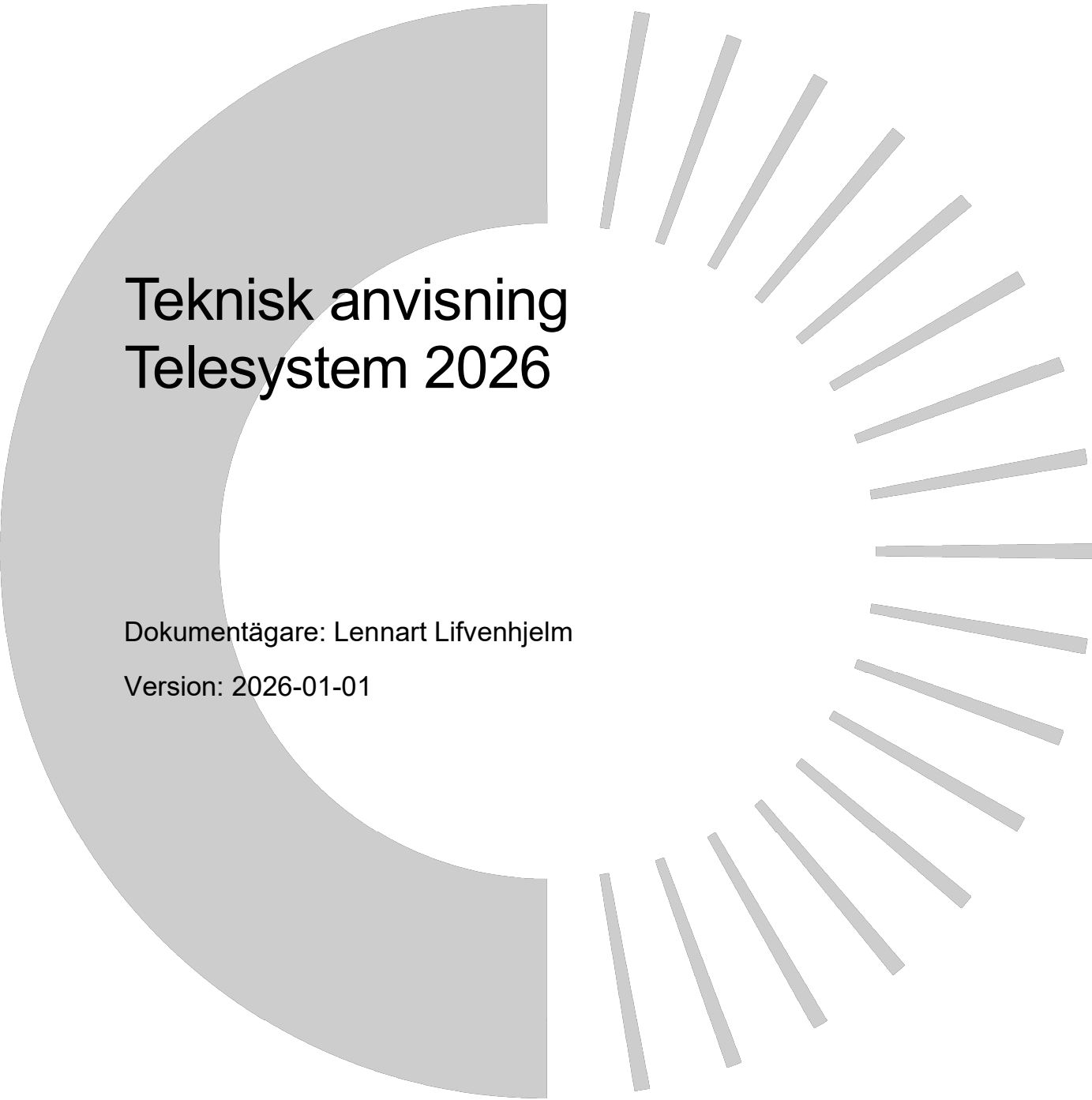




Teknisk anvisning Telesystem 2026

Dokumentägare: Lennart Lifvenhjem

Version: 2026-01-01

Innehållsförteckning

1	Allmänt	2
2	Omfattning.....	2
3	Märkning, dokumentation	2
3.1	Märkning	2
3.2	Relationshandlingar	2
3.3	Drift- och underhållsinstruktioner	2
4	Mobilnät.....	2
4.1	Inledande bakgrund	2
4.2	Syfte	3
4.3	Målbild.....	3
4.4	Översikt alternativa tekniska lösningar.....	3
4.5	Behovsmätning.....	4
5	Tekniska krav	5
5.1	Frekvenser i anläggningen	5
5.2	Teknikrum och radiorum	6
5.3	Stativ	6
5.4	Ledningsnät.....	6
5.5	Komponenter.....	7
5.6	Antenner och sändningspunkter	7
5.7	Driftsättning och Kontroll.....	7
5.8	Märkning och Dokumentation	8
5.9	Information till drift- och underhållspersonal.....	8
6	Råd (Bilaga).....	9

1 Allmänt

Avsteg från anvisningen ska hanteras enligt krav i huvuddokumentet *Övergripande Byggherrekra*v, senaste utgåva.

Informationen i detta dokument ägs av Jernhusen. Kopiering och/eller spridning får ej ske i annat syfte än att leverera information till Jernhusen.

Vid frågor, kontakta teknikenheten@jernhusen.se

*I denna anvisning kan till exempel produkter, apparater och material omnämnas utan angivande av fabrikat, modell eller liknande. För vägledning och exempel hänvisas till Jernhusen **Bilaga Produkter**.*

2 Omfattning

Den som projekterar Telesystem svarar fullt ut för den tekniska konstruktionen och dess funktion och kvalitet.

I denna handling framgår krav och utformning som är av generell art för Telesystem hos Jernhusen.

3 Märkning, dokumentation

3.1 Märkning

Märkning enligt Jernhusen *Teknisk anvisning Märkbilaga*, senaste utgåva.

3.2 Relationshandlingar

Relationshandlingar ska upprättas och levereras enligt Jernhusens *Teknisk anvisning BIM-manual* samt *Leveransspecifikation BIM*, senaste utgåva.

3.3 Drift- och underhållsinstruktioner

Drift- och underhållsinstruktioner ska upprättas och levereras enligt Jernhusens *Teknisk anvisning Leveransspecifikation DoU*, senaste utgåva.

4 Mobilnät

4.1 Inledande bakgrund

Mobilen används inte längre till bara taltrafik, utan för en stor andel digitala tjänster. Mobiltäckning för tal och data i fastigheter och anläggningar är därför en viktig del i Jernhusens erbjudande.

Det kan gälla såväl konkurrenskraftiga tjänster baserat på trådlös infrastruktur som att erbjuda en säker och trygg miljö och arbetsmiljö för både hyresgäster, externa besökare, driftspersonal samt externa intressenter som myndigheter eller blåljusverksamhet.

För att erbjuda en likvärdig och samordnad tjänst i alla Jernhusens fastigheter har denna anvisning tagits fram. Den beskriver en målbild för vad Jernhusen vill erbjuda, men där specifika förutsättningar i enskilda fastigheter tas i beaktande.

4.2 Syfte

Syftet med denna tekniska anvisning är att säkerställa stabil och operatörsneutral mobil inomhustäckning i Jernhusens fastigheter, genom att ge en övergripande information och målbild till intressenter i fastighets- eller anläggningsprojekt för Jernhusen.

Önskat resultat är förbättrad drift, nöjdare hyresgäster och attraktiva och säkrare fastigheter och anläggningar för alla som vistas i dem.

Anvisningen vill tydliggöra Jernhusens egna roll och ansvar för att precisera den kravställan som krävs på respektive fastighet avseende mobiltäckning, samt den behovsanalys som är en viktig del för att säkerställa rätt krav innan projektering av anläggning för mobiltäckning påbörjas.

Utöver denna tekniska anvisning skall mobiloperatörernas gemensamma styrdokument "Stöddokument för införande av DAS ver E", eller senare revision, följas.

Det finns även bra information, överskådliga förklaringar, samband och rekommenderade tillvägagångssätt att hämta i dokumentet "Vägval inomhustäckning – En översikt för offentliga fastighetsägare", från Offentliga Fastigheter.

4.3 Målbild

Målbilden för anläggning för mobiltäckning inom fastigheter och anläggningar är att samtliga relevanta ytor skall täckas med operatörsneutral mobiltäckning för 4G och eventuellt 5G och/eller Rakel ("blåljusnätet"), från samtliga operatörer om inte publik täckning utifrån finns. Med relevanta ytor avses t.ex:

- Allmänna ytor under mark i källare och garage, samt trapphus och hisshallar i hela fastigheten
- Tekniska ytor såsom teknikrum, fläktrum, undercentraler etc. Dessa identifieras i samråd mellan teknikenheten och drift- och förvaltningspersonal.
- Hyresgäst- eller kundytor där mobiltäckning är bristfällig vad gäller signalstyrka (RSRP) eller signalkvalitet (RSRQ), så att kundupplevelsen påverkas negativt. Skall mätas upp av extern partner till Jernhusen.
- Större affärslokaler och butiksytor (restauranger, handelsytor, butiker etc).

4.4 Översikt alternativa tekniska lösningar

Mobilnät för i huvudsak tal och data skall säkerställas i hela fastigheten genom installation av ett nät för mobiltäckning. Denna skall vara operatörsneutral och kunna distribuera signal från samtliga mobiloperatörer, samt bestyckas och driftsättas med utrustning för senare definierade mobiloperatörer.

En anläggning för mobiltäckning inomhus kan utformas med olika tekniska lösningar, på olika sätt och mot olika krav beroende på vilka önskemål, behov och

specifika krav verksamheten har gällande mobil kommunikation och andra trådlösa digitala tjänster. Exempel på tekniska lösningar är:

- 1) **Passivt nät**, eller DAS (Distribuerat Antenn System) bestående av koaxialkablar med passiva antenner inomhus som kan drivas av aktiv utrustning av antingen typen:
 - i) Repeater som tar signal från de publika mobilnäten utomhus (används för mindre anläggningar med lågt kapacitetsbehov och få personer)
 - ii) Radiobasanslutning via fibermatning från mobiloperatörerna med ett gemensamt teknikrum för centralutrustningen, eller genom utdistribuerade förstärkare (s.k. RRU) i radiatorer fördelade inom anläggningen (används för större anläggningar med högre och dedikerat kapacitetsbehov, säkerhets- och robusthetskrav)
- 2) **Aktiva antennnät** som kombinerar Passiva nät och radiobasanslutning med aktiv fiberutrustning för att sprida signal över större geografisk yta eller många fastigheter inom ett avgränsat område.
- 3) **Aktiva nät eller Radiosystem** som med en helt fiberbaserad (och kraft) infrastruktur distribuerar signal till utplacerade sändare i specifika utrymmen.

Då det på marknaden saknas svensk standard för hur anläggningar för mobiltäckning inomhus skall projekteras, utformas och installeras, skall krav och behov från verksamheten identifieras så tidigt som möjligt och projektering för den enskilda fastigheten eller anläggningen utföras med dessa krav som huvudsaklig bas.

Med kundkrav definierade och baserade på den verkliga verksamhetens behov och önskemål, kan omfattning och val av teknisk lösning för fastigheten eller anläggningen bestämmas.

Dessa krav, behov och önskemål identifieras genom en behovsanalys inför varje nytt projekt. Se rubriken "Behovsanalys" och "Råd och rekommenderat tillvägagångssätt" i senare kapitel.

4.5 Behovsmätning

Om det är okänt för Jernhusens personal hur mobiltäckningen är i fastigheten, finns möjlighet att utföra en "behovsmätning". Denna innebär att utpekade utrymmen mäts upp för samtliga operatörer samtidigt med speciella mättelefoner och visar många olika parametrar (utöver signalstyrka) som en vanligt mobil inte kan presentera, t.ex. signalkvalitet eller serving cell.

Denna mätning presenteras på planritning i en färgskala (s.k. "Walk Test"), så resultatet blir tydligt och visuellt, från bra till otillräcklig.

Innan mätning behöver även i detta fall omfattningen på mätningen definieras avseende vilka ytor som är relevanta.

5 Tekniska krav

5.1 Frekvenser i anläggningen

Olika frekvenser har olika egenskaper i en anläggning för mobiltäckning. Låga frekvenser (700/800/900 MHz) har sämre förmåga att bära data, d.v.s. lägre förhållande på MB/MHz, än högre frekvenser (1800/2100/2600/3500 MHz).

Mobiloperatörernas bandbredd, utrymmet i luften, är dessutom generellt större vid högre frekvenser, vilket gör att de höga banden kan bära avsevärt mer datatrafik.

Låga band har däremot generellt mycket bättre räckvidd, förmåga att tränga in i byggnader, och bättre vågutbredningsegenskaper i inomhusmiljöer. Därför kan låga frekvenser vara bra i fastigheter som är stora till ytan, har besvärliga täckningsförhållanden med ytor under mark, eller där få människor vistas. Omvänt är höga band lämpliga där mycket människor vistas på liten yta och där datatrafiken förväntas bli hög.

Passiva DAS skall byggas med bandbredd för 700 – 3800 MHz i samtliga komponenter. Referensband för planering 1800/2100 MHz om inte behovsanalysen pekar på lågband. Passiv DAS är kompatibla med alla system och teknologier som använder dessa frekvenser (2G, 4G och 5G).

Som referensband för projektering och vågutbredningsberäkning för antenn/sändningspunktstäthet skall 1800/2100 MHz användas.

Som målbild i ytor identifierade som relevanta, gäller täckningsnivån:

- RSRP < –100 dBm, med möjligt avsteg ner till < –110 dBm i isolerade källare och teknikutrymmen
- RSRQ < –10 dB i prioriterade ytor
- Dominans i täckningen inomhus mot täckning från operatörernas makronät utifrån

Vid andra tekniska lösningar än Passiv DAS, bestäms bestyckningen av radiokomponenter samt frekvensinnehåll i samråd med mobiloperatörerna, då dessa är hårdvarumässigt låsta till sin frekvens under sin livstid.

Finns krav från räddningstjänst eller likande på Rakeltäckning i fastigheten eller anläggningen skall detta beaktas i projektering av mobilanläggningen.

Rakeltäckning kan likt mobiltäckning erhållas med hjälp av repeater eller basstationslösning, där repeater är det i särklass vanligaste då kapacitetshänsyn inte behöver tas. Medgivande sökes hos MSB av licensierade företag.

Rakel kan implementeras på i huvudsak tre sätt:

- Integration i det kompletta nätet för mobiltäckning, med samma täckningsyta. Lämpligt i mindre anläggningar där Rakelrepeaterns uteffekt sätter gränsen för nätets storlek.
- Delvis integration av Rakel i vissa sektionerade delar av mobilnätet. Lämpligt i större anläggningar där mobilnätet är större än Rakelrepeatern kan driva.

- Helt separat Rakelnät. Lämpligt i fastigheter där Rakel eftermonteras, eller krav på Rakel inte framkommit under behovsanalys och projektering.

5.2 Teknikrum och radiorum

Centralutrustning placeras i ett avsett Telerum inom fastigheten eller anläggningen som följer definitionen på Teknikrum enligt operatörernas "Stöddokument för gemensamma anläggningar", i senaste revision.

I rummet skall plats förberedas för 3st stativplatser för mobiloperatörernas egna utrustning. Dessutom krävs 1st stativplats för operatörsgemensam utrustning, samt eventuellt 1st ytterligare för komponenter ingående i anläggningens interna distributionsnät för mobiltäckning. Exakt uppställning tas fram efter val av teknik i samband med projektering.

Utrymme ska reserveras för:

- 3 × stativplatser för mobiloperatörernas utrustning (1 per operatör).
- 1 × stativplats för gemensam utrustning (t.ex. combiner).
- 1 × stativplats för anläggningens interna distributionsutrustning.
- Golvyta: Minst 6 m², takhöjd minst 2,4 m.
- Elkraft: 3-fas 400 V 16 A, separata grupper per stativ.
- Kyla: Klimatanläggning ska kunna hålla max +25 °C vid full drift.
- Säkerhet: Låsning och behörighetskontroll enligt Jernhusens krav.

Utöver detta utrymme bör mindre Radiorum förberedas runt om inom fastigheten för utplacerade utrustningar för mobiltäckning.

Samtliga utrymmen skall förberedas med relevant kraftmatning och kyla för aktuell utrustning enligt operatörernas krav. Kabelstegar skall monteras på alla fyra väggar på höjd över minst 2,1 m. 3-fas uttag enligt ovan med egen säkring monteras i steg över varje stativplats enligt separat specifikation.

5.3 Stativ

Stativplatser skall lämnas tomma, utan förmonterade stativ. En yta av 60x60 cm samt 10 cm vid varje sida, och mellan dem, skall förberedas per stativ. Ryggningsavstånd framför stativen skall beaktas.

5.4 Ledningsnät

Ledningsnätet kan installeras antingen som SISO (Single Input Single Output) med enkelt ledningssystem eller MIMO (Multiple Input Multiple Output, oftast 2x MIMO) med dubbla ledningssystem. I de flesta fastigheter och anläggningar är SISO en tillräckligt bra lösning.

Vid stora publika ytor eller stora kapacitetsbehov kan MIMO vara motiverat. Behov av detta identifieras i behovsanalysen och stäms därefter av i samråd med mobiloperatörerna, alternativt kan operatörerna ha det som krav i vissa anläggningar.

Ledningarna inom anläggningen för mobiltäckning kan vara av olika typer beroende på val av teknisk lösning. Exempel på olika ledningar är:

- Koaxialkabel (1/2", eller 7/8") vid Passiv DAS
- Fibernkabel (med eventuell parallell kraftmatning), ethernetkabel och liknande för aktiva lösningar.

Typ av kabel bestäms i samband med projektering och val av utrustning, som även baseras på behovsanalysen.

Kabel skall vara Halogenfri och även Low Smoke, om tekniskt möjligt, och om krav på detta finns. Kabel skall förläggas på befintliga eller nya kabelstegar, där eventuella säkerhetsavstånd på stegen beaktas.

5.5 Komponenter

Komponenter inom anläggningen för mobiltäckning kan vara av olika typ, beroende på val av teknisk lösning. Exempel på komponenter:

- I Passiv DAS är:
- Passiva komponenter (Tappers, Splitters, Antenner, Multi Operatörs Combiners)
- Aktiva komponenter (Förstärkare, repeaters, RRU)
- I aktiva radiosystem är:
- Aktiva komponenter (Radio Dots, Remote Units, Basbandsseheter, POI, etc).

Komponenterna skall monteras enligt respektive tillverkares anvisningar och efter föreskrifter som framkommer vid projekteringen.

5.6 Antenner och sändningspunkter

Radiosignalen skickas ut i luften via en noga vald plats i omgivningen. Det kan ske via en passiv antenn, aktiv sändare eller en kombination av dessa. Val av teknisk lösning sker vid projektering och val av utrustning, som även baseras på behovsanalysen.

Platsen för sändningspunkter eller passiva antenner skall oavsett teknikval väljas så att de tekniska förutsättningarna för radioutsändningen skall bli så störningsfri som möjligt och vågutbredningen av radiovågorna sker så ostört som möjligt.

Den skall därför ha fri sikt i så stor utsträckning som möjligt till de ytor den skall betjäna och ha ett säkerhetsavstånd i sitt närfältsområde, till annan intilliggande infrastruktur (sprinklers, belysning, nödutrymningsskyltar, branddetektorer, etc.) på minst 0,5 men gärna 1 meter för korrekt funktion. Exakta förutsättningar för montage definieras efter val av teknik och antenn/sändningspunkt vid projekteringen.

5.7 Driftsättning och Kontroll

Installerad teknisk lösning kan antingen injusteras och kontrolleras (och i vissa fall driftsättas, t.ex. vid repeaterdrift) innan mobiloperatörerna driftsätter radiobasutrustningen, eller samtidigt som mobiloperatörerna driftsätter denna.

- PIM-mätning ska utföras innan systemet kopplas till aktiv utrustning vid drift mot radiobasutrustning.
- Repeaterar ska ställas in enligt projektörens riktlinjer för uteffekt och gain.

- Systemet kontrolleras för stabilitet och eventuell oscillation före driftsättning, samt krav på återkopplingsanmälan och inmätning enligt operatörens medgivandeavtal.

Vid komplett driftsatt anläggning skall sändningspunkternas funktion kontrolleras genom att mäta signalen i luften inomhus. Varje sändningspunkt skall sända ut en signal motsvarande sin projekterade EiRP (Utstrålad radioeffekt) i luften.

Komplett verifiering av anläggningen bör göras med s.k. Walk-Test för samtliga inkopplade mobiloperatörer med mätning av:

- RSRP
- RSRQ
- kontroll av uppnådd dominans.

I övrigt skall mobiloperatörernas anvisningar för anläggningen följas.

5.8 Märkning och Dokumentation

All central, aktiv och passiv utrustning skall märkas med märkskylt eller märktejp. Märkningen skall stämma med de underlag som finns från projekteringen, och komponenternas placering skall återfinnas på ritningar med samma märkning som på komponenterna. Utgångar från utrustning skall märkas antingen per utgång, eller på kabelns inkoppling till utrustning. Kablar behöver inte märkas i övrigt.

- Dokumentation skall överlämnas i form av relationshandlingar bestående av: Kopplingsschema, inkl. länkbudget för radiosignalen samt EiRP för använd frekvens, och andra relevanta beräkningar
- Placeringsritning för alla komponenter och kablar med komponentnamn, egenkontroll och verifieringsmätning inritad på planlösning.
- PIM- och VSWR-mättningsprotokoll vid radiobasdrift

5.9 Information till drift- och underhållspersonal

Drift- respektive underhållsinstruktion skall överlämnas i samband med slutbesiktning. Denna skall ge beställarens driftpersonal en god kännedom om anläggningen och en tillräcklig kunskap för att kunna handha anläggningen. Detta skall inkludera t.ex. gränsdragningslista med specifikation på vem som ansvarar för vilka delar, ev. felanmälningsrutiner till mobiloperatörerna eller till leverantören av anläggning vid serviceavtal.

Driftinstruktioner och funktionsbeskrivning samt handhavandeinstruktion ska lämnas i den omfattning som erfordras för drift och underhåll av anläggningen och spegla den komplexitet som anläggningen har.

6 Råd (Bilaga)

Råd och rekommenderat tillvägagångssätt

Då svensk standard saknas inom området för mobiltäckning inomhus, finns inga tydliga, förankrade och överenskomna krav mellan marknadens parter på hur anläggningar skall utformas från varken myndigheter, mobiloperatörer eller marknadens övriga intressenter.

Givet den snabba tekniska utvecklingen inom telekombranschen och den förändring som svenska mobiloperatörer ständigt genomför kring system- och frekvensomläggningar, behöver Jernhusens tekniska anvisningar inom området vara generella och anpassningsbara till olika teknologier, tekniska lösningar och behov från verksamheten.

Utöver de förändringar som snabbt sker i tekniken och i luften, bör långsiktiga tekniska anvisningar även beakta relevanta framtida tjänster, kunna förutse kommande användarmönster hos kunder, hyresgäster och personal, framtidssäkring mot kommande teknikskiften, samtidigt som hänsyn behöver tas till de svenska mobiloperatörernas nationella regler och policys.

För att hela tiden säkerställa att en anläggning för mobiltäckning i ett enskilt byggprojekt fyller ställda krav, kommande önskemål och är kostnadseffektiv bör man inför projekteringen av varje enskild fastighet eller anläggning ha samråd kring både de nuvarande och de framtida krav och önskemål för vilka anläggningen skall utformas. Att i efterhand bygga om, komplettera eller byta ut en anläggning kan vara väldigt kostsamt och riskerar att vara oerhört verksamhetspåverkande.

Verksamheten behöver därför efter bästa förmåga komma med input kring nuvarande och eventuella kommande behov och önskemål i en behovsanalys, som bör innehåller nedanstående delar.

Behovsanalys:

- a) Var önskas täckning? I hela fastigheten eller anläggningen, eller i delar av densamma. Finns det ytor man kan undanta, alternativt som måste prioriteras? Exempelvis hissar, trapphus, källare, garage, teknikutrymmen, andra tekniska utrymmen, kontorslokaler, butiker, allmänna ytor, etc.
- b) För vilka operatörer önskas förstärkt täckning? Samtliga (sk Multi-OP), eller någon/några av Telia, Tre, N4M (Telenor/Tele2)
- c) Säkerställ om det ska finnas laddplatser för bilar i garage eller parkeringsautomater som behöver kunna kommunicera via mobilnätet
- d) Finns önskemål om annat än 4G-täckning? Krav på 5G eller Rakel?
- e) Hur många personer vistas i normalfallet i fastigheten eller anläggningen vid olika tillfällen?
- f) Speciella önskemål/krav på estetisk utformning eller färgsättning i undertak/väggar?
- g) Vilken typ av undertak finns i fastigheten och hur monteras utrustning i detta?
- h) Vilka fiberleverantörer finns och var finns överlämningspunkt i fastigheten?

- i) Var finns utrymme avsatt för mobiloperatörers utrustning (Teknikrum och ev. Radiorum) samt framtidssäkring av dessa och dess funktion.
- j) Finns det eller planeras det något allmänt WiFi-nät i fastigheten?
- k) Finns det krav/önskemål om Rakel eller andra system för Räddningstjänst t.ex. rökdykarradio)?
- l) Punkterna a) och b) är speciellt viktiga om man gör avsteg från den generella målbild som specificeras under rubriken "Målbild" ovan.

Samtidigt bör man ständigt, för framtida behov, utvärdera innehåll i kravspecifikation och checklista för behovsanalys, till exempel:

Säkerhet och robusthet:

- Redundant drift och ev. dubblering av aktiv utrustning i händelse av krig, katastrof eller särskild händelse
- Redundanta kabelförbindelser till/från *och inom* fastigheten på olika platser
- Reservkapacitet på horisontella kabelstegar samt vertikala stigare i schakt.
- Batteri- eller dieselback-up för drift av mobiltäckningssystemet i händelse av krig, katastrof eller särskild händelse
- Parallell eller integrerad implementering av Rakel eller Rakel G2 i anläggningen för primär, eller sekundär, kommunikationsmöjlighet i normal operativ drift eller i händelse av krig, katastrof eller särskild händelse
- Utformning och placering av teleutrymmen så att översvämning eller annan naturkatastrof inte påverkar funktion för utrymmet, utrustning eller kabel till och från utrymmet
- Överväganden om redundanta teleutrymmen för aktiv utrustning, terminering av redundanta kabelförbindelser och back-upsystem.
- Utformning av anläggningen, förläggning av kablage och placering av utrustning så att framtida kompletteringar, utbyggnationer, uppgraderingar eller teknikskiften underlättas

Tjänster och funktion:

- Identifiering och omfattning av verksamhetsdriftens ordinarie behov av tal och datakapacitet för dimensionering av kapacitet, val av täckningsytor och särskilda utrymmen
- Identifiering och fördelning av ytor som är publika, hyresgästs-specifik eller drift-förvaltnings- eller personalytor
- Identifiering av kapacitetsbehov som kan påverka om SISO eller MIMO skall användas inom anläggningen
- Identifiering och omfattning av speciella tjänster med högt bandbredds-krav (hög datahastighet), samt tjänster med krav på Low Latency (låg fördröjning för realtidapplikationer)
- Identifiering, omfattning av och påverkan på kapacitetsbehov i händelse av krig, katastrof eller särskild händelse
- Behovet av kompletterande system (t.ex. LoRA-Wan) för datainsamling av sensordata (IoT) via implementering av antennen i anläggningen för

mobiltäckning integrerade, men separata, radiosystem eller via funktioner i mobilnäten via mobiloperatörers tjänster kring IoT

- Identifiering, omfattning och behov av datatjänster för service-, underhålls- och driftstjänster baserade på AR/VR (Augmented, resp. Virtual Reality, d.v.s. förstärkt och virtuell verklighet) med t.ex. head-set med relevanta bilder, video och information för drifts- underhålls- eller servicepersonal
- Identifiering, omfattning och behov av datatjänster för självkörande fordon inom området eller i fastigheten, såsom servicefordon, lagertruckar, robotar etc.
- Övriga tjänster på, i eller i anslutning till fastigheten såsom starta, hantera och betala för parkeringstjänster, starta, hantera och betala för laddning av bilar, maskiner och andra fordon inom verksamheten, bland personal, besökare eller allmänhet