

Exempel på TRL-verktyg

Technology Readiness Assessment Guidance

U.S. Department of Defense har utvecklat en fördjupad beskrivning av TRL-nivåerna, och kompletterat den med exempel på vilken stödjande information som kan användas för att styrka påstådda TRL-nivåer¹. Detta som utgångspunkt för bedömning och utvecklingsbeslut.

TRL	Definition	Beskrivning	Stödjande information
9	Systemet beprövat i faktisk drift	Faktisk tillämpning av tekniken i sin slutliga form och under uppdragsförhållanden, såsom de som förekommer vid operativ testning och utvärdering (OT&E). Exempel inkluderar användning av systemet under operativa uppdragsförhållanden.	OT&E-rapporter.
8	Systemet färdigutvecklat och kvalificerat	Tekniken har bevisats fungera i sin slutliga form och under förväntade förhållanden. I nästan alla fall representerar denna TRL slutet på verklig systemutveckling. Exempel inkluderar utvecklingstest och utvärdering (DT&E) av systemet i dess avsedda vapensystem för att avgöra om det uppfyller designspecifikationen.	Resultat av testning av systemet i dess slutliga konfiguration under de förväntade miljöförhållanden som det förväntas fungera i. Bedömning av om det kommer att uppfylla dess operativa krav. Vilka problem, om några, uppstod? Vilka är/var planerna, alternativen eller åtgärderna för att lösa problem innan designen slutfördes?
7	Prototypdemonstration i operativ miljö	Prototyp nära eller vid planerat driftsystem. Representerar ett stort steg upp från TRL 6 genom att kräva demonstration av en faktisk systemprototyp i en driftmiljö (t.ex. i ett flygplan, i ett fordon eller i rymden).	Resultat från testning av ett prototypsystem i en operativ miljö. Vem utförde testerna? Hur stod testet sig mot förväntningarna? Vilka problem, om några, uppstod? Vilka är/var planerna, alternativen eller åtgärderna för att lösa problem innan man går vidare till nästa nivå?
6	Modell eller prototyp demonstrerad i relevant miljö	En representativ modell eller ett prototypsystem, som ligger långt utöver TRL 5, testas i en relevant miljö. Representerar ett stort steg upp i en tekniks demonstrerade mognad. Exempel inkluderar testning av en prototyp i en högkvalitativ laboratoriemiljö eller i en simulerad driftmiljö.	Resultat från laboratorietestning av ett prototypsystem som är nära önskad konfiguration vad gäller prestanda, vikt och volym. Hur skilde sig testmiljön från driftmiljön? Vem utförde testerna? Hur stod testet sig mot förväntningarna? Vilka problem, om några, uppstod? Vilka är/var planerna,

¹ Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance. U.S. Department of Defense, April 2011 (fullständig rapport: <https://www.gao.gov/assets/680/679006.pdf>, sammanfattande tabell: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201356/>)

			alternativen eller åtgärderna för att lösa problem innan man går vidare till nästa nivå?
5	Teknik validerad i relevant miljö	Teknikens tillförlitlighet ökar avsevärt. De grundläggande tekniska komponenterna integreras med någorlunda realistiska stödelement så att de kan testas i en simulerad miljö. Exempel inkluderar verklighetsnära laboratorieintegration av komponenter.	Resultat från testning av system i laboratoriet integreras med andra stödjande element i en simulerad driftsmiljö. Hur skiljer sig den "relevanta miljön" från den förväntade driftsmiljön? Hur står sig testresultaten i jämförelse med förväntningarna? Vilka problem, om några, uppstod? Förfinades systemet för att mer nära matcha de förväntade systemmålen?
4	Grundläggande validering i laboratoriemiljö	Grundläggande tekniska komponenter integreras för att säkerställa att de kommer att fungera tillsammans. Detta är mindre verklighetsnära jämfört med det slutliga systemet. Exempel inkluderar integration av "ad hoc"-hårdvara i laboratoriet.	Systemkoncept som har beaktats och resultat från tester i laboratorieskala. Referens till vem som utförde detta arbete och när. Ge en uppskattning av hur hårdvara och testresultat skiljer sig från de förväntade systemmålen.
3	Experimentellt bevis på kritiska funktioner	Aktiv FoU initieras. Detta inkluderar analytiska studier och laboratoriestudier för att fysiskt validera de analytiska förutsägelsena för separata delar av tekniken. Exempel inkluderar komponenter som ännu inte är integrerade eller representativa.	Resultat av laboratorietester utförda för att mäta intressanta parametrar och jämföra dem med analytiska förutsägelser för kritiska delsystem. Referenser till vem, var och när dessa tester och jämförelser utfördes.
2	Teknologikoncept eller tillämpning formulerad	Uppfinandet börjar. När grundläggande principer har observerats kan praktiska tillämpningar uppträda. Tillämpningar är spekulativa, och det kan saknas bevis eller detaljerad analys som stöder antagandena. Exemplet är begränsade till analytiska studier.	Publikationer eller andra referenser som beskriver den ansökan som behandlas och som tillhandahåller analyser som stöder konceptet.
1	Grundläggande principer observerade och rapporterade	Lägsta nivå av teknisk mognad. Vetenskaplig forskning börjar omsättas i tillämpad forskning och utveckling (FoU). Exempel kan inkludera teoretiska studier av en tekniks grundläggande egenskaper.	Publicerad forskning som identifierar principerna bakom denna teknik. Referenser till vem, var, när.

Exempel på MRL-verktyg

NABC

NABC är en systematisk metod som utvecklats vid Stanford Research Institute för att stötta utveckling, utvärdering och presentation av idéer och innovationer. Den består av fyra delar som tillsammans definierar ansatsens *Market Value Proposition*.

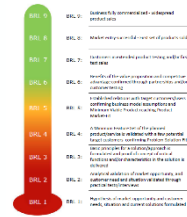
NABC är en förkortning av några engelska ord: An important customer or market **n**eed addressed by a unique **a**pproach with compelling **b**enefits when compared against the **c**ompetition or alternatives.

<p>Need/ Behov</p>	<p>Vilka är kundens behov?</p> <p>Ett behov bör relatera till en viktig och specifik kund- eller marknadsmöjlighet, med tydlig beskrivning av marknadsstorlek och slutkunder.</p> <p>Marknaden bör vara tillräckligt stor för att motivera nödvändig investering och utvecklingstid.</p>
<p>Approach/ Lösning</p>	<p>Vilken är den övertygande och unika lösningen för det specifika kundbehovet?</p> <p>Allt eftersom tillvägagångssättet utvecklas genom iterationer blir det ett fullständigt förslag eller en affärsplan, som kan inkludera marknadspositionering, kostnader, bemanning, partnerskap, leveranser, en tidsplan och skydd av immateriella rättigheter (IP).</p>
<p>Benefits (per cost)/ Nyttä (per kostnad)</p>	<p>Vilka är kundfördelarna med tillvägagångssättet?</p> <p>Varje tillvägagångssätt för en kunds behov resulterar i unika kundfördelar, såsom låg kostnad, hög prestanda eller snabb respons.</p> <p>Framgång kräver att fördelarna är kvantitativa och väsentligt bättre – inte bara annorlunda.</p>
<p>Competition/ Konkurrens</p>	<p>Varför är fördelarna betydligt bättre än konkurrenternas?</p> <p>Alla har alternativ. Du måste kunna berätta för kunden varför lösningen representerar det bästa värdet.</p> <p>För att göra detta måste du tydligt förstå konkurrenterna och kundens alternativ. Du måste tydligt kunna ange varför tillvägagångssättet är väsentligt bättre än konkurrenternas.</p> <p>Svaret ska vara kort och lätt att komma ihåg.</p>

För att fylla sin funktion bör en NABC vara bekräftad mot potentiella kunder – beskrivningarna bör alltså ha saklig grund och inte baseras på egna förhoppningar.

KTH Innovation Readiness Level™

KTH Innovation har utvecklat en modell, KTH Innovation Readiness Level™², som utvärderar innovationsutveckling i sex nyckelområden, vart och ett med en skala 1 – 9 som liknar TRL-skalan. Bilden intill ger en fingervisning om hur skalan är utformad.



Frågeställningar till stöd för bedömning av MRL

Förutom ovan nämnda exempel på MRL-verktyg så kan man ha god nytta av en uppsättning strukturerade frågor för att göra en egen bedömning av MRL.

- **Övergripande marknadsöversikt:** Kommer miljöprestanda och finansiella måttetal i hela värdekedjan vara positiva eller bättre än konkurrerande alternativ?
- **Trender:** Finns det marknadstrender som bidrar till lösningens attraktivitet? Finns det krav från myndigheter som bidrar positivt till marknadspotentialen?
- **Marknadspotential:** Hur stor är marknaden – existerande och prognosticerad? Vilka är förutsättningarna för väsentlig marknadsandel inom 3 – 5 år?
- **Användning av biobaserade och cirkulära råvaror och resurser:** Kommer användningen av biobaserade och cirkulära råvaror och resurser göra att marknaden reagerar positivt och att andelen produkter ökar snabbare än den generella bruttonationalprodukten (BNP)?
- **Konkurrenter och konkurrerande system:** Vilka är de främsta konkurrenterna och konkurrerande lösningarna på marknaden?
- **Bas av behovsägare:** Är den tänkta basen av behovsägare identifierad, inklusive volym/storlek?
- **Målgrupp (behovsägare):** Kan den nya lösningen enkelt säljas in med goda kontakter?

² <https://kthinnovationreadinesslevel.com/about/>

Exempel på SRL-verktyg

Global Reporting Initiative och UN Global Compact

Ett gediget material har tagits fram gemensamt av Global Reporting Initiative, som ger ut standarder för utformning av hållbarhetsrapportering, och FN-organet United Nations Global Compact. Materialet utgår från FN:s 17 mål för hållbar utveckling (Sustainable Development Goals, SDGs) och dess 169 delmål (targets). Syftet med materialet är att visa hur hållbarhet kan vara affärsdrivande och hur hållbarhetsrapportering kan vara ett effektivt sätt att kommunicera i linje med SDGs.

Dokumentet *Business Reporting on the SDGs: An Analysis of the Goals and Targets*³ analyserar alla 17 mål och 169 delmål, och ger en enhetlig mekanism för hållbarhetsrapportering på ett jämförbart och effektivt sätt.

Dokumentet *Integrating the SDGs into Corporate Reporting: A Practical Guide*⁴ erbjuder ett strukturerat angreppssätt för att hjälpa företag att välja vilka mål och delmål man ska rapportera kring och hur rapporteringen kan användas för att driva utveckling.

Dokumenterna är avsedda att användas tillsammans för att göra ett strukturerat och effektivt urval som kommunicerar intentioner och resultat i hållbarhetsfrågor. Dokumenterna är därmed även värdefulla källor till beskrivning av hållbarhetsargument för nya produkter och tjänster – detta genom att ge stöd i valet av relevanta mål och delmål från SDGs, samt exempel på affärsdrivande hållbarhetskommunikation.

Hållbarhetsbedömningar ur ett livscykelperspektiv

En livscykelanalys (LCA) är ett beslutsunderlag för utveckling av befintliga produkter och processer. Det finns många miljöfrågor att ta hänsyn till, och en livscykelanalys gör det möjligt att hantera flera av dem parallellt. För att kunna göra relevanta jämförelser är det mycket viktigt att funktionella enheter och systemgränser är rätt valda. En fullständig LCA utgör underlag för en miljövarudeklaration, och ger en komplett bild av hela livscykeln. Swedish Life Cycle Center⁵ är en bra ingång till LCA-området.

I ett utvecklingsarbete bör man göra en hållbarhetsbedömning ur ett livscykelperspektiv där man identifierar källor med störst miljöpåverkan, och där antaganden görs för sådant man ännu inte vet. Vartefter man lär sig mer om produkten eller processen kan hållbarhetsbedömningen förädlas.

³ <https://www.unglobalcompact.org/library/5361>

⁴ <https://unglobalcompact.org/library/5628>

⁵ <https://www.lifecyclecenter.se/lca-data-base/>

Frågeställningar till stöd för bedömning av SRL

Förutom ovan nämnda exempel på SRL-verktyg så kan man ha god nytta av en uppsättning strukturerade frågor för att göra en egen bedömning av SRL.

- **Övergripande:** Kommer miljöprestanda och finansiella måttal i hela värdekedjan vara positiva eller bättre än konkurrerande alternativ?
- **Trender:** Finns det policyutveckling relaterad till hållbarhet som bidrar till lösningens attraktivitet?
- **Toxicitet och ekotoxicitet:** Bedöms den nya lösningen bidra väsentligt till minskad belastning avseende toxicitet eller ekotoxicitet?
- **Energieffektivitet:** Kommer energianvändningen vara mer effektiv än för existerande lösningar?
- **Användning av biobaserade och cirkulära råvaror och resurser:** Kommer användningen av biobaserade och cirkulära råvaror och resurser vara mer resurseffektiv än för existerande lösningar?
- **Emissioner och avfall:** Kommer mängden emissioner och avfall att minska jämfört med existerande lösningar?
- **Transporter:** Kommer den nya lösningen bidra till minskade transporter jämfört med existerande lösningar?