

2023

Systematisk ferdigstilling
FMI-veilederen Ver. 1.0
Funksjon Modenhets Index
November 2023



Utarbeidet av
Per Roger Johansen
og
Tor I. Hoel

Med bidrag fra
Hans Thomas Holm
og
Per-Ivar Mikkelsen

17.11.2023

Innhold

1. Termer og definisjoner	1
2. Funksjon modenhets indeks (FMI)	2
2.1. Forord	2
2.2. Bakgrunn for Funksjon modenhets indeks	2
2.3. Modenhetsnivåer	3
3. Grunnleggende prinsipper.....	4
3.1. Hva er Funksjons Modenhets Indeks (FMI).....	4
3.2. Relasjon mellom FMI og MMI	4
3.3. Bruk av FMI-nivåer.....	4
3.4. Praktisk bruk av FMI	5

Vedlegg 1: FMI Tabell

Vedlegg 2: Eksempel på etablering av FMI-nivå

1. Termer og definisjoner

Begrep / forkortelse	Definisjon
FMI	Funksjon Modenhets Indeks. Indeksen gir en verdi for å kunne forstå hvilken status de enkelte systemene har gjennom prosjektforløpet. Den beskriver modningsgraden av systemene i prosjektet ved bruk av omforente tallkoder.
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering, bruk av en delt digital framstilling av et byggverk for å legge til rette for prosjektering, bygging og driftsprosesser slik at det kan dannes et pålitelig grunnlag for beslutninger.
MMI	Modell Modenhets Indeks. beskriver modningsgraden av objektene i byggverksmodeller gjennom bruk av omforente tallkoder. MMI er først og fremst en metodikk for kommunikasjon og styringsprosesser i byggverkets prosjektfase og driftsfase.
Tablettest	Teoretisk test (også kalt bord-test) som gjennomføres før ferdig detaljprosjektering og bygging. Underlaget er systemets funksjonsbeskrivelse, systemskjema, automasjonstabell og testprosedyre. Tablettesten er også en del av driftspersonellets opplæring.
ITB-ansvarlig	Person som har fullmakt til å sørge for at prosessene som er beskrevet i dette dokumentet gjennomføres og dokumenteres.
RITB	Person som har ansvar for å sikre at de krav som settes i prosjektet av ITB-ansvarlig blir gjennomført i prosjekteringsfasen.
Systemintegrator	Person som har ansvaret for å sikre at kontraktens funksjonelle krav blir koordinert, installert, idriftsatt og testet.

2. Funksjon modenhets indeks (FMI)

2.1. Forord

Byggenæringen har i lang tid hatt en lavere produktivitetsutvikling enn andre bransjer¹. I tillegg preges mange byggeprosjekter av at de tekniske systemene ikke fungerer som forutsatt i byggeprosjektets slutfase eller når bygget settes i drift.

BA2015 ga ut en veileder i Systematisk Ferdigstillelse for å bedre produktiviteten i bransjen, og for å sikre at sluttproduktet faktisk fungerer riktig og i henhold til kundens bestilling.

De effektene man kan forvente å få ved å ta i bruk arbeidsprosessene fra Systematisk Ferdigstillelse, er blant annet:

- Feilfritt bygg og tekniske systemer som fungerer som planlagt ved overgang til normal drift
- Byggeprosjektet blir ferdigstilt og tatt i bruk til avtalt tid
- Reduserte prosjektkostnader
- Færre feil og mangler underveis i byggingen (riktig med en gang)
- Redusert energibruk i drift
- Riktigere driftskostnader

I de 7 årene som har gått siden veilederen ble ferdigstilt i 2015 har Systematisk Ferdigstillelse fått relativt stor oppmerksomhet, men bransjen har i liten grad investert i økt kompetanse om Systematisk Ferdigstillelse. Det er fortsatt få prosjekteiere og prosjektledere som har satt seg inn i hva Systematisk Ferdigstillelse faktisk betyr for prosjektgjennomføringen og hvilke gevinster det gir i slutfasen.

I flere prosjekter er det satt krav til Systematisk Ferdigstillelse, men det er ikke fulgt opp på en tilfredsstillende måte. Det settes ikke krav til at metodikken og kunnskapen er forstått, og det følges ikke opp at metodikken faktisk benyttes i prosjektene.

Det er også en gjennomgående mangel på personer som har riktig kompetanse på ledelse og praktisk gjennomføring av Systematisk Ferdigstillelse.

2.2. Bakgrunn for Funksjon modenhets indeks

Systematisk Ferdigstillelse utfordrer den tradisjonelle tankegangen rundt prosjektering og bygging av tekniske systemer.

Systematisk Ferdigstillelse tydeliggjør krav til leveranser tidlig i prosjektløpet, som i tradisjonelle prosjekter leveres for sent i prosjekteringsprosessen. Metodikken tydeliggjør alle aktørenes ansvar på de riktige tidspunktene i prosessen, en prosess som også er tidligere enn i tradisjonelle prosjekter. Dette sikrer at tester og verifiseringer i slutfasen kan gjennomføres på en forutsigbar måte og med stor sannsynlighet for et godt resultat.

Det kan være vanskelig å følge arbeidsprosessen i Systematisk Ferdigstillelse fordi den utfordrer den tradisjonelle. For å lettere følge opp og få en reell status på den tekniske prosjektutviklingen, er det nå utviklet en Funksjon Modenhets Indeks (FMI). Den baserer seg på samme tankegang som MMI-veilederen² for fysiske objekter i BIM, som bransjen i Norge har tatt i bruk.

Målet med FMI er å etablere en felles måte å kommunisere hvor i utviklingsløpet hvert enkelt tekniske system befinner seg. Den detaljerte statusen kan enkelt aggregeres opp slik at

¹ SSB – Produktivitetsfall i bygg og anlegg

² <https://rif.no/product/mmi-veilederen-2-0/>

oppdragsgiver og prosjektledelse kan bruke indeksen som et mål på hvor modent prosjektet er med tanke på Systematisk Ferdigstillelse. Indeksen kan også benyttes for å forstå hvilken rekkefølge de tekniske systemene bør berikes med informasjon slik at rekkefølgen på prosjekteringen og testingen blir riktigere.

2.3. Modenhetsnivåer

Det er etter vår kjennskap ikke tidligere gitt ut en indeks for å beskrive modenheten for de tekniske systemene. FMI tar utgangspunkt i de behovene som ligger til grunn for sikre riktig gjennomføring av Systematisk Ferdigstillelse. I tillegg gir FMI mulighet for å rapportere enhetlig i et prosjekt, og mellom prosjekter, på statusen for Systematisk Ferdigstillelse.

Modell Modenhets indeksen, MMI, er etablert for å kunne måle nivået på den digitale modellen. Den tar i mindre grad utgangspunkt i selve byggingen og testingen av den tekniske funksjonaliteten.

FMI har forsøkt å tilpasse nivåene så langt som mulig slik at de harmonerer med MMIs nivåer. FMI er utformet slik at den skal kunne tas i bruk i ulike industrier, men tar utgangspunkt i Bygg og Anleggsnæringen.

Funksjon Modenhets Indeks, FMI, har følgende hovednivåer:

FMI100 – Plan for Systematisk Ferdigstillelse etablert

FMI200 – Funksjonsbeskrivelse pr. system ferdig

FMI300 – Tabletest akseptert

FMI400 – Systemfunksjonstest akseptert

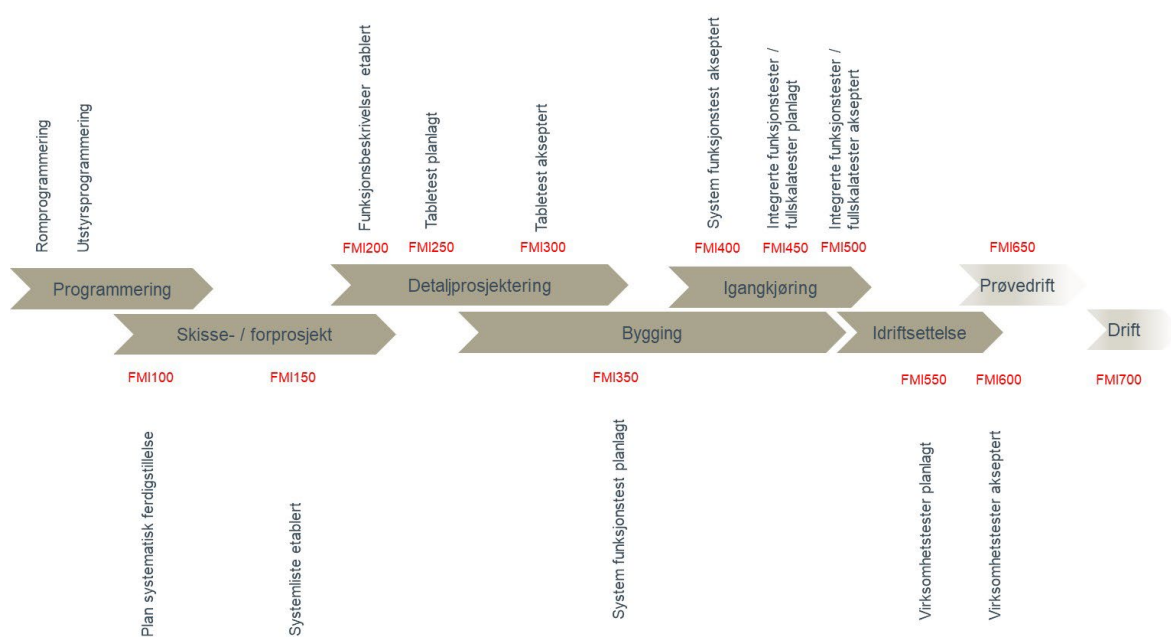
FMI500 – Integreerte tester / fullskalatester aksepterte

FMI600 – Virksomhetstester aksepterte

FMI700 – Drift

Det står hvert prosjekt fritt til å etablere indekser mellom hovednivåene for å følge utviklingen enda nøyere.

En sammenheng mellom prosjektets faser og FMI er illustrert i figuren nedenfor.



3. Grunnleggende prinsipper

3.1. Hva er Funksjons Modenhets Indeks (FMI)

FMI, eller Funksjons Modenhets Indeks (eng. Funksjon Maturity Index), beskriver modningsgraden av de tekniske systemene / tekniske bygningsinstallasjonene i et bygge- eller anleggsprosjekt gjennom bruk av omforente tallkoder. FMI er først og fremst en metodikk for å kunne styre planlegging og utførelse samt å kunne kommunisere statusen som oppnås under prosjektets livsløp.

Det er ikke enkelt å forklare ulike aktører hvor i prosessen et teknisk system er, altså hvilken modenhet det har. Det er enda mer utfordrende å kunne formidle hvilken modning en del av et prosjekt, eller et helt prosjekt, har når prosjektet består av et stort antall komplekst sammenhengende systemer.

I Systematisk Ferdigstilling er rekkefølgen i utarbeidelsene av ulike dokumenter viktig for å kunne utarbeide riktige løsninger. Bruk av FMI vil gjøre det enklere for aktørene å sikre riktig utførelse gjennom å sikre riktig arbeidsprosess. Modenhetsindeksen kan også benyttes for å vurdere egnetheten til å kommunisere grensesnitt og tverrfaglige løsninger.

FMI-verdiene tilføres eller relateres til de tekniske systemene for å dokumentere modningsgraden i forhold til både prosjekteringen, utførelsen og testingen inn mot ferdige systemer satt i drift.

FMI kan anvendes med ulikt omfang; fra enkelte systemer til mindre områder eller hele prosjekter. Indeksen settes på systemene enkeltvis, men kan aggregeres til større områder eller et helt prosjekt dersom man har klart for seg avhengigheten mellom de ulike tekniske systemene og klare retningslinjer for bruken av FMI i prosjektet.

3.2. Relasjon mellom FMI og MMI

En av utfordringene i Systematisk Ferdigstilling er at det ofte implementeres løsninger i BIM eller skjematetegninger før de tekniske funksjonene er beskrevet godt nok i de tekniske funksjonsbeskrivelsene. Enkelt sagt er det ikke uvanlig at et system er ferdig prosjektert uten at funksjon er fullt ut avklart. Dette medfører ofte omprosjektering av løsninger som allerede har oppnådd et MMI-nivå i BIM. Det er derfor viktig å følge arbeidsprosessen i Systematisk Ferdigstilling, og dermed FMI, for å unngå unødvendige feil og / eller unødvendige iterasjoner.

Det anbefales at det sikres at *FMI200 Funksjonsbeskrivelse etablert* nås før *MMI200 Ferdig konsept* nås. Man kan dermed sikre at prosjekteringen ikke er kommet for langt i BIM før systemenes funksjon er kommet til riktig nivå.

3.3. Bruk av FMI-nivåer

Bruken av FMI-nivåene beskrevet i denne veilederen, forutsetter at disse nivåene er fast definerte og benyttes likt for alle aktørene i bransjen. Det tillates derfor ikke en tilpasset bruk av hovednivåene i FMI, men det kan være behov for å detaljere mellomnivåer i hvert enkelt prosjekt.

FMI-nivåene forutsettes å vise prosjektutviklingen. Det medfører at FMI-nivået for et system kan reduseres dersom en iterativ planlegging eller mange feil i utførelsen tilsier at systemet skal tilhøre et lavere modenhetsnivå enn det som ble satt sist. Det er viktig at reglene for bruk av FMI-nivå klarlegges i det enkelte prosjektet allerede ved etableringen av en *Plan for Systematisk Ferdigstilling*. Det kan være behov for tilpasning av reglene avhengig av type og størrelse av et prosjekt.

Det vil være nødvendig å definere hvilke FMI-nivåer de ulike systemene skal følge. For et system med noe kompleksitet og grensesnitt mot andre systemer, vil det med stor sannsynlighet være nødvendig å følge hele prosessen i modenhetsforløpet. For et enkelt system uten grensesnitt, vil det kanskje ikke være nødvendig med tabletester slik at dette nivået dermed kan deaktiveres. I tillegg kan det vurderes at det enkle systemet ikke skal gjennom fullskalatest og virksomhetstest. Et slikt system kan dermed fritas for de modenhetsnivåene som ikke er relevante. Systemet kan dermed gis et hopp i modenheten både fra *FMI200 Funksjonsbeskrivelse ferdig* til *FMI350 Systemfunksjonstest planlagt* og fra *FMI400 Systemfunksjonstest akseptert* til f.eks. *FMI650 Prøvedrift*.

Det er lagt opp til at FMI-nivåer settes basert på den laveste verdien av det som er utført i prosessen. Det kan i enkelte tilfeller være slik at et system har oppfylt kriteriene isolert sett for *FMI450 Integrerte tester / fullskalatester planlagt*, mens *FMI400 Systemfunksjonstest akseptert* ikke er oppfylt. Det er i så fall nivået før FMI400 som er status for systemet ettersom FMI400 ikke er akseptert. Når FMI400 dermed blir akseptert, vil status i dette tilfellet endres til FMI450.

3.4. Praktisk bruk av FMI

I Veileder for Systematisk ferdigstillelse med tilhørende vedlegg samt i NS3935 er det beskrevet ulike måter å organisere arbeidet med systematisk ferdigstillelse. Organiseringen vil variere i forhold til prosjektets størrelse og kompleksitet i tillegg til valgt kontraktstrategi.

Den øverste ansvarlige for gjennomføringen av systematisk ferdigstillelse i prosjektet, enten det er prosjektleder systematisk ferdigstillelse eller ITB-ansvarlig, skal definere reglene for hvordan FMI skal benyttes i det enkelte prosjektet basert på eventuelle krav satt i kontraktsunderlaget. Reglene vil også omfatte hvilke FMI-nivåer de ulike systemene skal gjennom.

Når et system skal oppnå et FMI-nivå, vil det være fornuftig at en systemintegrator foreslår at FMI-nivået kan endres og at en prosjektleder systematisk ferdigstillelse eller ITB-ansvarlig vil akseptere at det nye FMI-nivået er oppnådd.

Det er imidlertid ikke unaturlig at myndigheten for å sette de ulike FMI-nivåene i de ulike fasene av prosjektet delegeres. Delegeringen kan være til en RITB i prosjekteringsfasen eller til en testansvarlig i installasjons-, igangkjøring- og idriftsettelsesfasen.

VEDLEGG 1 – Funksjon Modenhets Indeks, FMI

Kode	Navn	Beskrivelse	Fargekode**
000	Tidligfase		
100	Plan for Systematisk Ferdigstillelse etablert	<ul style="list-style-type: none"> Plan for Systematisk Ferdigstillelse etablert (Strategi og handlingsplan) Rekkefølge for ibruktakelse planlagt Sammenheng geometri og funksjon definert for tidlig testing Strategi for tidlig testing etablert Regler for bruk av FMI-nivå 	
125	Reservert*		
150	Systemliste etablert	<ul style="list-style-type: none"> System registrert i Systemliste utarbeidet i henhold til prosjektets mal med plassering og betjeningsområde Overordnet beskrivelse av teknisk infrastruktur etablert for å sikre oppdeling av tekniske systemer som legger til rette for tidlig testing Forenklet beskrivelse av systemenes funksjon og integrerte funksjoner 	
175	Reservert*		
200	Funksjonsbeskrivelse etablert	<ul style="list-style-type: none"> System registrert i Grensesnittsmatrise (mellom systemer) og grensesnitt definert Integrerte funksjonsbeskrivelser inkl. testprosedyrer og akseptansekriterier utarbeidet Funksjonsbeskrivelse ver. 1.0 utarbeidet Systemskjema utarbeidet Kapasitet- og funksjonstabell / automasjonstabell utarbeidet 	
225	Reservert*		
250	Tabletest planlagt	<ul style="list-style-type: none"> Testprosedyre for tabletest inkl. akseptansekriterier ver. 1.0 utarbeidet Kritiske komponenter valgt Utkast til skjermbilder utarbeidet Etablert testplan for alle systemer (for å se rekkefølgen av testingen) 	
275	Klar for tabletest	<ul style="list-style-type: none"> Klar for tabletest 	
300	Tabletest akseptert	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomføring av tabletest Test akseptert inkl. ferdig funksjonsbeskrivelse, systemskjema, funksjonsbeskrivelse, testprosedyre, automasjonstabell, skjermbilder SD, testrapport. Teoretisk opplæring av system gjennomført 	
325	Reservert*		
350	Systemfunksjonstest planlagt	<ul style="list-style-type: none"> Testprosedyre for Systemfunksjonstest inkl. akseptansekriterier ver. 1.0 utarbeidet Etablert testplan for alle systemer (for å se rekkefølgen av testingen) 	
375	Klar for Systemfunksjonstest	<ul style="list-style-type: none"> Klar for test iht. krav (FDVU-dokumentasjon, mekanisk ferdigstilt, spenningsatt, programmert ferdig SD, etc.) 	

Kode	Navn	Beskrivelse	Fargekode**
400	Systemfunksjonstest akseptert	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomført og akseptert Systemfunksjonstest Test akseptert inkl. justert funksjonsbeskrivelse, systemskjema, funksjonsbeskrivelse, testprosedyre, automasjonstabell, testrapport Praktisk opplæring for systemer gjennomført 	
425	Reservert*		
450	Integrerte tester / fullskalatester planlagt	<ul style="list-style-type: none"> Testprosedyre for integrerte tester / fullskalatester inkl. akseptansekriterier ver. 1.0 utarbeidet Etablert testplan (for å se rekkefølgen av testingen) 	
475	Klar for integrerte tester / fullskalatester	<ul style="list-style-type: none"> Klar for test iht. krav (FDVU-dokumentasjon, Systemfunksjonstester aksepterte, avvik lukket, etc.) 	
500	Integrerte tester / fullskalatester akseptert	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomføring integrerte tester Test akseptert inkl. justert funksjonsbeskrivelse, systemskjema, funksjonsbeskrivelse, testprosedyre, automasjonstabell 	
525	Reservert*		
550	Virksomhetstester planlagt	<ul style="list-style-type: none"> Testprosedyre for virksomhetstester inkl. akseptansekriterier ver. 1.0 utarbeidet Etablert testplan (for å se rekkefølgen av testingen) 	
575	Klar for virksomhetstester	<ul style="list-style-type: none"> Klar for test iht. krav (FDVU-dokumentasjon, integrerte tester aksepterte, avvik lukket, etc.) 	
600	Virksomhetstester akseptert	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomføring virksomhetstester Tester akseptert og avvik lukket Anlegg komplett i drift 	
625	Reservert*		
650	Prøvedrift	<ul style="list-style-type: none"> System satt i prøvedrift 	
675	Reservert*		
700	Ordinær drift	<ul style="list-style-type: none"> System satt i ordinær drift 	
800	Reservert*		
900	Reservert*		

* Reservert fremtidig utvikling av veilederen

** Fargekode vil bli definert for de ulike nivåene for visning i rapporter og mulig visning i BIM

VEDLEGG 2 – Funksjon Modenhets Indeks, FMI

