlæggene.

Anlæggene skal projekteres, så der optræder minimum skygger på solcelleanlæggene. Ud fra det udarbejdede skyggediagram skal solcelleanlæggene opdeles i minimum 2-4 grupper, der opererer hver for sig, så optimale energiproduktion for anlæggene er tilstede henover dagen og evt. service på én af disse grupper ikke påvirker kWh-produktionen på andre grupper/anlæg.

Solcellepanelerne skal testes efter retningslinierne i IEC 904.

De elektriske forbindelser mellem solcelleanlægget og bygningens elinstallation projekteres / dimensioneres, leveres og monteres af nærværende entreprenør.

Nærværende entreprenør udarbejder dokumentation for det ydelsesmæssige fald, der er på solcellerne efter 5 år og 20 år samt for den forventede levetid af solcelleanlægget.

Anlæggenes konstruktioner skal være vedligeholdelsesfrie i minimum 25 år.

Projekteringen af solcelleanlæggene skal tage højde for, tilgængelighed på tag til service omkring solcellepanelerne samt fastgørelsespunkterne for tilkobling af sikkerhedsliner.

Alle el-installationer skal projekteres og udføres i henhold til gældende lovgivninger, herunder IEC 439, Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, herunder med særlig henvisning til afsnit 6A kapitel 712.

I bygningens hovedtavle skal solcelleanlæggene tilsluttes. Det skal tydeligt opmærkes med anlægsnummer og to el-forsyninger.

Der skal placeres en tydelig mærkning ved bygningens brandmandspanel, hvor det fremgår, at der er monteret solcelleanlæg på bygningens tag. Det skal koordineres med brandmyndighederne om der skal være supplerende oplysninger ved brandmandspanelet/indsatspunkt.

Entreprenøren skal fyldestgørende vise ændringer på eksisterende og nye arbejdstegninger og distribuere disse til byggeledelsen og øvrige entreprenører i nødvendigt omfang.

**4.8 Undersøgelser**

**4.9 Materialer og produkter**Solcellerne skal være af typen poly- eller monokrystallinske og have effektivitet på mindst 18%. Solcellemodulerne skal have en modul effektivitet på mindst 17%. (min. 0,16 kWp/m2).

Solcellepanelerne skal have en refleksfri og ikke spejlende overflade, der ikke er til gene for trafikanter og specielt lufttrafikken.

Solcellepanelerne skal være udstyret med minimum 3 stk. bypass-dioder placeret i forbindelsesboksen på solcellepanelernes bagside.

Inverterne skal have en virkningsgrad på mindst 98%, kunne producere ved lav solstråling (maks. 10W turn on power) og have en høj netstabilitet (ikke afkobling ved kortvarige forstyrrelser på forsyningsnettet).

Inverterne skal være forsynet med datalogger og mulighed for udlæsning af data til displays eller computere.

Invertere placeret udvendigt skal have en kapslingsklasse på min. IP55.

Invertere placeret indvendigt skal have en kapslingsklasse på min. IP21. Invertere placeret indvendigt skal placeres under hensyntagen til varmeafledningsforhold.

Montagesystemet skal kunne integreres i stålkonstruktionen der holder metalfladen.

Montagesystemet skal kunne klare belastningen fra solcellepaneler og de vejrmæssige forhold på taget.

Montagesystemet, beslag og befæstelse skal være varmegalvaniseret eller aluminium.

Føringsveje etableres i trækrør og kabelbakker med skillespor for netværkskabler. Kabelbakker skal være varmgalvaniseret.

Samledåser placeret udvendigt skal have en kapslingsklasse på min. IP55.

Samledåser placeret indvendigt skal have en kapslingsklasse på min. IP21.

I fordelingstavlen skal der placeres en Bi-måler for aflæsning af kWh-produktion, som minimum skal være en klasse II måler. Bi-måleren skal kunne kommunikere med CTS-anlæg via busforbindelse.

Gennemføringer i taget skal udføres med et rektangulært modulopbygget system der er UV bestandigt, brandtæt, vand- og lufttæt.

Systemet skal kunne håndtere kabler i flere dimensioner og let kunne skilles ad ved udskiftning af kabler. Systemet skal være opbygget til at kunne håndtere 2 stk. ekstra kabler <35 mm., ud over de kabler der skal anvendes til solcelleanlæggene i samme gennemføring.

**Tagpap**Tagmembranerne skal opfylde nedenstående specifikation og være mærket i henhold til EN 13707. Desuden skal den samlede opbygning af overmembran, undermembran og det aktuelle bærende underlag, opfylde kravene til brand-modstand klassificeret som Euroklasse Broof(t2) i overensstemmelse med EN 13501-5.

Tagmembranleverandøren skal kunne dokumentere stofudvaskning ifølge standard for prCN/TS 15863.

**Tagpap**

Type: SBS-bitumen

**Overpap:** Phønix Tag Materialer svejseovermembran

PTM BituFlex (PF 5000 SBS)

Farve på skiferbestrøning: <Sort naturskifer, kulsort, lys grå, teglrød, skovgrøn, NOXOUT>

Data: Vægt: 5,1 kg/m2

Tykkelse: 4,3 mm

Vandtæthed: Bestået/kPa

Trækstyrke: 800/500 N/50 mm

Brudforlængelse: 50/60%

Sømrivestyrke: 280/300 N

Peelstyrke i overlæg: 225 N/50 mm

Varmestabilitet: 115°

Varmestabilitet efter ældning: 100°

Kuldeflexibilitet -20°

Kuldeflexibilitet efter ældning: -15°

Type: SBS-bitumen

**Underpap:** Phønix Tag Materialer svejseundermembran

PTM DuraFlex Kombi (PF/GF 3500 SBS)

Data: Vægt: 3,3 kg/m2

Tykkelse: 2,9 mm

Vandtæthed: Bestået/kPa

Trækstyrke: 900/500 N/50 mm

Brudforlængelse: 25/30%

Sømrivestyrke: 400/450 N

Varmestabilitet: 110°

Kuldeflexibilitet -20°

**Levetid**  
Dokumenteret levetid på min. 50 år i form af gældende Teknisk Godkendelse til Anvendelse Nr. TGA.2018/004 for 2-lags tagdækning.

**Inddækninger**

Alle inddækninger udføres i henhold til PTM’s anvisninger.

**Kompletterende dele**

Lister:

Hætter:

Faldstammeudluftninger:

Faldsikring:

Konsoller:

**4.10 Udførelse  
Generelt**Inden arbejdet påbegyndes, skal underlaget gennemgås og der skal vurderes/undersøges om det er i overensstemmelse med underlagskravene i PTM’s anvisning. Hvis ikke underlaget overholder underlagskravene, skal der aftales med byggeledelse, hvorledes og hvem der udbedrer manglerne. Inddækningsdetaljer udføres i henhold til standarddetaljerne i PTM anvisningerne samt de i projektmaterialet specifikke detaljer.

**Solceller**Solcellemodulerne anbefales udlagt på godkendte tagpap/membraner fra Phønix Tag Materialer, der er monteret af tagdækkere i henhold til PTM’s anvisning.

Solcellepanelerne skal fastgøres forsvarligt, under hensyntagen til de termiske forhold, samt vind- og snebelastning. Fastgørelsen skal være nem at identificere og nemt tilgængelig ved evt. udskiftning af solcellemoduler. Udskiftning skal kunne foretages uden brug af stillads eller lift.

Installationen til solcellepanelerne skal udarbejdes, så der forekommer mindst muligt energitab.

Føringsveje og kabellængder skal være så korte som muligt og skal tilpasses nøjagtigt mellem det elektriske materiel.

Spændingsfaldet i installationen til solcelleanlæggene må ikke overstige 2,0%.

Pålimning af befæstigelse placeres og fastgøres med passende afstand, efter producentens anvisninger og i håndværksmæssig korrekt udførelse.

Bæringer og befæstigelse fastgøres med materiel, der passer til den bærende konstruktion.

Føringsveje placeret vandret må ikke have nogen nedbøjning imellem bæringerne og skal være forsvarligt fastgjort til bæringerne.

Installationen udarbejdes uden krydsende ledninger/kabler og fastgøres til kabelbakken med passende vejrbestandigt materiel.

Kabler på solcellesiden mærkes med polaritet og tilhørsforhold til solcellepaneler og inverter, samt hvilken strømkreds de tilhører. Kabler på netsiden mærkes med tilhørsforhold til inverter, tavlerum, tavle og gruppeafbryder.

Invertere skal placeres, så der ikke forekommer krydsende ledninger/kabler ved tilslutningen til solcellepanelerne og bygningens el-installation. Invertere fastgøres forsvarligt til den bærende konstruktion.

Alt udendørs placeret materiale skal være udført af vejrbestandig materialer.

Kommunikationsforbindelsen mellem bi-måleren og CTS-anlægget er beskrevet under CTS arbejder.

Der skal udføres overspændingsbeskyttelse af solcellepaneler og invertere.

Før aflevering skal solcelleanlæggene rengøres ved aftørring eller afvaskning. Der skal endvidere rengøres for evt. opmærkning.

**Tagpap**

Fastgørelse, underpap: Fuldsvejses eller mekanisk fastgørelse afhængig af underlaget.

Fastgørelse, overpap: Fuldsvejses til underpap.

**Inddækninger m.v.**Alle inddækninger m.v. udføres i henhold til PTM’s anvisning.

**Komplettering**Udkast fra ventilationskanaler og faldstammer skal afdækkes med hætter.

**4.11** **Mål og tolerancer**I henhold til PTM’s anvisning.

**4.11** **Prøver**Nærværende entreprenør skal være behjælpelig med at fremskaffe prøver på komponenter og solcellepaneler samt tagpap og tilbehør.

Inden endelig fabrikation af eksempelvis specialfremstillede komponenter og solcellepaneler, skal der udføres en endelig godkendt prøve på komponenten/solcellepanelet, inden produktion sættes i gang.

**Referencefelt**Der kan udføres en reference på tagdækning. Referencefeltet kan efter byggeledelsens god-kendelse indgå i det færdige arbejde.

**4.13 Arbejdsmiljø** I henhold til lovkrav. Ydermere henvises til byggesagsbeskrivelsen.

De gøres opmærksom på følgende risici:  
Alle arbejder i forbindelse med DC-kabler mellem solcellepaneler og invertere samt mellem invertere og tavler. Der skal udvises agtpågivenhed i forbindelse med montage af spændings-førende DC- og AC-kabler.

Arbejde på tag skal udføres med faldsikring.

Alle montagearbejder skal udføres i overensstemmelse med leverandørens anvisning.

**4.14 Kontrol**Entreprenøren skal foretage de nødvendige målinger på anlægget, der dokumenterer anlæggets ydelse. Dette omfatter ydelser efter montering ved aktuel solindstråling og temperatur.

I forbindelse med målingerne skal entreprenøren udfærdige målerapport. Rapporten skal foruden måleresultater også indeholde oplysninger om anvendte metoder, instrumenter, kalibrering mv.

Tagpap henhold til PTM’s anvisning.

**4.15 D&V-dokumentation   
  
Solceller**  
På arbejds- og dokumentationstegningerne skal alle komponenter angives.

Anlægget skal afleveres med fuld dokumentation med arbejdstegninger, der angiver placering af komponenter, samt specifikationer til brug for kundens driftsafdeling ved fejlfinding.

På tegninger skal komponenter være angivet med tydelig nummerangivelse for efterfølgende drift og anlægsændringer.

Der skal desuden leveres brochure/datablade på alle anvendte komponenter.

Der skal medregnes instruktion af bygherre og evt. dennes repræsentanter, herunder instruktion i betjening, drift, kontrol samt indføring i den medleverede brugermanual og lettere ved-ligeholdelse af anlægget. Der skal afsættes2 timer til instruktion på stedet.

**Tagpap**  
Ved aflevering af entreprisedelen skal entreprenøren aflevere følgende drifts- og vedligeholdelsesdokumentation:

* Drift- og vedligeholdelsesvejledning
* Datablade for alle anvendte materialer
* Kontrolplan tagdækning
* Dokumentation for udvaskning
* Faldsikring
* Brandgodkendelse af tagdækning (overpap, underpap og det aktuelle underlag)

**4.16 Planlægning**

**4.17 Garantierklæring**

**Solceller**Der skal stilles en 10 års produktgaranti på solcelle moduler.

* Der skal stilles 10 års produktgaranti på solcellemoduler.
* Ydelsesgaranti på solceller moduler på 25 års lineær garanti.
* 5 års garanti på inverter.
* 5 års garanti på montage i henhold til AB 92.

**Tagpap**Der skal ydes 15 års produktgaranti på over- og underpap i henhold til leverandørens garantivilkår.