








Solparken ved Vollerup

Link til VR film: <https://edu.cospaces.io/DSX-PZE>

Besøg et energianlæg i Sønderborg

 <p>Formål At give eleverne kendskab til grundlæggende viden omkring solceller og solfangere.</p> 	 <p>Målgruppe 5.-6. eller 7.-8. klasse</p>
 <p>Tidsforbrug 4-6 lektioner á 45 minutter</p>	 <p>Materialer VR-briller (<i>anbefalet: 2 elever har mindst en brille.</i>) En smartphone pr. brille (<i>Android eller iPhone</i>)</p>

Introduktion

Forløbet er bygget op omkring tre bærende elementer hhv. *Turen til Solparken Vollerup i virtual reality, Serie- og parallelforbindelse af solceller og Undersøgelse af solcellens placering og vinkel.* De tre elementer kan afvikles uafhængigt af hinanden eller samlet som et større hele.

Alle tre elementer kan afvikles med skolens eget udstyr, eller der kan bookes færdige kasser med udstyr fra House of Science.

Forhåndsviden, centrale begreber og områder

Forløbet bygger på, at eleverne i en eller anden udstrækning har arbejdet med eller kendskab til understående områder. Disse kan have været gennemgået i tidligere undervisning, eller som optakt til forløbet.

- Solens bevægelse over himlen i løbet af dagen.
- Jordens bevægelse rundt om solen, herunder årstiderne.
- Fossile og vedvarende energikilder, herunder særlig fokus på solceller og solfangere men også bioenergi.
- Kendskab til effektbegrebet, herunder megawatt og watt pr. kvadratmeter.
- Basal kendskab til vekselstrøm og jævnstrøm
- Albedoeffekt



Færdigheds- og vidensområder og -mål - Efter 6. klasse

Herunder kan du se, hvilke færdigheds og vidensområder der særligt bliver opfyldt af formålet.

Kompetenceområde	Faser	Færdigheds- og vidensområder og -mål		
		Undersøgelser i naturfag		Natur og miljø
Undersøgelse	1	Eleven kan gennemføre enkle systematiske undersøgelser	Eleven har viden om variable i en undersøgelse	Eleven kan udføre enkle feltundersøgelser i naturområder, herunder med digitalt måleudstyr
Modellering		Teknologi og ressourcer		
	1	Eleven kan med enkle procesmodeller beskrive forsyningsproduktion	Har viden om forsyningsproduktion	
Perspektivering		Teknologi og ressourcer		
	1	Eleven kan beskrive interesseudsætninger ved produktionsforhold.		
	2	Eleven kan identificere ressourcebesparende teknologier.		





Færdigheds- og vidensområder og -mål – Efter 9. klasse

Herunder kan du se, hvilke færdigheds og vidensområder der særligt bliver opfyldt af formålet.

Kompetenceområde	Faser	Færdigheds- og vidensområder og -mål	
		Undersøgelse	
Undersøgelse	1	Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold.	Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger
	2	Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag.	
		Perspektivering	
Perspektivering	1	Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden.	Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold.
	2	Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder.	Eleven har viden om interesseudsætninger knyttet til bæredygtig udvikling.



Turen til Solparken Vollerup i virtual reality

 Formål At give et alternativ til det klassiske fysiske besøg på solparken ved Vollerup. Igennem dette besøg skifte bekendskab med centrale faglige begreber, herunder solceller og solfangere.	 Tidsforbrug Opsætning af udstyr: <i>15-30 min</i> VR-turen: <i>20-45 min.</i> Opsamling: <i>15-20 min.</i>
	 Aktivitetstype Gruppe
	 Materialer VR-briller (<i>anbefalet: 2 elever har mindst en brille.</i>) En smartphone pr. brille (<i>Android eller iPhone</i>)

Virtual reality og praktiske forhold

VR-turen kan afvikles på computer i en browser f.eks. på skolens eller elevernes egne computere. Hvis man ønsker at afvikle turen med brug af VR-briller, da skal man tillægge tid til installation af apps og indstilling af VR-briller. Alt efter aldersgruppe, egne it-færdigheder og smartphone bør man tillægge mellem 15-30 minutter til denne del. Brugen af VR-briller er dog med til at udbygge oplevelsen meget, og kan anbefales.

Selve turen vil alt efter aldersgruppe og fordybelse tage mellem 20-45 minutter, at gennemføre, og efterfølgende 15-20 minutter at samle op f.eks. fælles.

Der skal installeres nogle apps' på elevernes smartphones. Det er derfor vigtigt, at eleverne kan og må dette. Særligt ved yngre elever har forældrene ofte lavet en forældrekode, som eleven ikke kender. Dette er for, at undgå at eleven køber eller installere apps som forældrene ikke ønsker. Vær derfor opmærksom på denne udfordring – og undersøg den gerne i god tid, således der er mulighed for at forældrene kan installere apps'ne inden de skal bruges i undervisningen.

Der er til turen udviklet et elevark, som kan udleveres. Arket har til formål at hjælpe eleverne igennem og finde de elementer i turen. Derudover gør det at flere i gruppen er aktive samtidigt. Den elev eller de elever som ikke har VR-briller på, har til opgave af spørge og udfylde elevarket.



Forløbsbeskrivelse

I denne beskrivelse tages der udgangspunkt i, at eleverne anvender VR-briller til turen.

Introduktion af turen og opsætning af VR-brille

Eleverne præsenteres for, at de skal på en VR-tur i solparken Vollerup. Der tales kort om, hvad VR er, og i hvilke sammenhænge VR kunne bruges i samfundet.

Hvis relevant inddeles eleverne i mindre grupper, anbefales maksimalt 2 mandsgrupper – den optimale oplevelse er én mand én brille.


Eleverne skal på deres smartphones gå ind i *AppStore* på iPhone eller *Google Play* på Android, og installere de to Apps *Cospaces Edu* og *Google Cardboard*.



Figur 1 - App ikon til Cospaces Edu



Figur 2 - App ikon til Google Cardboard

I *Cospaces Edu* app'en trykker eleverne på ikonet , og vælger *Enter a share code*. Nu skriver eleverne følgende "Share code" i skrivefeltet

DSX-PZE

Nu har eleverne fået adgang til filmen og kan trykke "Afspil".

Tryk derefter på *Google Cardboard* ikonet og sæt mobiltelefonen i VR-brillen.



Lad eleverne bruge god tid på at få indstillet brillerne, så de er rimelig behagelige at have på.

Følg nu instruktionerne på skærmen.

Eleverne får nu udleveret arket "*Turen til Solparken Vollerup i virtual reality - Elevark*". Mens den ene elev er inde i VR-filmen, da udfylder og spørger den anden elev om spørgsmålene på elevarket.



Turen til Solparken Vollerup i virtual reality - Elevark

 Formål At hjælpe gruppen igennem turen på solparken Vollerup og udtrække central information.	 Materialer VR-filmen "Solparken Vollerup" Skriveredskaber eller computer
---	--

Hvad laver kedelanlægget bag portene?

Hvorfor er det nødvendigt for solparken at have kedelanlægget?

Hvor mange husstande kan kedelanlægget forsyne med varme og varmt vand?
(Sæt kryds)

1000 husstande	5000 husstande	29000 husstande
----------------	----------------	-----------------

Færdiggør sætningen fra VR-filmen
"Anlægget består af to kedler, som benytter sig af som brændsel"

Til venstre for lågen ind til solparken er der et skilt, hvad står der øverst på skiltet?

Hvilken figur er solparkens varmelager?
(Sæt kryds)

En kasse	En cylinder	En prisme
----------	-------------	-----------

Hvad er vands varmekapacitet?
(Sæt kryds)

Høj	Våd	Lille
-----	-----	-------

Hvilket verdenshjørne vender alle solcellerne mod?



Hvor stor er solcellernes kapacitet?

Hvorfor kan strømmen fra solcellerne ikke bruges direkte, man skal omdannes via en "Inverter"?

Hvilken farve har håndtaget på den hane, som kan lukke en række af solfangerne?

Blå	Grøn	Rød
-----	------	-----

Når du ser solparken ovenfra, og kigger ligened, da kan du se en mand. Hvilken farve jakke har han på?

Hvorfor er solfangerne sortmalede?

For enden af en af solfangerrækkerne kan du se en mængde får, som går på række. Hvor mange får kan du se?

4	8	12
---	---	----

Hvor mange fodboldbaner er "Better Energy" solcellepark?





Hvad brænder "Central Glansager" af om vinteren?



Hvad lå der i 700- eller 800-tallet, der hvor solparken nu er placeret?



Undersøgelse af solcellens placering og vinkel - Lærer

 Formål At eleverne igennem en systematisk undersøgelse, skal se hvordan solcellens effektivitet afhænger af vinklen til solen, samt verdenshjørne.	 Tidsforbrug 45-90 min
	 Aktivitetstype Gruppe
	 Materialer Vinkelpyranometer (<i>anbefalet: 2 elever har mindst en brille.</i>) Kompas Vaterpas Skriveredskaber eller computer En overflade der kan gøres vandret (<i>f.eks. et bord eller plade</i>)

Kort beskrivelse

Denne undersøgelse kan gøres mere eller mindre åben. En lukket undersøgelse kan være mindst lige så udbytterig som en åben. Men der er forskellige elementer der vægtes. Der kan enten anvendes de vedlagte elevpark, eller igennem en lærerstyret dialog lade eleverne komme frem til, hvordan en sådan undersøgelse skal designes. Den sidste tilgang er særlig relevant i forhold til fællesprøven i naturfagene, og derfor primært målrettet skolens ældste elever. Den første tilgang kan anvendes af hele forløbets målgruppe. Dernæst vil det være relevant for alle klassetrin, at arbejde med begrebet *hypotese*.

Undersøgelse af solcellens placering og vinkel – Elevark 1 er den mest lukkede undersøgelse, mens *Undersøgelse af solcellens placering og vinkel – Elevark 2* ligger mere op til at eleverne selv skal designe og finde en systematik i deres undersøgelse. Elevarkene er på selvstændige sider, så de er mulige at udskrive til eleverne. Man kan naturligvis også åbne opgaven endnu mere op for eleverne, dette kræver dog at eleverne har arbejdet meget på denne måde før.

Undersøgelsen ligger i højgrad op til gruppearbejde, dog undlad at grupperne bliver større end 2-3 elever.

Solens højde på himmelen ændres meget hen over året, og der vil derfor være stor forskel fra årstid til årstid, hvilken vinkel der vil give de bedste resultater. Det vil dog altid være, hvor solen rammer vinkelret på solcellens overflade. Forløbet kan godt lade sig gøre på trods af gråvejr, da det er solens stråler der giver energien i solcellerne.

Tallet der vises på pyranometerets skærm er watt pr. kvadratmeter (W/m^2), og angiver altså hvor meget energi der laves pr. kvadratmeter solcelle. Det må være op til den enkelte lærer at beslutte, hvor vigtigt og hvor meget der skal gøres ud af denne information overfor eleverne.



Billeder af udstyr og formål

Billede	Navn på udstyr	Anvendelse
	Amperemeter	Anvendes til at måle strømstyrken (Ampere) i kredsløbet.
	Voltmeter	Anvendes til at måle spændingsforskellen (Volt) i kredsløbet
	Arbejdslampe	Anvendes som lyskilde for, at give et konstant lys på solcellerne.
	Gule ledninger	Disse gule ledninger anvendes til at skabe forbindelsen mellem solcellerne.
	Rød og sort ledning	Den røde og den sorte ledning anvendes til at skabe forbindelse mellem enten amperemeter eller voltmeter og solcellepladen.
	Solcellepladen	Pladen indeholder 6 solceller, som enten bliver serie- eller parallelforbudne.



Videovejledning

Det er muligt at finde videovejledninger til hvilket udstyr der skal bruges, og hvordan udstyret anvendes. Videoerne er tiltænkt lærerbrug, men kan anvendes som et supplement til elevernes forsøgsbeskrivelser.



- **Hvilket udstyr kan anvendes:**
<https://www.skoletube.dk/video/6119966/8793783326f379dc311de786c81f419d>
- **Hvordan oprettes serieforbindelse mellem solcellerne:**
<https://www.skoletube.dk/video/6119968/21cbf17e68d152f36602f52ea2d255b6>
- **Hvordan oprettes parallelforbindelse mellem solcellerne:**
<https://www.skoletube.dk/video/6119969/a80b71228ad485153bc5aa02f45552c9>

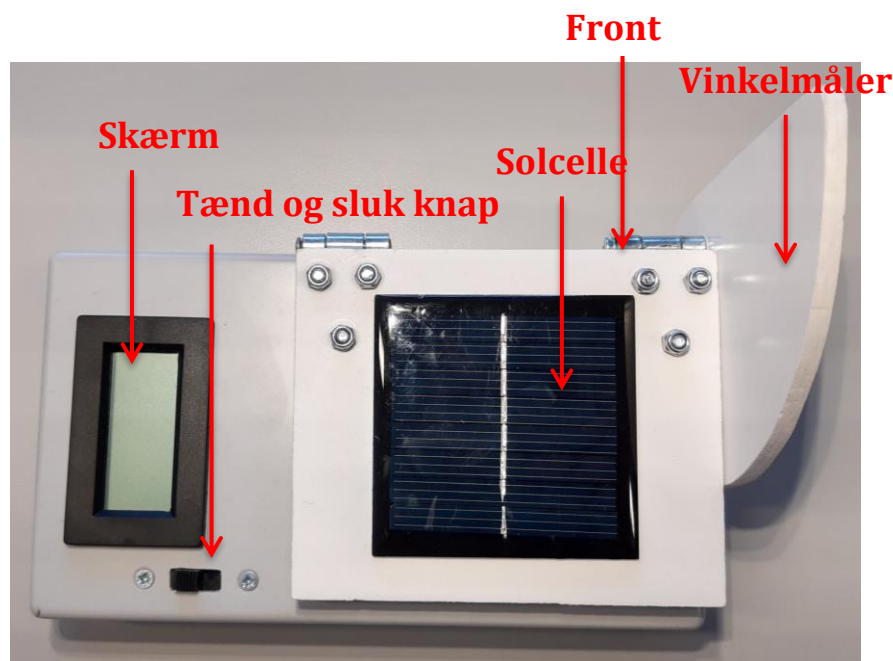
Forslag til udvidelse af undersøgelsen

Herunder nogle forslag til, hvordan undersøgelsen kan udbygges.

- Gentag undersøgelsen på forskellige tidspunkter af dagen. F.eks. om morgen, middag og seneformiddag.
- Gentag undersøgelsen ved forskellige årstider.

Undersøgelse af solcellens placering og vinkel – Elevark 1

 Formål I denne undersøgelse skal du undersøge sammenhængen mellem solindfaldet – også kaldet solintensiteten –, verdenshjørne og den effekt som solcellen giver.	 Materialer Vinkelpyranometer Kompas Vaterpas Skriveredskaber eller computer En overflade der kan gøres vandret
--	---



Fremgangsmetode

1. Vip solcellen på pyranometeret helt ned.
2. Tænd pyranometeret, og tjek at tallet på skærmen ændrer sig når lysmængden ændres. Hold evt. hånden over solcellen. Hvis tallet ikke ændre sig er udstyret i stykker.
3. Gå til det sted, hvor du vil lave din undersøgelse.
4. Placer pyranometeret med solcellesiden opad, og så solcellerne ligger vandret. Brug vaterpasset til at få dit bord eller plade til at stå vandret. Husk at det skal stå vandret i alle retninger.
5. Brug kompasset til at bestemme verdenshjørnet. Fronten på pyranometeret er den lange side, hvor solcellen er fæstnet til bunden.
6. Udfyld tabellen herunder ved at dreje pyranometeret hen på verdenshjørnet og efterfølgende indstil vinklen.
7. I de tomme felter skriver du tallet fra skærmen.



Dataopsamling og analysering



		Vinkel					
		0	20	40	60	80	90
Verdenshjørne	Nord						
	Øst						
	Syd						
	Vest						

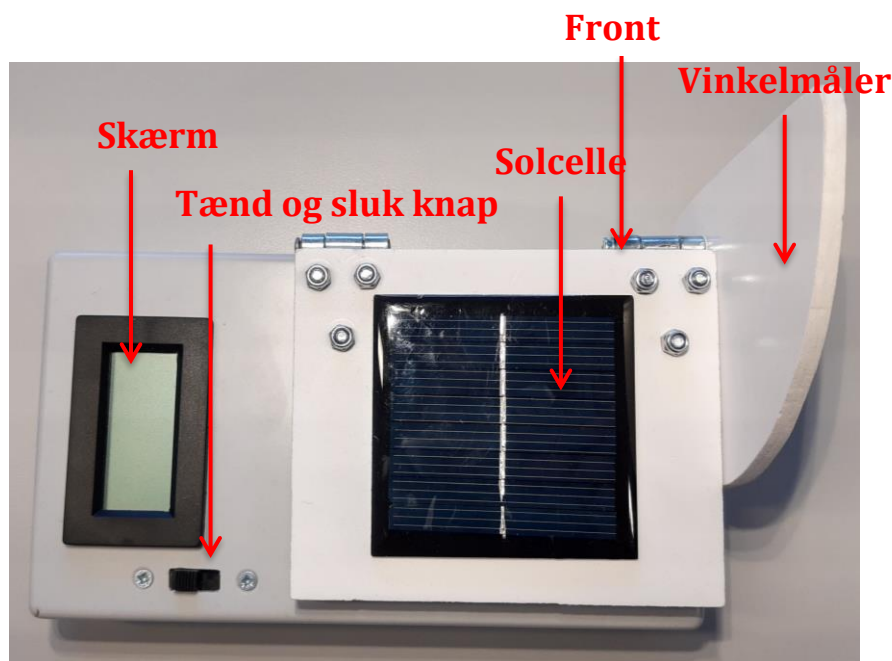
Hvilke vinkler gav den største effekt?

Hvilke verdenshjørner gav den største effekt?

Baseret på resultaterne fra din undersøgelse. Hvis du skulle placere en solcelle eller solfanger, hvilket verdenshjørne og vinkel ville du så vælge?

Undersøgelse af solcellens placering og vinkel – Elevark 2

 <p>Formål I denne undersøgelse skal du undersøge sammenhængen mellem solindfaldet – også kaldet solintensiteten –, verdenshjørne og den effekt som solcellen giver.</p>	 <p>Materialer Vinkelpyranometer Kompas Vaterpas Skriveredskaber eller computer En overflade der kan gøres vandret</p>
--	---



Grundlæggende brug af pyranometeret





1. Vip solcellen på pyranometeret helt ned.
2. Tænd pyranometeret, og tjek at tallet i displayet ændre sig når lysmængden ændres. Hold evt. hånden over solcellen. Hvis tallet ikke ændre sig er udstyret i stykker.
3. På skærmen vises effekten i enheden Watt pr. kvadratmeter

Jeres opgave

I skal i denne aktivitet designe en systematisk undersøgelse, hvor I kan vise hvilken sammenhæng der er mellem solindfaldet på solcellen, det verdenshjørne solcellen pejer imod og den effekt som solcellen afgiver. I må anvende materialerne fra listen ovenfor til jeres undersøgelse. I skal afslutningsvis komme med et bud på den kombination af vinkel og verdenshjørne der giver den løsning med størst effekt.



Serie- og parallelforbindelse af solceller - Lærer

 Formål At eleverne undersøger hvilken betydning det har, at enten serie- eller parallelforbinde solceller.	 Tidsforbrug 45-90 min
	 Aktivitetstype Gruppe
	 Materialer pr. gruppe Plade med 6 solceller Op til 12 kabler (<i>F.eks. 1 rød, 1 sort og 10 i andre farver</i>) Voltmeter Amperemeter (<i>Alternativ til volt- og amperemeter kan multimeter anvendes</i>) Kraftig lampe (f.eks. 400W arbejdslampe)

Kort beskrivelse

I denne undersøgelse skal eleverne arbejde med solceller, som enten bliver serie- eller paralleltforbundne. Det vil være en stor fordel, at eleverne har arbejdet med enkle elektriske kredsløb, og har kendskab til serie- og parallelforbindelse inden udførelse af denne øvelse.

I de vil gennem undersøgelsen se, at solcellerne kan opfattes som batterier. Hermed menes, at hvis solcellerne serieforbindes da forøges spændingsforskellen (Volt), mens strømstyrken (Ampere) forbliver konstant. Ved parallelforbindelse forøges strømstyrken (Ampere), mens spændingsforskellen (Volt) forbliver konstant.

Da der på pladen er 6 solceller og hver kan levere op til 2 V og 150 mA, kan der altså rent teoretisk maksimalt forekomme ved:

- Serieforbindelse: 6 gange 2 volt, altså 12 volt og 150 mA
- Parallelforbindelse: 6 gange 150 mA, altså 900 mA og 2 volt

Vigtige pointer

- Det er en klar fordel, at bruge en kunstig lyskilde, da solens lysintensitet ændre sig meget.
- Det er ikke muligt, at måle strømstyrken og spændingsforskellen samtidigt.
- Anvend sorte og røde ledninger mellem plade og måleapparater, mens der ved forbindelserne anvendes anden farve f.eks. gul eller blå
- Når dannes:
 - Serieforbindelse, dannes ved at forbinde plus fra den ene solcelle til minus ved den næste.



- Parallelforbindelse, dannes ved at forbinde plus fra den ene solcelle til plus ved den næste. Samt forbinde minus fra den ene solcelle til minus på den næste

Forslag til udvidelse af undersøgelsen

Herunder nogle forslag til, hvordan undersøgelsen kan udbygges.

- Ved at prøve med andre solceller, som skolen måtte råde over. Disse kan ligeledes serie- og parallel forbindelse. Det er dog en klar fordel, at solcellerne der forbindes er af samme type.
- Ved at afprøve undersøgelsen med forskellige lysintensiteter.
- Ved at afprøve undersøgelsen med forskellige farver af lys.



Serie- og parallelforbinding af solceller – Elevark 1



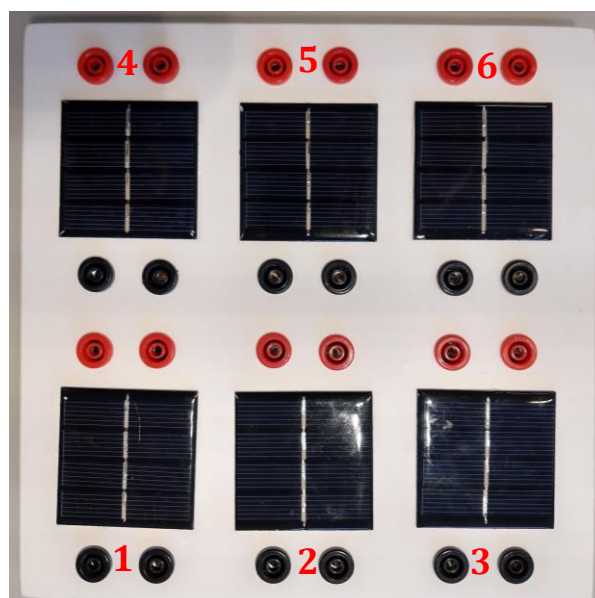
Formål

I skal undersøge hvilken betydning det har for spændingsforskellen og strømstyrke, at serie- eller parallelforbinde solceller.



Materialer

Plade med 6 solceller
Voltmeter
Amperemeter
(Alternativ til volt- og amperemeter kan multimeter anvendes)
Kraftig lampe (f.eks. 400W arbejdslampe)
Op til 12 kabler (f.eks. 1 rød, 1 sort og 10 i andre farver)



Fremgangsmetode – Serieforbindelse

- Få den kraftige lampe til at lyse, og få lyset til at ramme jævnt hen over alle pladens solceller.
- Sæt dit voltmeter og amperemeter til at kunne måle jævnstrøm.
- Forbind det røde kabel fra det røde stik på voltmeteret til det første røde stik på den første solcelle.
- Forbind det sorte kabel fra det sorte stik på voltmeteret til det første sorte stik på den første solcelle.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.
- Erstat voltmeteret med amperemeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs strømstyrken, og skriv i skemaet herunder.
- Flyt kablet som sidder i det første sorte stik ved den solcelle nr 1, til det første røde stik på solcelle nr 2.
- Tag 1 nyt kabel.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det sorte stik på den første solcelle, til det første røde stik på solcelle nr 2.
- Aflæs strømstyrken, og skriv ned i skemaet.



- Erstat amperemeteret med voltmeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.
- Flyt kablet som sidder i sorte stik ved solcelle nr 2, til det første røde stik på solcelle nr 3.
- Tag 1 nyt kabel.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det sorte stik på den solcelle nr 2, til det første røde stik på solcelle nr 3.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.
- Erstat voltmeteret med amperemeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs strømstyrken, og skriv i skemaet herunder.
- Ovenstående proces gentages indtil alle 6 solceller er blevet serieforbundne.

Serieforbindelse		
Antal solceller	Spændingsforskel (Volt)	Strømstyrke (Ampere)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Fremgangsmetode – parallelforbindelse

- Få den kraftige lampe til at lyse, og få lyset til at ramme jævnt hen over alle pladens solceller.
- Sæt dit voltmeter og amperemeter til at kunne måle jævnstrøm.
- Forbind det røde kabel fra det røde stik på voltmeteret til det første røde stik på solcelle nr 1.
- Forbind det sorte kabel fra det sorte stik på voltmeteret til det første sorte stik på solcelle nr 1.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.
- Erstat voltmeteret med amperemeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs strømstyrken, og skriv i skemaet herunder.
- Tag 2 nye kabler.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det andet sorte stik på den solcelle nr 1, til det første sorte stik på solcelle nr 2.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det andet røde stik på den solcelle nr 1, til det første røde stik på solcelle nr 2.
- Aflæs strømstyrken, og skriv ned i skemaet.
- Erstat amperemeteret med voltmeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.



- Tag 2 nye kabler.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det andet sorte stik på den solcelle nr 2, til det første sorte stik på solcelle nr 3.
- Skab forbindelse med et kabel mellem det andet røde stik på den solcelle nr 2, til det første røde stik på solcelle nr 3.
- Aflæs strømstyrken, og skriv ned i skemaet.
- Erstat amperemeteret med voltmeteret. Amperemeteret skal forbindes på samme måde.
- Aflæs spændingsforskellen og skriv i skemaet herunder.
- Ovenstående proces gentages indtil alle 6 solceller er blevet parallelforbundne.

Parallelforbindelse		
Antal solceller	Spændingsforskel (Volt)	Strømstyrke (Ampere)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Ved hvilken forbindelsestype fik du den største spændingsforskel?

Ved hvilken forbindelsestype fik du den største strømstyrke?

Hvordan skal du forbinde solcellerne for at maksimalt få 2 volt?



Hvor mange solceller og hvordan skal du forbinde solcellerne for, at få ca. 600 mA eller 0,06 A?

Hvor mange solceller og hvordan skal du forbinde solcellerne for, at få ca. 8V?

Plejehjemmet i Karlshvile vil gerne være med på den grønne omstilling ved at opsætte solceller på taget. De har derfor spurgt elektrikeren Kaj Jensen om at stå for installationen af 5 solceller på taget. Solcellerne skal minimum kunne levere en strømstyrke på 5 ampere for og en spændningsforskel på 230 V, for at alle apparaterne kan trækkes af solcellernes strøm. Kaj Jensen har fundet disse solceller hos sin forhandler:

- 230 V 1 A
- 46 V 0,5 A
- 110 V 2 A

Hvilken solcelle vil du anbefale Kaj Jensen at vælge, og hvilken forbindelsestype vil du anbefale ham at bruge?
