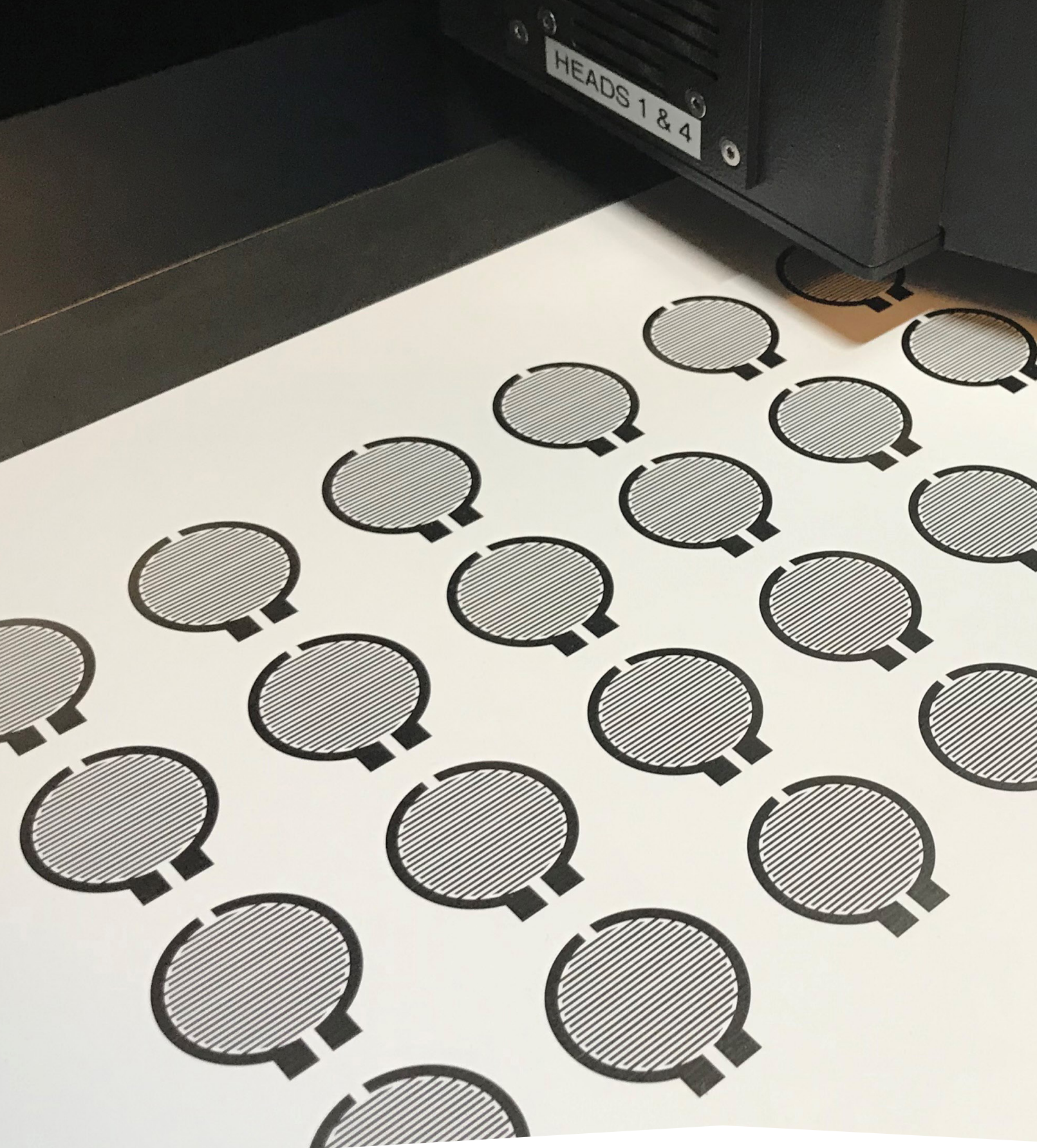




DANSKE VIRKSOMHEDERS KENDSKAB TIL OG BRUG AF PRINTET ELEKTRONIK

RAPPORT JANUAR 2020



TEKNOLOGISK
INSTITUT

**Titel:**

Danske virksomheders kendskab til og brug af printet elektronik
Rapport 2019

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
CVR 5697 6116 / EAN 5790002042225

Forfattere:

Leif Henrik Jakobsen
Kristine Nedergaard Larsen
Malene Hartung
Emil Højbjerg Thomsen

December 2019

ISBN-nummer: 978-87-91461-50-7

Rapporten er støttet af Styrelsen for Institutioner og
Uddannelsesstøtte under Uddannelses- og Forskningsministeriet

Billeder:

Teknologisk Institut
Pixabay

Teknologisk Institut er en selvejende og almennyttig Institution, der blev etableret i 1906 og er godkendt som GTS-institut af Uddannelses- og Forskningsministeriet.

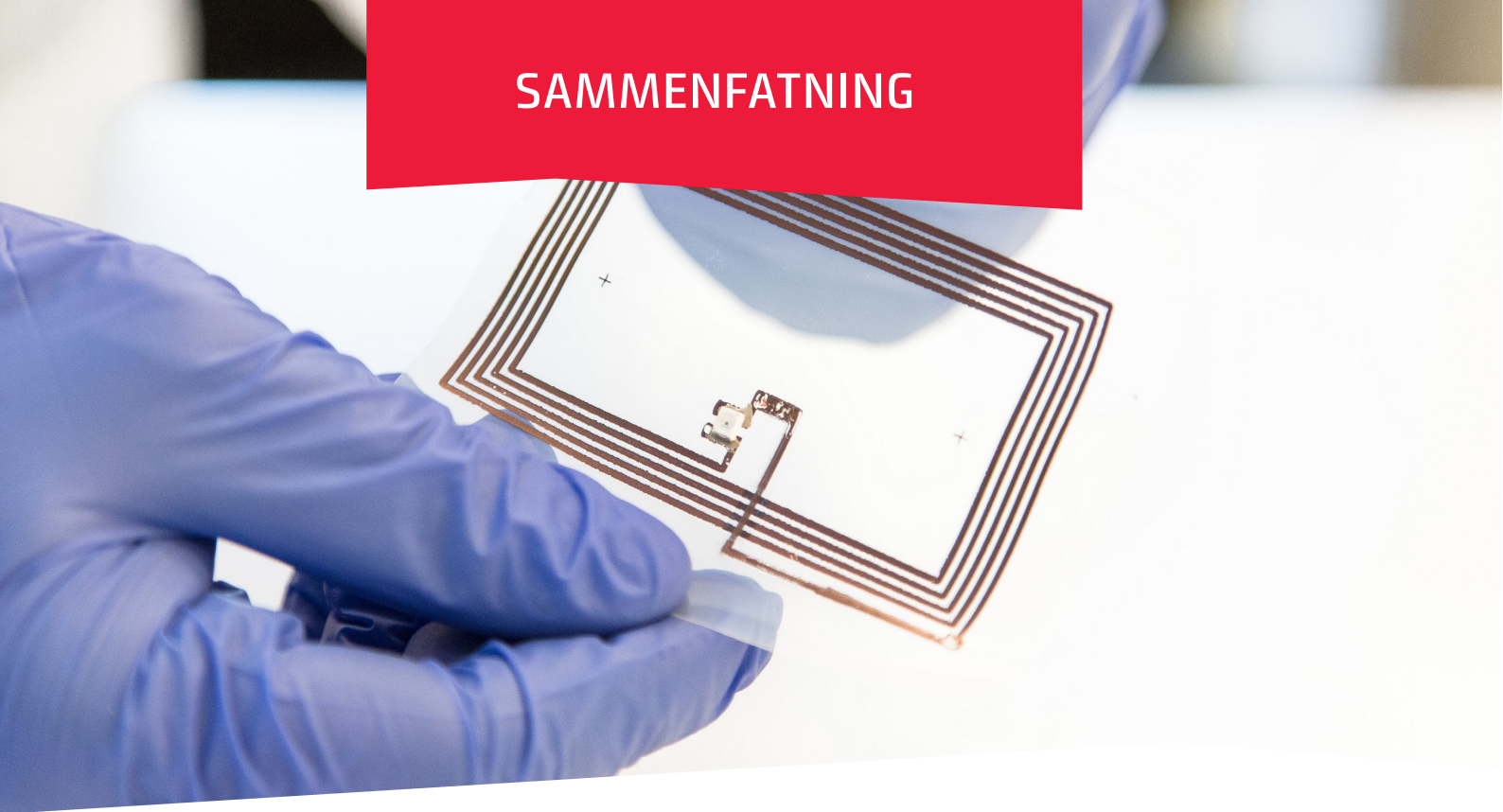
Hendes Majestæt Dronning Margrethe 2. er protektor for Teknologisk Institut.

Teknologisk Instituts samarbejde med erhvervslivet bygger på fortrolighed, tavshedspligt og vores brandpromise.

Læs mere på teknologisk.dk og dti.dk

Indhold

SAMMENFATNING	4
HVORFOR DENNE UNDERSØGELSE?	5
PRINTET ELEKTRONIK - EN TEKNOLOGI MED STORT POTENTIALE	7
HVAD ER PRINTET ELEKTRONIK?	7
HAR PRINTET ELEKTRONIK INDUSTRIEL INTERESSE?	8
BEGRÆNSET KENDSKAB - ET UUDNYTTET POTENTIALE	9
VIRKSOMHEDER KENDER KUN LIDT TIL PRINTET ELEKTRONIK	10
VISIONER FOR FREMTIDEN	12
HINDRINGER FOR ØGET ANVENDELSE AF PRINTET ELEKTRONIK	14
OVERVINDELSE AF HINDRINGER FOR ANVENDELSE AF PRINTET ELEKTRONIK	16
ADGANG TIL TEST- OG PRODUKTIONSFACILITETER	16
ADGANG TIL TEKNOLOGISK RÅDGIVNING	18
FORVENTNINGER TIL PRODUKTER OG PRODUKTIONSMETODER	20
PRODUKTER OG ANVENDELSESOMRÅDER	20
FREMSTILLINGSMETODER OG KOMPONENTER	23
KORT OM UNDERSØGELSEN	26
FORMÅL	26
HVEM HAR VI SPURGT?	26
KARAKTERISTIK AF VIRKSOMHEDERNE, DER HAR SVARET	27
SAMARBEJDE MELLEM TEKNOLOGISK INSTITUT OG FORCE TECHNOLOGY	31
TEKNOLOGISK INSTITUT	32
TEKNOLOGISK INSTITUT - NANOPRODUKTION OG MIKROANALYSE	33
TEKNOLOGISK INSTITUT - ANALYSE OG ERHVERVSFREMME	34
FORCE TECHNOLOGY	35



Sammenfatning

Internationalt er der stigende interesse for printet elektronik, ligesom der er udsigt til et voksende marked. I Danmark er der kun få virksomheder, der hidtil har udnyttet printteknologien. Printet elektronik har et kæmpe potentiale, da der er et væld af udnyttelsesmuligheder. Teknologien kan bruges til at fremstille mange forskellige elektroniske komponenter, der rummer bl.a. sensorer og antenner, ligesom der kan printes på fleksible materialer som tekstiler, plastik og papir. Endelig har anvendelse af printet elektronik potentiale til at nedbringe produktionsomkostninger.

Denne undersøgelse, som er udarbejdet af Teknologisk Institut med hjælp fra FORCE Technology, viser, at kendskabet til printet elektronik og dets muligheder er begrænset både generelt, og når det gælder de tekniske grundbestanddele i printet elektronik.

Der er dog samtidig interesse for teknologien, da en relativt stor del af de interviewede virksomheder har en forventning om – i en eller anden ud-

strækning – at ville anvende printet elektronik i de kommende år. Samtidig er der dog mangel på viden omkring teknologiens potentiale og anvendelsesmuligheder.

Nærværende rapport har også undersøgt, hvilke hindringer virksomheder ser for integrering af printet elektronik. En af de væsentligste barrierer for danske virksomheders anvendelse af printet elektronik er manglende viden om printet elektronik samt de muligheder, teknologien tilbyder. Undersøgelsen viser tillige, at få virksomheder har adgang til test- og produktionsfaciliteter.

Rapporten er baseret på en spørgeskemaundersøgelse blandt udvalgte danske virksomheder, som antages at anvende eller kunne have en interesse og mulighed for at anvende printet elektronik. Rapportens resultater er derfor et udtryk for, hvordan virksomheder med potentielle muligheder for at anvende printet elektronik ser på printet elektronik. Undersøgelsesmetoden er beskrevet i afsnit 8

Hvorfor denne undersøgelse?

Printet elektronik, også kaldet trykt elektronik, er en ny teknologi i hastig fremmarch. Printet elektronik er ved at løfte sig ud af forskningslaboratorierne til at blive anvendt i produkter, vi kender i hverdagen. Men hvor langt er virksomhederne egentlig med at gøre brug af printet elektronik? Og kender de overhovedet til teknologien og dens muligheder?

Teknologisk Institut og FORCE Technology har gennemført denne spørgeskemaundersøgelse for at kaste lys over danske virksomheders kendskab og parathed til at anvende printet elektronik. Med denne indsigt vil vi opnå viden til at kunne accelerere implementeringen af printet elektronik i dansk erhvervsliv med henblik på at øge dansk erhvervslivs konkurrenceevne.

Teknologisk Institut har gennem de senere år arbejdet intensivt med at udvikle produktionsmetoder, og sammen med FORCE Technology rådgiver vi om, hvordan printet elektronik kan indgå i eksisterende eller nye produkter.

Det er velkendt, at vejen fra nye teknologiske landvindinger til anvendelse af teknologien i nye produkter og services er svær og lang og ofte kræver både særlige kompetencer og faciliteter¹. Derfor er målet for os at give danske virksomheder en direkte adgang til viden, kompetencer samt faciliteter til test og pilotproduktion for at accelerere anvendelsen af printet elektronik.

LANG VEJ FRA FORSKNINGSMÆSSIG ERKENDELSE TIL PRODUKT

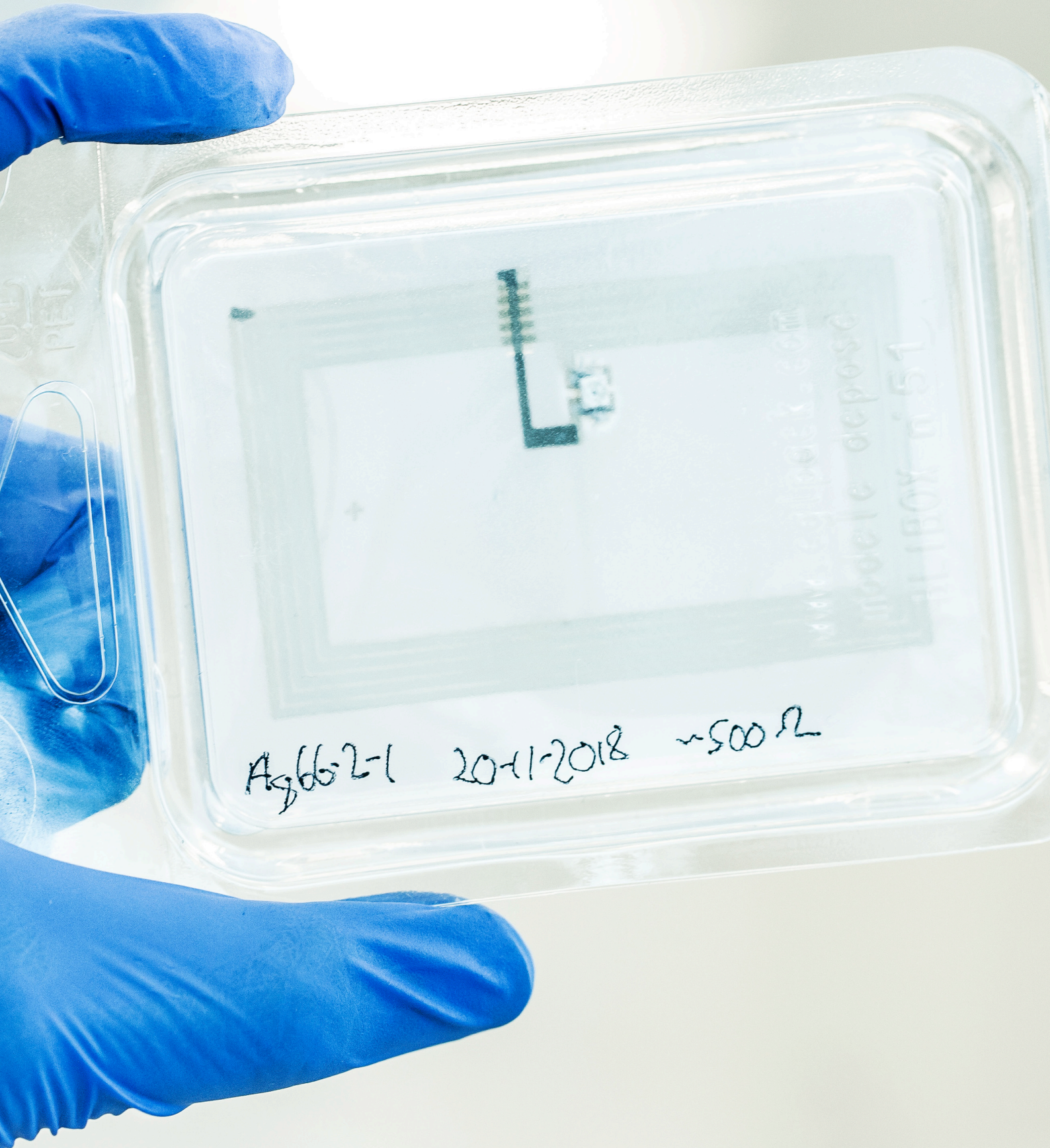
Udviklingen og udbredelsen af Physical Vapour Deposition (PVD) og metodens mange anvendelsesmuligheder er et eksempel på, at det kan tage tid for en teknologisk landvinding at slå igennem industrielt. PVD er et paraplybegreb, der dækker over flere forskellige metoder til pådampning af overfladebelægninger på forskellige materialer.

I 1852 udviklede Robert Grove, der var forsker ved The London Institution, teknikken "sputtering" – en metode inden for PVD-feltet. Den formentligt første industrielle brug af teknologien foregik i begyndelsen af 1900-tallet og blev udført af Thomas Edison. I 1930'erne udviklede teknologien sig yderligere, da der opstod en efterspørgsel på store metalvakuumkanre til belægning af astronomiske spejle. Der gik således adskillige år fra den første metode inden for PVD-feltet blev opdaget, til teknologien første gang blev anvendt til industriel brug.

Eksemplet illustrerer, at det kan være en langstrakt proces at gå fra teknologisk opdagelse til masseproduktion.

Kilde: Mattox, D.M. (2018): *The Foundations of Vacuum Coating Technology*. Oxford, United Kingdom: Elsevier.

¹GTS-Foreningen (2017): Den teknologiske videnbro – nu og i fremtiden. <https://gts-net.dk/wp-content/uploads/2017/09/Den-teknologiske-videnbro-nu-og-i-fremtiden.pdf>.



Printet elektronik - en teknologi med stort potentiale

Printet elektronik er ny produktionsmetode til fremstilling af små trykte kredsløb på fleksible materialer. En international markedsanalyse peger på et stort vækstpotentiale for printet elektronik. I de

kommende ti år forventes en fordobling af markedet til i alt ca. 74 milliarder USD. Industrien møder da også talstærkt op til internationale konferencer om printet elektronik.

Hvad er printet elektronik?

Printet elektronik er et teknologiområde med stor vækst². Teknologien muliggør, at elektrisk ledende komponenter kan printes i meget fine lag på specielle industriprintere på materialer såsom folie, papir, keramik og tekstiler. Dette giver en designfrihed, der er svær at opnå ved andre fremstillingsprocesser.

Teknologisk Institut har de seneste år arbejdet indgående med udviklingen af elektrisk ledende inkjet-printerblæk, der er fremstillet af kobbernanopartikler. Dette blæk muliggør print af elektrisk ledende baner på fleksible materialer. Kombinationen af inkjet-processer og nye nanomaterialer, som fx nanokobberblæk, giver helt nye muligheder for produktion³.

Sektionsleder, Ph.D. ved Teknologisk Institut, Center for Nanoproduktion og Mikroanalyse, Zachary James Davis påpeger, at den helt store fordel ved printet elektronik er, at der kan printes direkte ud fra en CAD-fil fremfor først at skulle lave en skabelon. I stil med 3D-print giver printet elektronik mulighed for at producere komplekse strukturer til priser, der kan konkurrere med masseproducerede produkter.

Hertil kommer, at printet elektronik kan printes på fleksible materialer, hvilket øger udnyttelsesmulighederne betydeligt. Print af fx RFID-tags og sensorer gør det muligt at fremstille smarte IoT-komponenter⁴, ligesom printet elektronik er velegnet til applikationer, som kræver fleksibel elektronik, fleksible sensorer, energisystemer og personlig medicin⁵.

²www.bccresearch.com/pressroom/ift/global-printed-electronics-market-to-see-136-growth-through-2022
www.teknologisk.dk/40563

³www.teknologisk.dk/37073

⁴IoT = Internet of Things

⁵www.dti.dk/39092

Har printet elektronik industriel interesse?

En international markedsanalyse peger på, at markedet for printet elektronik er i stærk vækst⁶. Markedets totale størrelse var således på 37,6 milliarder USD i 2018, og markedsanalysen estimerer markedet til at vokse fra en anslået markedsstørrelse på 41,2 milliarder USD i 2020 til 74 milliarder USD i 2030.

At der er en stor interesse for printet elektronik, kan også illustreres ved antallet af deltagere på de seneste udgaver af IDTechEx's årlige konferencer om printet elektronik afholdt i henholdsvis Berlin og Santa Clara i USA⁷. Disse har været besøgt af

mere end 2500 deltagere årligt i Europa og mere end 3500 i USA. Den førende internationale industri-sammenslutning, OE-A (Organic and Printed Electronics Association)⁸ har ligeledes mere end 200 medlemmer og samarbejder med store institutionelle spillere som fx Europa-Kommissionen.

At printet elektronik er en teknologi i fremgang, understreges yderligere ved det stigende antal patentansøgninger inden for printet elektronik. Siden 2000 har der været en klar vækst i antal udstedte patenter, hvoraf 32 procent er udstedt i perioden 2015-2018⁹.

⁶IDTechEx: Flexible, Printed and Organic Electronics 2020-2030: Forecasts, Players and Opportunities

⁷Eksempel på indbydelse til 2019 udgaven af konferencen i Santa Clara: www.idtechex.com/printed-electronics-usa/show/en/

⁸<https://oe-a.org/web/oe-a/>

⁹Danish Technological Institute (2020): Patent Mapping – Printed Electronics

BEGRÆNSET KENDSKAB - ET UUDNYTTET POTENTIALE

Tre ud af fire virksomheder har begrænset kendskab til printet elektronik, mens fire ud af ti virksomheder forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter i de kommende

år. Det indikerer, at der er et behov for at øge kendskabet til printet elektronik og de muligheder, teknologien kan give danske virksomheder.



Virksomheder kender kun lidt til printet elektronik

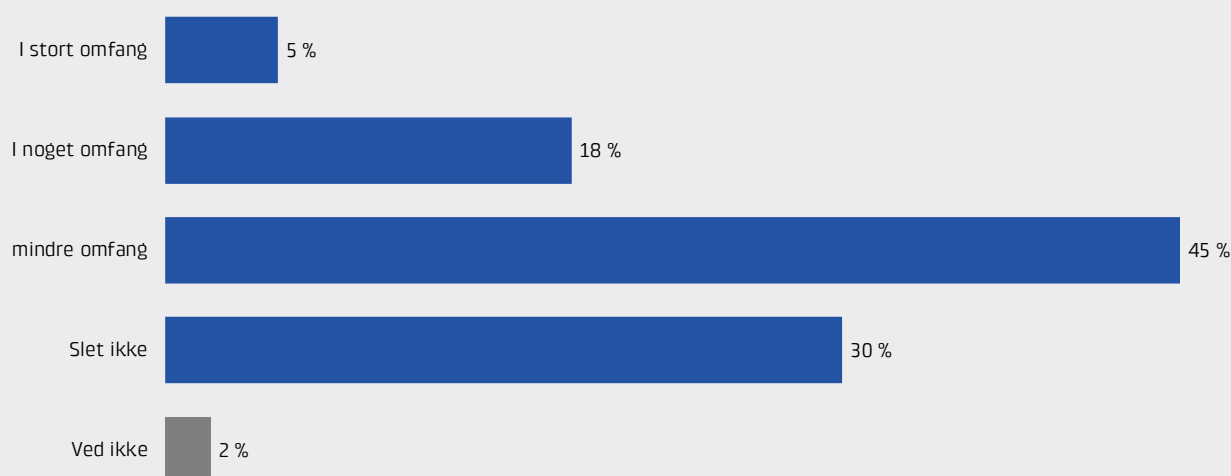
30 procent af de interviewede virksomheder har intet kendskab til teknologien, og yderligere 45 procent har kun i mindre omfang kendskab til printet elektronik, se Figur 1. Dette svarer til, at tre ud af fire virksomheders viden om printet elektronik er begrænset eller ikke eksisterende.

Det udbredt manglende kendskab til printet elek-

tronik har også den konsekvens, at 71 procent af virksomhederne oplyser, at de på nuværende tidspunkt ikke har produkter, hvori printet elektronik indgår.

Hertil kan tilføjes, at blandt disse virksomheder har kun 15 procent testet mulighederne for at integrere printet elektronik i deres produkter.

FIGUR 1: BEGRÆNSET KENDSKAB TIL PRINTET ELEKTRONIK BLANDT DANSKE VIRKSOMHEDER



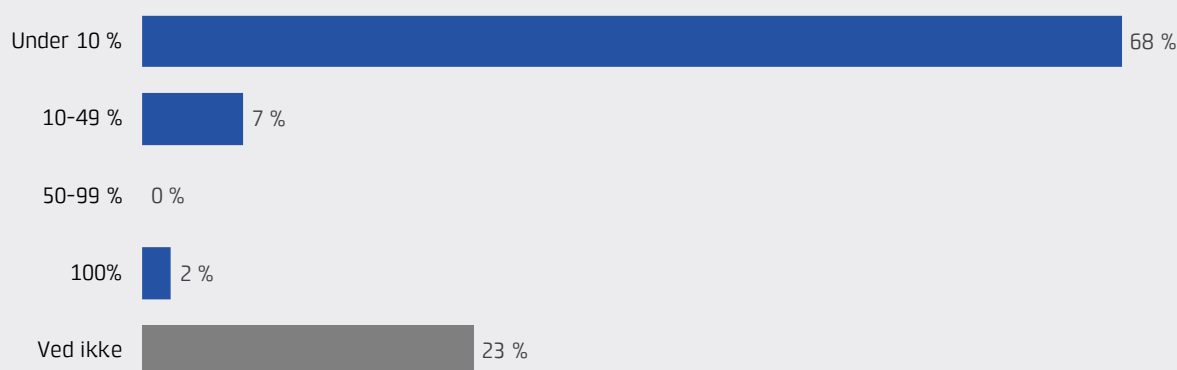
I hvilket omfang har I kendskab til printet elektronik i jeres virksomhed?

Note: N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

En direkte og naturlig følge af manglende kendskab til og brug af printet elektronik er, at kun en beskednen andel af omsætningen i 2018 kan henføres til produkter eller services baseret på printet elektronik. 68 procent af virksomhederne kunne henhøre mindre end 10 procent af deres totale omsætning

til produkter og services baseret på printet elektronik, og ud fra virksomhederne kendskab til og brug af printet elektronik havde hovedparten nok ingen omsætning baseret på printet elektronik, se Figur 2.

FIGUR 2: BESKEDEN ANDEL AF OMSÆTNINGEN KAN HENFØRES TIL PRINTET ELEKTRONIK



Andelen af virksomhedernes totale omsætning i 2018, der kan henføres til produkter og services baseret på printet elektronik.
Note: Virksomhederne har ikke haft mulighed for at angive 0 procent i omsætning, som henhører fra printet elektronik, Det kan dog antages, at en betydelig del af virksomhederne ikke har nogen omsætning fra produkter, hvori printet elektronik indgår, da 71 procent af virksomhederne ikke har produkter, hvori der indgår printet elektronik.

Note: N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

Visioner for fremtiden

Selvom der er et udbredt beskedent kendskab til printet elektronik, forventer 40 procent af de adspurgte virksomheder i et eller andet omfang at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter de næste to år, se Figur 3. Hvis virksomheder vil gøre dette selv, vil flere virksomheder givetvis stå overfor et behov for teknologisk opkvalificering. Alternativt kan disse virksomheder også anvende underleverandører.

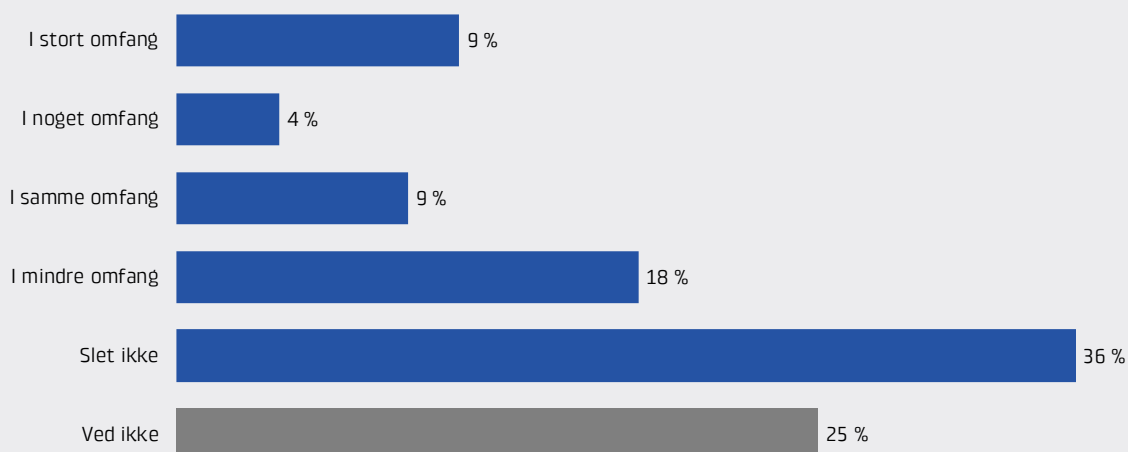
Virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i deres produkter, angiver flere årsager til, at de fremover vil integrere printet elektronik i deres produkter, se Figur 4. Den hyppigste årsag, som 65 procent anfører, er muligheden for at kunne introducere nye produkter til markedet. Herudover nævner godt en fjerdedel af virksomhederne også muligheden for at give eksisterende produkter nye funktionaliteter, og at deres kunder kræver integrering af teknologien. Knap en fjerdedel af virksomhederne tilkendegiver desuden, at printet elektronik er et bedre alternativ end de teknologiske

løsninger, der anvendes i dag. Færre begrundet det med, at printet elektronik åbner op for at reducere produktionsomkostninger, men der kan øjensynligt også være muligheder for at masseproducere med printet elektronik til lave enhedspriser pr. produceret enhed:

Ole Sanggaard Knudsen, Country Manager Denmark, fra den verdensomspændende virksomhed Würth Elektronik har blikket rettet mod de nyeste udviklingstendenser inden for printet elektronik:

"Med de nye teknologier inden for printet elektronik er der store muligheder for at masseproducere en lang række komponenter. Printet elektronik rummer store muligheder for en automatiseret produktion, hvorved vi kan minimere prisen på selv små produkter med komplette elektriske kredsløb."

FIGUR 3: EN FORVENTNING OM AT INTEGRERE PRINTET ELEKTRONIK I FREMTIDEN



Virksomhedernes forventninger om integrering af printet elektronik i nye eller eksisterende produkter de næste to år
Note: N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

FIGUR 4: VIRKSOMHEDER MED PLANER OM AT ANVENDTE PRINTET ELEKTRONIK SER GODE MULIGHEDER FOR PRINTET ELEKTRONIK PÅ MARKEDET



Årsager til at virksomheder vil anvende printet elektronik de næste to år.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed.

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut.

HINDRINGER FOR ØGET ANVENDELSE AF PRINTET ELEKTRONIK

Virksomhederne peger på flere forhold, der vanskeliggør anvendelsen af printet elektronik, se Figur 5. Den hyppigste hindring for at anvende printet elektronik er mangel på viden om teknologien. Mere end fire ud af ti virksomheder tilkendegiver, at manglende kendskab er en væsentlig hindring for udbredelsen af printet elektronik. Det synes også at gælde i markedet, idet næsten en tredjedel af de adspurgte virksomheder oplever manglende efterspørgsel som en hindring for anvendelse af printet elektronik. Det følgende udsagn bestyrker, at der er potentiale, men at kendskabet til printet elektronik er en afgørende hindring:

Meggitt A/S er en forskningsdrevet virksomheden med blikket rettet mod printet elektronik. Director of Engineering and Business Development, Rasmus Lou Møller anfører:

"Printet elektronik er et vækstområde for os. Printet elektronik er en billig og fleksibel teknologi ikke

mindst på grund af en stor designfleksibilitet. Udfordringen for at opnå en større markedsudbredelse er, at få kunder har kendskab til alle facetter af printet elektronik og derfor også mangler kendskab til, hvilke problemer printet elektronik kan løse."

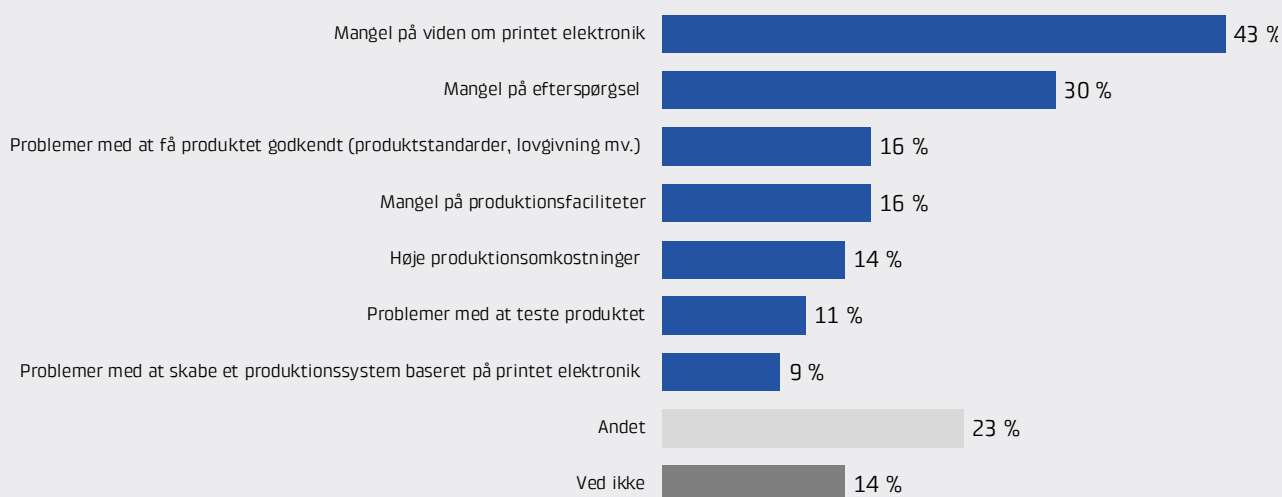
Herudover oplever nogle af virksomhederne udfordringer med produktgodkendelse og høje produktionsomkostninger, mens andre virksomheder kan se potentialer i forhold til reducerede produktionsomkostninger, jf. Figur 4. Tages det stigende antal patenter, jf. afsnit 3.2, og den forventede markedsvækst med i betragtning, kan det være en indikation på, at produktionsomkostningerne vil have en tendens til at falde.

Endelig er det omkring en fjerdedel, som oplever hindringer, som relaterer sig til tekniske problemer, enten ved at de har problemer med at teste produktet og/eller ikke har adgang til produktionsfaciliteter.

HINDRINGER



FIGUR 5: MANGEL PÅ VIDEN ER STØRSTE HINDRING FOR ANVENDELSE AF PRINTET ELEKTRONIK



Hindringer for virksomhedernes anvendelse af printet elektronik Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed.

N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

OVERVINDELSE AF HINDRINGER FOR ANVENDELSE AF PRINTET ELEKTRONIK

Få virksomheder har adgang til produktionsfaciliteter, som muliggør brug af printet elektronik. For at overvinde denne hindring vil mange købe sig adgang

til produktions- og testfaciliteter og teknologisk rådgivning om at anvende printet elektronik.

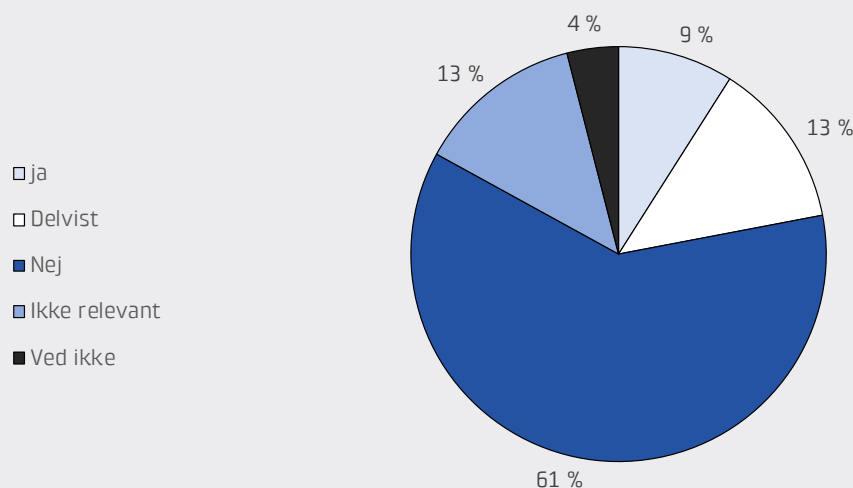
Adgang til test- og produktionsfaciliteter

Selv for de virksomheder, der forventer at anvende printet elektronik i de kommende år (jf. Figur 3), er adgangen til test- og produktionsfaciliteter også en udfordring. Blandt disse virksomheder er det mere end seks ud af ti interviewede virksomheder, som ikke har adgang til produktionsfaciliteter, hvor der kan arbejdes med printet elektronik, se Figur 6. Det kan således antages, at disse virksomheder vil stå over for investeringer i sådanne faciliteter eller må benytte sig af eksterne samarbejdspartner.

De virksomheder, der forventer at købe sig adgang til produktions- og testfaciliteter, har behov for adgang til forskellige typer af faciliteter. Syv ud af ti virksomheder tilkendegiver, at de gerne vil købe sig adgang til printfaciliteter til printet elektronik, mens der også er en relativt stor efterspørgsel på pålidelighedstests, se Figur 7. Endelig er blækformuleringsfaciliteter og højaccelereret levetidstest også faciliteter, som virksomhederne efterspørger adgang til.

HINDRINGERNES OPRINDELSE

FIGUR 6: FÅ VIRKSOMHEDER HAR ADGANG TIL PRODUKTIONSFACILITETER

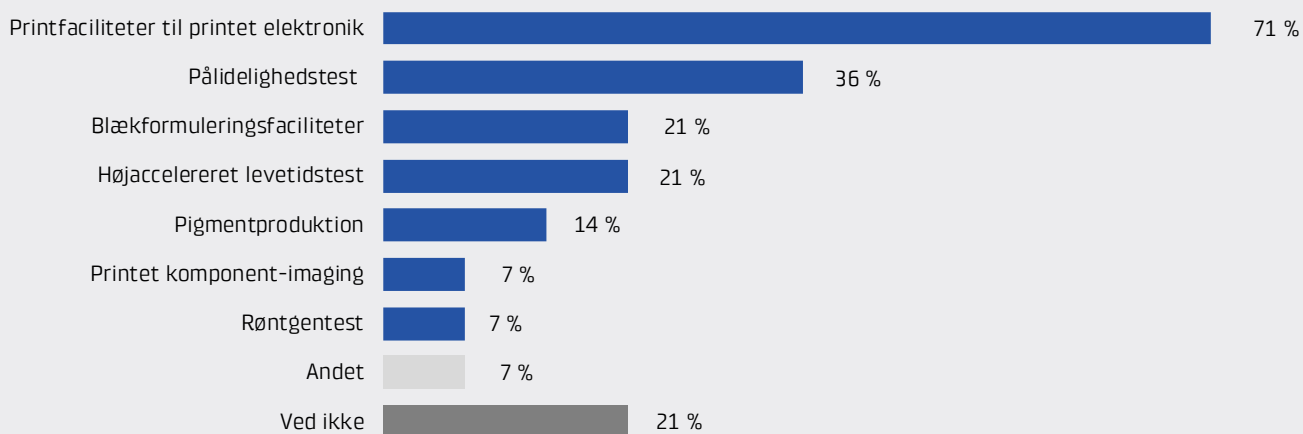


Virksomhedernes adgang til produktionsfaciliteter, hvor der kan arbejdes med printet elektronik

Note: Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år.

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

FIGUR 7: PRINTFACILITETER TIL PRINTET ELEKTRONIK ER MEST EFTERSPURGT



Typer af produktions- eller testfaciliteter, som danske virksomheder kunne forestille sig at købe adgang til i forbindelse med arbejdet med printet elektronik.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed.

Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at købe adgang til produktions- eller testfaciliteter for at introducere printet elektronik i deres produkter.

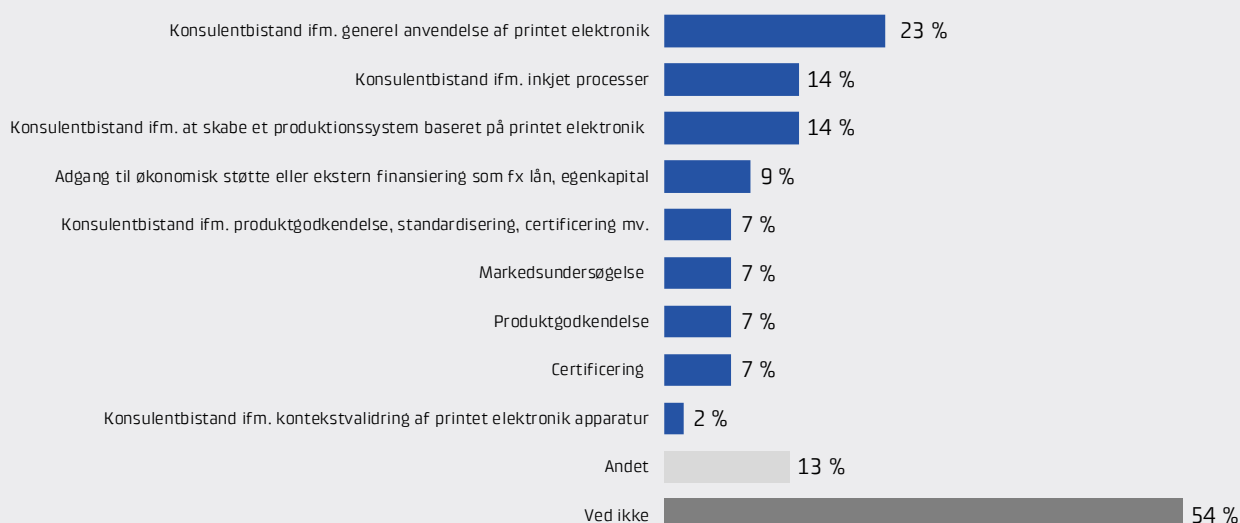
N: 14. Kilde: Teknologisk Institut

Adgang til teknologisk rådgivning

Når virksomheder har manglende kendskab til og indsigt i printet elektronik, peger det i retning af, at virksomhederne har brug for mere end blot adgang til produktions- og testfaciliteter. De har også behov for rådgivning og dermed mere viden om anvendelse af printet elektronik. Direkte adspurgt tilkendegiver næsten halvdelen af virksomhederne med planer om at anvende printet elektronik,

at de har behov for konsulentbistand i forbindelse med generel anvendelse af printet elektronik. Andre former for konsulenttydelser relateret direkte til produktionsprocessen efterspørges også om end i mindre grad, se Figur 8. Andre former for rådgivning relateret til markedsforhold og produktgodkendelser mv. er efterspurgt i langt mindre grad.

FIGUR 8: STOR EFTERSPØRGSEL PÅ TEKNOLOGISK RÅDGIVNING



Services, som virksomhederne vil få brug for i forbindelse med anvendelse af printet elektronik.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed. Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år.

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

HINDRINGERNES OPRINDELSE



FORVENTNINGER TIL PRODUKTER OG PRODUKTIONSMETODER

Virksomheder, der planlægger at anvende printet elektronik, ser mange forskellige anvendelsesmuligheder for sig. Der synes dog at være et stykke vej til at anvende printet elektronik i den enkelte

virksomheds produktion, idet der er et betydeligt behov for mere specifik teknisk viden om mulighederne for at fremstille printet elektronik.

Produkter og anvendelsesområder

I de kommende år vil virksomhederne anvende printet elektronik inden for en række forskellige områder. 65 procent af de adspurgte virksomheder forventer at anvende printet elektronik inden for IoT-området, hvor maskiner, udstyr m.v. kan kommunikere med hinanden for at igangsætte handlinger og/eller måle/registrere, se Figur 9.

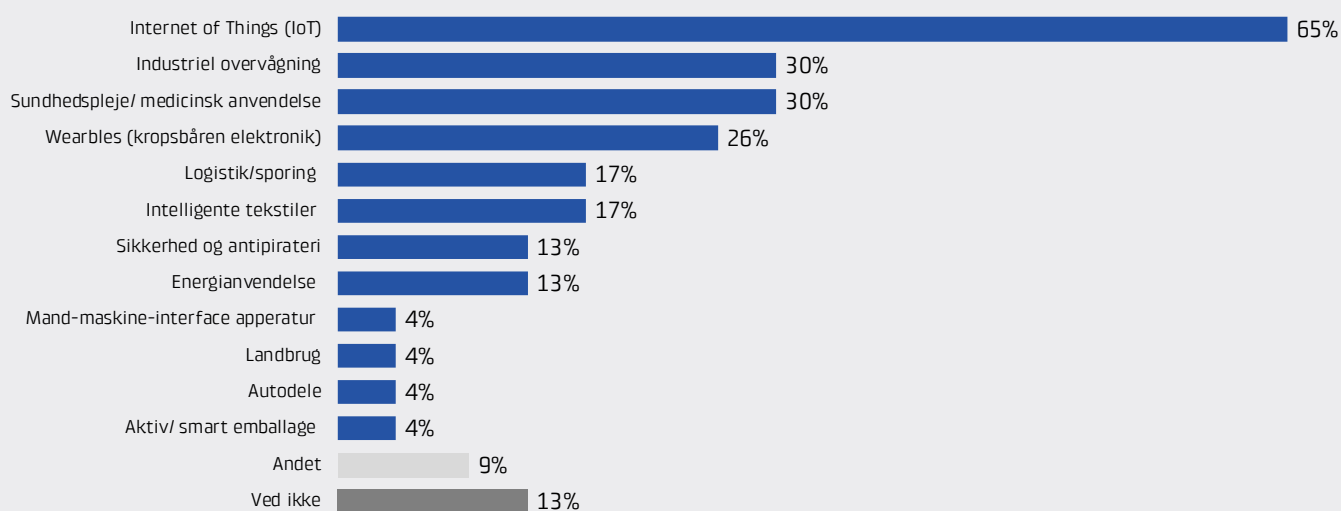
Herudover forventer 30 procent af de adspurgte virksomheder specifikt at benytte printet elektronik i forbindelse med industriel overvågning samt sundhedspleje eller medicinsk anvendelse, mens 26 procent forventer at ville benytte printet elektronik til fremstilling af kropsbåren elektronik (wearab-

les). Det er ligeledes interessant, at 13 procent af de adspurgte virksomheder, som ønsker at anvende printet elektronik i de kommende år, ikke ved inden for hvilket område de vil anvende printet elektronik. Dette tyder igen på, at printet elektronik har erhvervslivets interesse, men at der er en mangel på viden omkring teknologiens potentiale og anvendelsesmuligheder.

Virksomhederne ser således mange muligheder for at anvende printet elektronik. Alt i alt indikerer dette, at virksomheder, der vil anvende printet elektronik, ser vidtrækkende potentialer for anvendelse af printet elektronik.



FIGUR 9: VIDTRÆKKENDE ANVENDELSESOMRÅDER FOR PRINTET ELEKTRONIK



Anvendelsesområder, inden for hvilke, virksomhederne vil benytte printet elektronik inden for de kommende år .

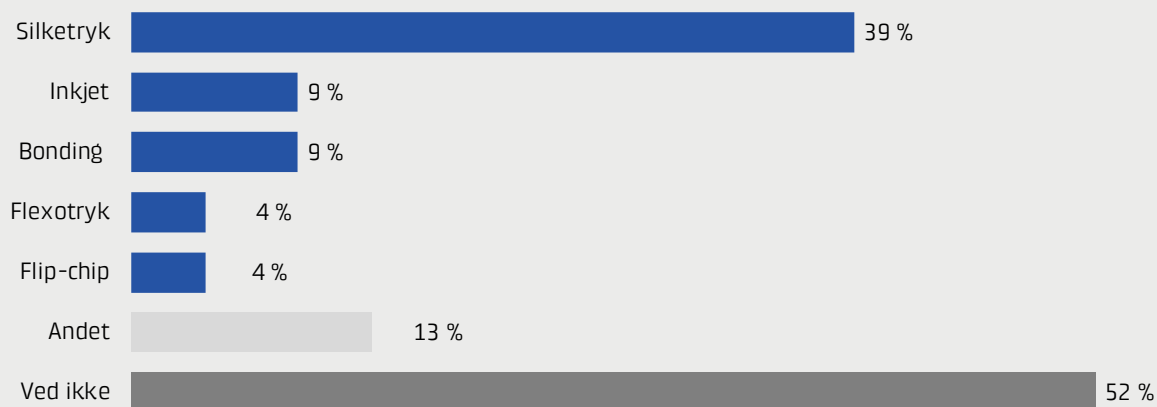
Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed.

Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år. Svarkategorien 'Andet' indeholder: 'Ikke-forbundne BLE/NFC-produkter, sensor/metrologi'

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

FORVENTNINGER

FIGUR 10: SILKETRYK ER DEN MEST ANVENDTE FREMSTILLINGSMETODE, MEN MANGE MANGLER VIDEN

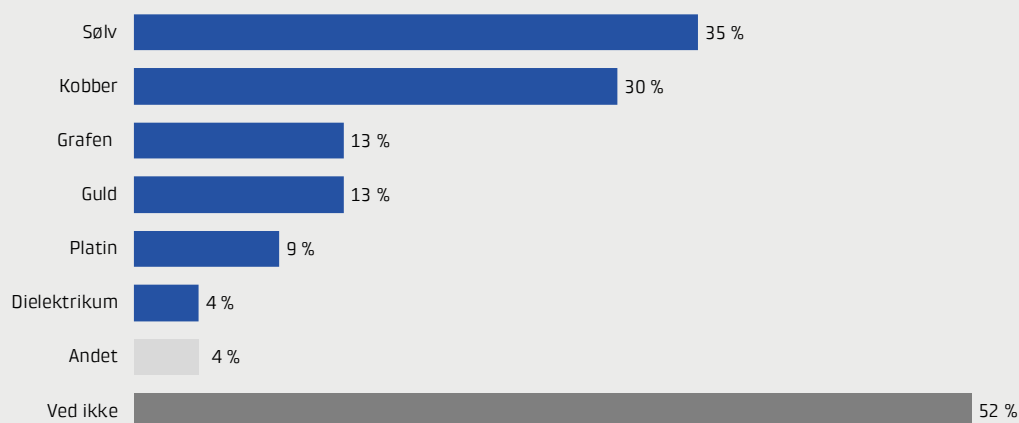


Hvilke fremstillingsmetoder anvender I til integrering af printet elektronik på materialer eller substrater? .

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed. Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år. Svar-kategorien 'Andet' indeholder: 'Tampontryk'

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

FIGUR 11: SØLV OG KOBBER ER DE MEST ANVENDTE PRINTMATERIALER, MEN MANGE MANGLER VIDEN



Printmaterialer, som virksomhederne vil anvende i de kommende år i forbindelse med printet elektronik.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed. Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år. Svar-kategorien 'Andet' indeholder: 'Piezoelektriske materialer'

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

Fremstillingsmetoder og komponenter

Mange virksomheder er ikke bevidste om, hvilke fremstillingsmetoder, der vil være relevante for netop deres produktion, se Figur 10. Selvom knap fire ud af ti virksomheder vil anvende silketryk som fremstillingsmetode, er det mere iøjnefaldende, at over halvdelen af de adspurgte virksomheder ikke ved, hvilke fremstillingsmetoder, der kan anvendes. Behovet for viden om printet elektronik kommer ikke bare til udtryk på et mere generelt niveau, men også når det gælder de mere specifikke detalje om mulighederne for at fremstille printet elektronik.

Samme billede tegner sig, når det kommer til muligheder for at anvende forskellige typer af print-

materiale. Omkring halvdelen af de adspurgte virksomheder ved således ikke, hvilke materialer de forventer at anvende, se Figur 11. Overfor dette står dog, at en tredjedel af virksomhederne vil anvende sølv og/eller kobber som printmaterialer.

Sølv har traditionelt været det mest anvendte materiale til at fremstille elektrisk ledende inkjet-printerblæk. Teknologisk Institut har i de senere år arbejdet på at udvikle blæk af kobbernano-partikler, da kobber er langt billigere, og nu viser tests også, at der kan opnås en ledeevne, der er næsten lige så god som ved brug af sølvbaseret inkjet-printerblæk.



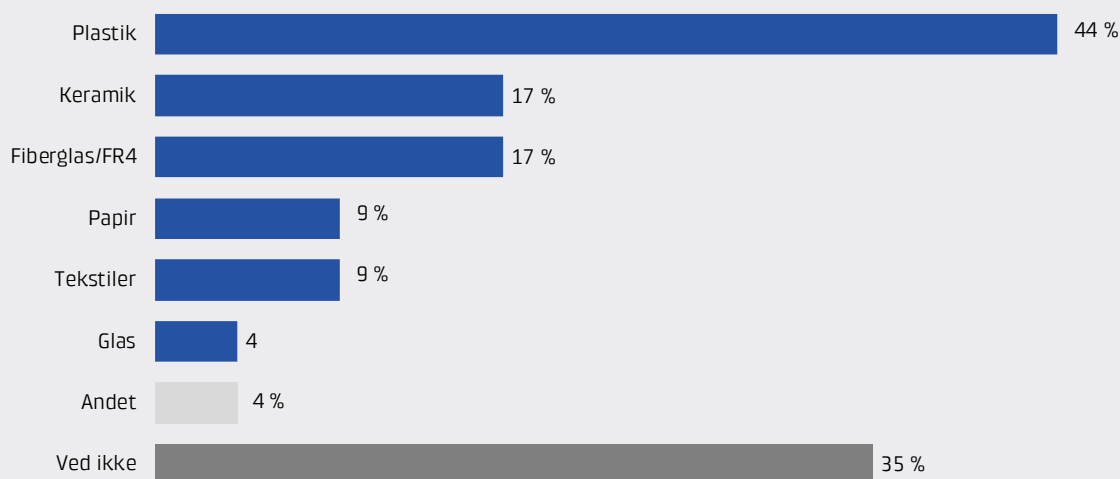
FORVENTNINGER

44 procent af de adspurgte virksomheder forventer at printe deres elektriske komponenter på en plastikoverflade, se Figur 12. Fiberglas og keramik finder en del virksomheder også attraktive som printgrundlag. Til dette spørgsmål har lidt over en tredjedel af de adspurgte virksomheder svaret, at de ikke ved, hvilke materialer og substrater, de vil printe elektroniske komponenter på.

Mindre er usikkerheden omkring hvilke elektroniske komponenter, virksomhederne forventer at an-

vende printet elektronik til i de kommende år. 52 procent af de adspurgte virksomheder vil integrere sensorer i deres printet elektronik produkter, mens 44 procent forventer at integrere det i elektroniske kredsløb, se Figur 13. Endelig er det også mere end hver tredje adspurgte virksomhed, der vil anvende antenner i deres printet elektronik produkter. Målt på andelen af 'Ved ikke svar' ser det ud til, at virksomhederne er mere bevidste om, hvilke typer af komponenter de vil anvende i printet elektronik, end det er tilfældet i forhold til materialevalget.

FIGUR 12: PLASTIK FORVENTES AT BLIVE DET MEST BENYTTET OVERFLADEMATERIALE FOR PRINTET ELEKTRONIK I DE KOMMENDE ÅR



Materialer og substrater, som virksomhederne vil printe elektroniske komponenter på de kommende år.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed. Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år. Svar-kategorien 'Andet' indeholder: 'Cellulose'

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

FORVENTNINGER

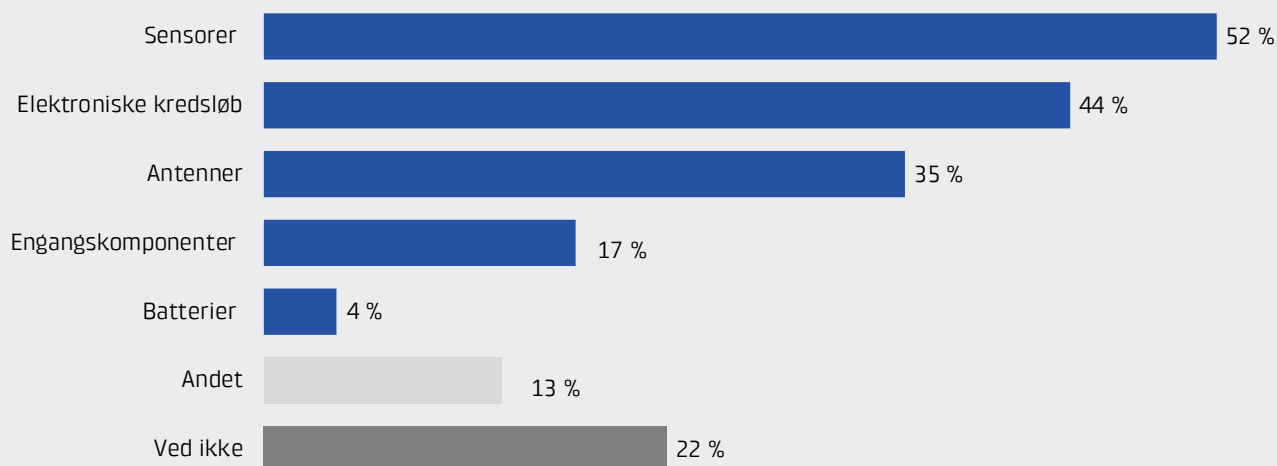
Når der hersker en vist usikkerhed omkring, hvilke produktionsmetoder og materialer mv, det vil være muligt at anvende, kan det hænge sammen med, at printet elektronik forsat er på forsøgsstadiet i mange virksomheder:

Data & Innovation Specialist, Masood Jaffari fra CC Jensen med speciale inden for oliefiltre til brug i maskiner inden for en række forskellige industrielle områder ser med interesse på den teknologiske ud-

vikling inden for printet elektronik og siger:

"I øjeblikket arbejder vi noget med printet elektronik i forhold til tagging og RFID. men vi ser også muligheder for, at printet elektronik kan blive en del af det enkelte produkt fx i forhold til dataopsamling og traceability. Endnu er det kun på forsøgsbasis."

FIGUR 13: VIRKSOMHEDERNE FORVENTER I HØJ GRAD AT ANVENDE PRINTET ELEKTRONIK TIL SENSORER OG ELEKTRONISKE KREDSLØB I DE KOMMENDE ÅR



Elektroniske komponenter, som virksomhederne vil anvende printet elektronik til i de kommende år.

Note: Svar summerer ikke til 100 procent, fordi virksomhederne har haft mulighed for at afkrydse flere svarmuligheder. Hver enkelt søjle viser således andelen af virksomheder, der har valgt hver enkel svarmulighed. Spørgsmålet er kun stillet til de virksomheder, som forventer at integrere printet elektronik i nye eller eksisterende produkter inden for de næste to år. Svar-kategorien 'Andet' indeholder: 'Enclosures', 'RFID' og 'Aktuatorer'

N: 23. Kilde: Teknologisk Institut

KORT OM UNDERSØGELSEN

Formål

Denne undersøgelse er udført af Teknologisk Institut og er finansieret af Uddannelses- og Forskningsministeriet som led i Resultatkontrakt D5: Printet elektronik, i hvilken der samarbejdes med FORCE Technology. Resultatkontrakten har til formål at etablere en ny produktionsplatform til printet elektronik, der kan fremme anvendelsen af printet elektronik i dansk industri. Denne undersøgelse bidrager med ny viden om virksomhedernes kendskab til, behov og interesse for printet elektronik som input til at udvikle en ny produktionsplatform til printet elektronik.

Hvem har vi spurgt

For at afdække danske virksomheders konkrete behov og interesser, har vi udelukkende henvendt os til virksomheder med en formodet interesse i printet elektronik. For at opnå størst mulig indsigt i arbejdet med og potentialet for printet elektronik i Danmark, har vi dannet populationen ved at identificere teknologiske frontløbere i Danmark. Vi har fravalgt at gennemføre analysen på basis af et repræsentativt udsnit af danske fremstillingsvirksomheder, da mange virksomheder ikke ville kunne bidrage med relevante indsigter til udviklingen af printet elektronik.

Analysens population af virksomheder fordeler sig på følgende brancheforeninger: DI Digital, Dansk Mode & Tekstil og Emballageindustrien. Endvidere er udstillerlisten fra messen EOT (Electronics of Tomorrow) i Herning i 2019 anvendt sammen med interessenter tilknyttet Teknologisk Institut og Force

Technology. Ud fra disse datakilder blev 343 danske virksomheder identificeret.

Teknologisk Institut har udsendt et elektronisk spørgeskema via mail til de 343 identificerede virksomheder. Der er udsendt op til fire rykkermails til virksomheder, der ikke besvarede den første mail. Denne fremgangsmåde resulterede i 56 gennemførte besvarelser og en samlet svarprocent på 16.

Vi er opmærksomme på, at den gennemførte undersøgelse medfører to former for statistisk usikkerhed. Først og fremmest at rapportens resultater ikke kan generaliseres til alle danske virksomheder, men derimod må ses som et udtryk for, hvordan virksomheder med potentielle muligheder for at anvende printet elektronik ser på printet elektronik. Endvidere at svarprocenten på 16 procent medfører en statistisk usikkerhed, selvom en lav

svarprocent ikke nødvendigvis medfører et dårligt datagrundlag.¹⁰ Vi kan således ikke hævde, at de 56 interviewede virksomheder er repræsentative for alle danske virksomheder med interesse for printet elektronik. Dog vurderer vi, at det er mu-

ligt at vise tendenser inden for teknologiområdet og give et indtryk af, hvilke udfordringer, interesser og konkrete behov, relevante danske virksomheder står overfor i forbindelse med anvendelse af printet elektronik.

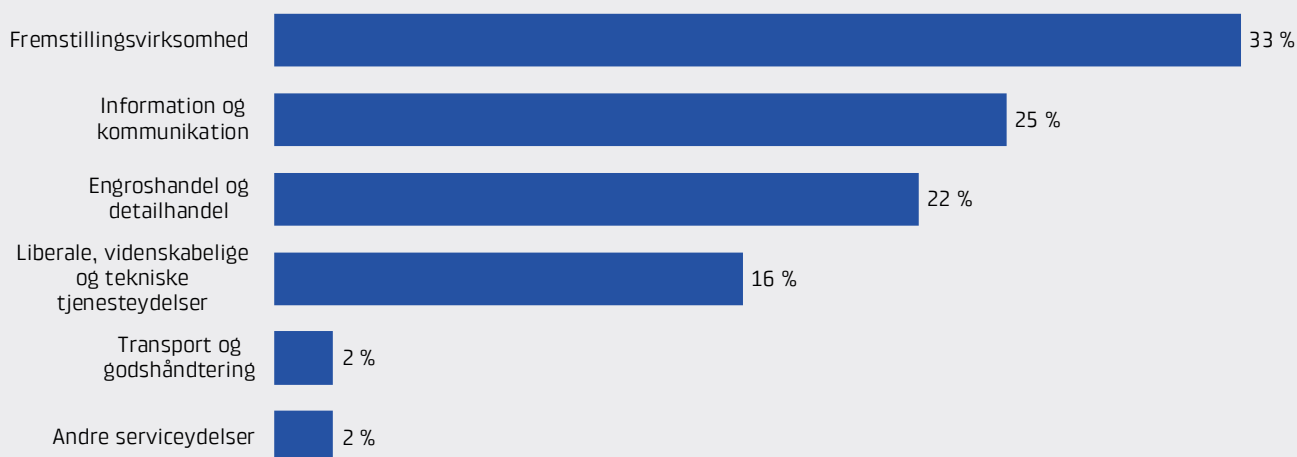
Karakteristik af virksomhederne, der har svaret

Vi kan på ingen måde vise, at de adspurgte virksomheder er en spejling af alle virksomheder med (potentiel) interesse for printet elektronik, men vi kan godt gøre, at de adspurgte virksomheder udgør en relevant population. Ved at tegne en profil af de virksomheder, som har svaret, kan vi sandsynliggøre, at de repræsenterer virksomheder, hvor produktion er i fokus, og hvor produktudvikling er vigtig, da de er udsat for et konkurrencepres ved at skulle

sælge på eksportmarkederne, og ved at vi ikke kun har spurgt de allerstørste virksomheder.

Omtrent hver tredje besvarelse er fra en fremstillingsvirksomhed, mens en fjerdedel af besvarelsene kommer fra virksomheder, der arbejder inden for information og kommunikation. Størstedelen af de adspurgte virksomheder er således producerende, se Figur 14.

FIGUR 14: OVERVÆGT AF VAREPRODUCERENDE VIRKSOMHEDER



Note: Virksomhedernes primære branche er opgjort efter NACE-gruppe primærbranche.
N: 56. Kilde: Experian.dk

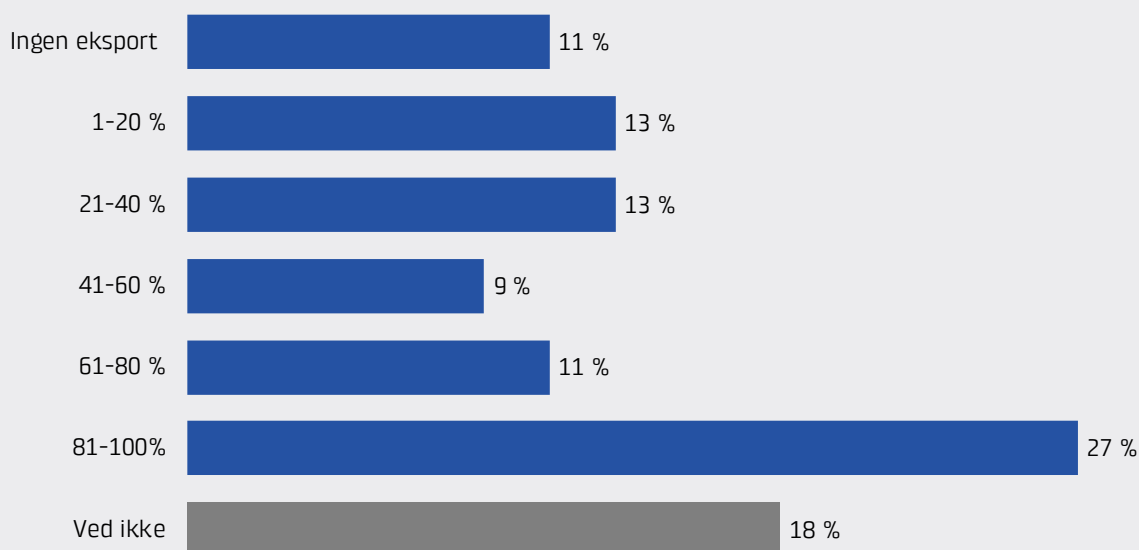
¹⁰ Dykema, J., Stevenson, J., Klein, L., Kim, Y. & Day, B. (2012) Effects of E-Mailed Versus Mailed Invitations and Incentives on Response Rates, Data Quality, and Costs in a Web Survey of University Faculty. Social Science Computer Review 2013 31: 359

UNDERSØGELSEN

Herudover tilkendegiver 73 procent af virksomhederne, at de eksporterer (se Figur 15), og at en betydelig del i høj grad er eksportorienterede. Herudover må virksomhederne forventes at være orienterede omkring nye internationale tendenser inden for deres teknologiske områder.

De adspurgte virksomheder fordeler sig størrelsesmæssigt, som det typisk ses blandt fremstillingsvirksomheder, dog med en mindre overvægt af større virksomheder. Hertil kommer, at 55 procent af de adspurgte virksomheder har ansatte med en ingeniøruddannelse eller en anden universitetsgrad inden for det tekniske område, se Figur 16.

FIGUR 15: HØJ GRAD AF EKSPORTORIENTEREDE VIRKSOMHEDER I STIKPRØVEN

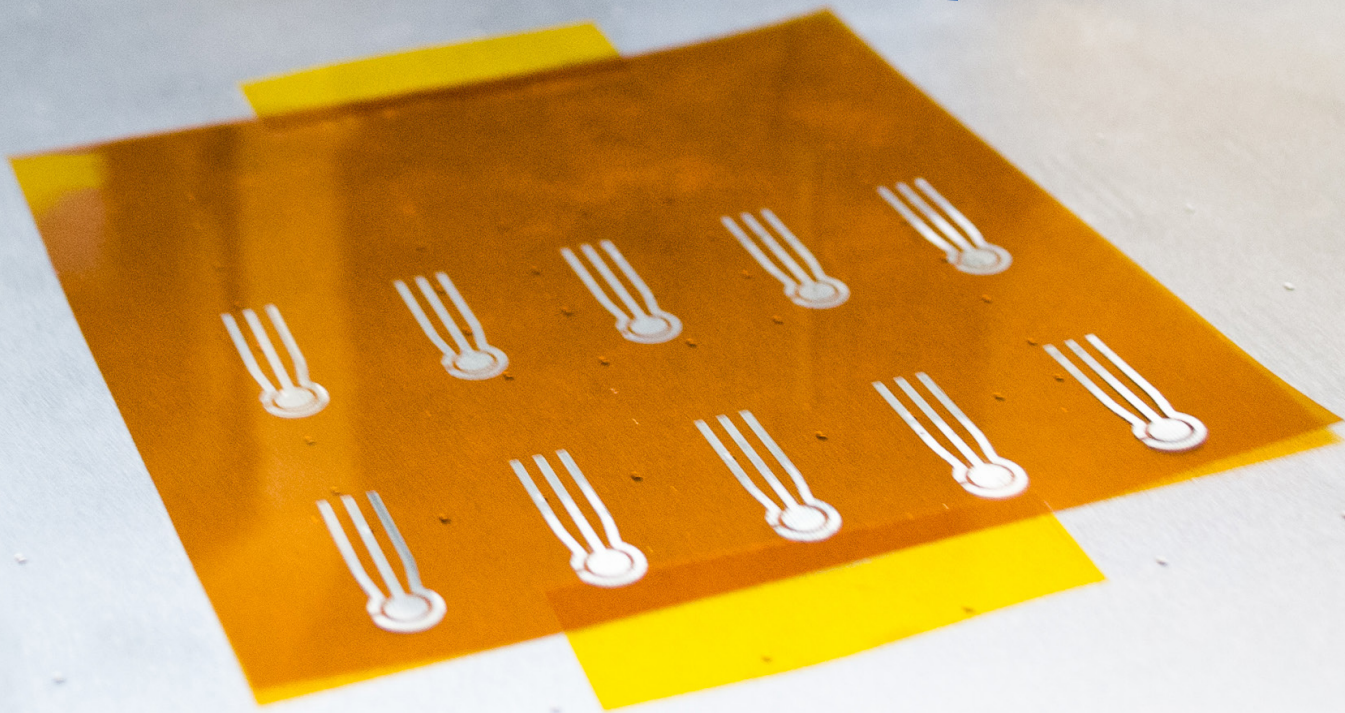


Andel af virksomhedernes totale omsætning i 2018, der stammer fra eksport.

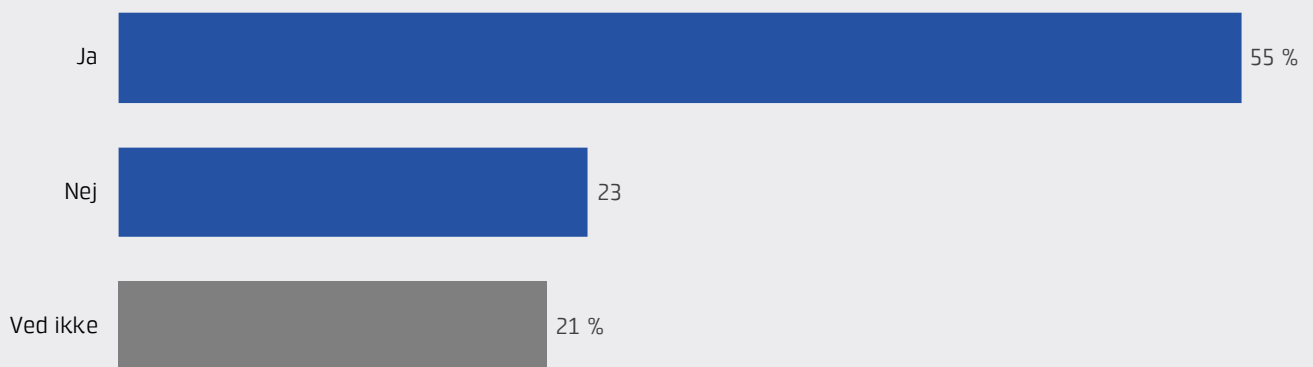
Note: Virksomhedernes primære branche er opgjort efter NACE-gruppe primærbranche.

N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

UNDERSØGELSEN



FIGUR 16: HØJ GRAD AF HØJTUDDANNEDE MED EN TEKNISK UDDANNELSE ANSAT I VIRKSOMHEDERNE



Andel af virksomhederne, der har ansatte i Danmark med en ingeniøruddannelse eller en universitetsgrad inden for et teknisk område.

N: 56. Kilde: Teknologisk Institut

SAMARBEJDE



SAMARBEJDE MELLEM TEKNOLOGISK INSTITUT OG FORCE TECHNOLOGY

Teknologisk Institut og FORCE Technology har etableret et tæt samarbejde inden for printet elektronik, hvor de to GTS-institutter stiller faciliteter og rådgivning til rådighed for dansk erhvervsliv. Det sker gennem Resultatkontraktmidler 2019-2020, som er midler fra Styrelsen for Institutioner og Uddannelsesstøtte under Uddannelses- og Forskningsministeriet. Formålet med aktiviteten er at udvikle og etablere en ny digital produktionsplatform til printet elektronik for derigennem at styrke de danske SM-V'ers udvikling af digitale smarte produkter.

Virksomheder kan få adgang til både printere og nano-

baseret printblæk hos Teknologisk Institut, mens FORCE Technology råder over faciliteter inden for design, test og pilotproduktion af mikroelektronik. Printerfaciliteterne åbner op for helt nye muligheder, da man som virksomhed får stor designfrihed og dermed kan printe komplekse prototyper af både sensorer og elektronik fra dag til dag.

Ambitionen er at gøre dansk erhvervsliv i stand til at positionere sig på markedet for dels 'smart products' og dels som global leverandør af komponenter inden for printet elektronik, ved at støtte virksomhederne fra prototype til produktion i fuld skala.

TEKNOLOGISK INSTITUT

Teknologisk Institut bygger bro mellem mennesker og teknologi og skubber teknologien i retning af en bæredygtig udvikling. Teknologisk Institut tror på, at teknologi kan forbedre erhvervsliv, samfund og menneskers liv. Siden grundlæggelsen af Instituttet i 1906 har vi arbejdet på at bygge bro mellem forskning og virksomheder, mellem teknologi og mennesker.

Vores specialister anvender den nyeste viden og faciliteter i verdensklasse. Vi skaber anvendelige løsninger inden for agroindustri, byggeri, energi,

forretning, fødevarer, klima, life science, materialer og produktion.

Instituttet skaber resultater ved at gennemføre kommercielle aktiviteter og FoU-aktiviteter i form af rådgivning, uddannelse og laboratorieydelser. En målrettet gennemførelse af de aktiviteter er helt central i Instituttets strategiske udvikling, og det er her vi samlet adresserer de teknologiske trends og de udfordringer som vores kunder står over for.

TEKNOLOGISK INSTITUTS BRAND PROMISE



EKSPERTISE

Vi kombinerer avanceret viden med praktisk erfaring.

Vores ydelser bygger på specialiseret faglighed og state-of-the-art udstyr.



INTEGRITET

Vi indgår åbent og engageret i samarbejdsrelationer.

Vores troværdighed hviler på redelighed, transparens og uvildighed.



RESULTATSKABENDE

Vi leverer løsninger, der skaber værdi for vores kunder.

Vores engagement og indsigt driver os til resultater af høj kvalitet.



BANEBRYDENDE

Vi bringer morgendagens teknologi i anvendelse.

Vi sætter retningen for anvendelse af teknologi i dansk erhvervsliv.



Teknologisk Institut – Nanoproduktion og Mikroanalyse

Center for Nanoproduktion og Mikroanalyse (N&M) arbejder inden for kommercialisering af nanoteknologier. N&M udfører årligt kommercielle opgaver for over 200 forskellige virksomheder inden for materialekarakterisering og mikrobearbejdning. Oven i dette er N&M involveret i flere nationale og europæiske projekter med fokus på udvikling og produktion af nanomaterialer til printet elektronik applikationer og katalysatorer samt digitale produktionsteknologier og energisystemer.

I N&M udvikler vi nanomaterialer til printet elektronik såvel som digitale trykprocesser og produktionsteknologier til fremstilling af smarte produkter. Disse materialer er bl.a. ledende nano-kobber og nano-sølv samt dielektriske, halvledende såvel som katalytiske nanomaterialer.

Vi råder over flere digitale inkjet printere, som vi bruger til digital prototype og pilotproduktion af printet elektronik komponenter, herunder IoT-komponenter, katalysator-komponenter og sensorer.



KONTAKT

Christian Kallesøe
Sektionsleder, Ph.D.
chkl@teknologisk.dk
+45 72 20 25 70



Teknologisk Institut - Analyse og Erhvervsfremme

Analyse og Erhvervsfremme udarbejder erhvervs- og samfundsøkonomiske analyser for at få ny viden om vilkårene for erhvervslivet udviklings- og vækstvilkår. Vækst begynder med mennesker, teknologi og kapital. Vi interesserer os for de vilkår, der skal til, for at virksomheder trives og skaber de værdier, som vores samfund bygger på. Konkurrencevilkår, innovation, forskning og udvikling (FoU), kompetencer, menneskene bag virksomhederne og ikke mindst nye teknologier.

Vi er eksperter på teknologi i erhvervslivet og kan bl.a. rådgive om key enabling technologies (KETs), automatisering og smart technology. Vi interesserer os også for det samspil, som virksomhederne indgår i med det omgivende samfund.

Det gør vi i Danmark og i Europa. Teknologisk Institut er partner med World Economic Forum, og vi gennemfører årligt en række internationale analyser for bl.a. Europa Kommissionen. Det sikrer vores kunder adgang til den nyeste viden på området og et internationalt perspektiv.

Vi analyserer og rådgiver om erhvervs- og regionaludvikling, miljøpolitik, forskning og innovationspolitik, klyngeudvikling og innovationssystemer. Vi kortlægger vækstmuligheder og udfordringer i fx kommuner og for hele EU og hjælper virksomheder med at styrke deres strategiske prioritering af teknologisk forskning, udvikling, innovation og konkurrentovervågning



KONTAKT

Leif H. Jakobsen
Seniorspecialist

E: Ihjn@teknologisk.dk
T: +45 7220 2674.

FORCE TECHNOLOGY

Tryghed og værdiskabelse

Vi møder kunderne igennem on-site inspektion, måling og dataopsamling på fx broer, olieborerplatforme, vindmøller eller byggerier. Kunderne vælger FORCE Technology for kompetent, hurtig og fleksibel bistand, der for nogle reducerer risici og produktionsstop og for andre sikrer forbrugerbeskyttelse og overensstemmelse med gældende regler.

Vi møder kunderne i vores omfattende og unikke infrastruktur af faciliteter og laboratorier til test, kalibrering og analyse. Kunderne vælger os for uvildig og akkrediteret bistand, der for nogle giver validering og markedsadgang og for andre kvalitetssikring og designoptimering.

Vi møder kunderne igennem leverancer af produkter, komponenter og sensorsystemer, der enten i kombination med FORCE Technologys viden giver

dem beslutningsstøtte, integritet management og forlængede levetider til strukturer eller giver deres egne produkter nye værdiskabende funktioner og intelligens.

Vi møder kunderne på alle områder med specialistrådgivning og træning, der giver dem værdi ved at kombinere tværfaglige og erfaringsbaserede kompetencer med nyeste viden fra forsknings- og udviklingsaktiviteter. FORCE Technology skaber tryghed og værdi for vores kunder baseret på uvildighed og viden.

Som uvildig og uafhængig Godkendt Teknologisk Servicevirksomhed (GTS) opretholder og udvikler vi en teknologisk infrastruktur af unikke faciliteter, teknologier og kompetencer til gavn for samfund og erhvervsliv.



KONTAKT

Jörg Rehder

Sales Manager (Hørsholm)

jre@force.dk

+45 43 25 14 02



STORT POTENTIALE I PRINTET ELEKTRONIK

Der er stort potentiale og mange udnyttelsesmuligheder ved at anvende printet elektronik. Teknologisk Institut og FORCE Technology ønsker med denne analyse at sætte fokus på printet elektronik og udbrede kendskabet til teknologien og ikke mindst pege på nogle af de udfordringer, der forhindrer danske virksomheder i at drage nytte af teknologien.



TEKNOLOGISK
INSTITUT