

Sistema di posizionamento interno preciso (± 2 cm)

Manuale di posizionamento

v2026_01_27

Traduzione. Versione originale in inglese:

https://marvelmind.com/pics/Marvelmind_Robotics_ENG_placement_manual.pdf

Modifiche di versione

27/01/2026: Aggiunto Tracciamento 3D semplice – per droni DJI in ambienti interni

07/11/2025: Miglioramenti minori

07/10/2025: Miglioramenti minori

07/07/2023_v1.2: Miglioramenti minori

03/07/2023_v1.1:

- [Aggiunta architettura Split-Modem](#)
- [Aggiornata architettura Multi-Modem](#)
- Miglioramenti minori

04/04/2022_v1:

- Aggiunti collegamenti alla Descrizione
- Tutti i collegamenti aggiornati a quelli pertinenti
- Modificata foto dello Starter Set
- Tutti i casi aggiornati da Starter Set HW v4.9 a Starter Set Super-MP-3D
- [Aggiunta installazione 2D per Starter Set Super-MP-3D](#)
- [Aggiunta installazione 3D semplice per Starter Set Super-MP-3D](#)
- Mini-RX Starter Set – installazione 3D semplice – rimossa (prodotto fuori produzione)
- Slide drone di ispezione autonomo (IA, 2D, TDMA, Verticale-XZ) – rimossa temporaneamente

13/07/2020_v0.09: Rinominato "Stanza con colonne (IA, 2D, TDMA)" -> "Sottomappe completamente sovrapposte (IA, 2D, TDMA)"

2019_08_15_v0.08: Aggiunte slide Tunnel 1200x25m, ispezione autonoma (NIA, 2D)

2019_07_15_v0.07: Aggiunte slide Stanza con colonne (IA, 2D, TDMA), Stanze + corridoio (IA, 2D, TDMA), Drone di ispezione autonomo (IA, 2D, TDMA, Verticale-XZ)

2018_11_07_v0.06: Aggiunta slide Tracciamento in tempo reale: riduzione del ritardo

2018_10_03_v0.05: Aggiunta slide Passi oltre le impostazioni predefinite

2018_06_25_v0.04: Aggiunto set di slide Area di 100x100m con tracciamento tramite sottomappe

2018_06_25_v0.04: Aggiunto set di slide Tracciamento a lunga distanza – area 30x30m

2018_06_19_v0.03: Aggiunto caso Multi-modem 1.5D – tracciamento veicoli sotterranei

2018_06_07_v0.02: Aggiunto caso Centro direzionale

2018_05_30_v0.01: Rilascio iniziale

Descrizione

Il manuale fornisce consigli pratici ed esempi su come installare il sistema di posizionamento indoor di precisione ($\pm 2\text{cm}$) per ottenere le migliori prestazioni in diverse applicazioni e configurazioni

Prima del primo avvio, controllare: 8 passaggi fondamentali dal disimballaggio alla guida/volo autonomo

Per saperne di più sui sistemi di posizionamento indoor, consultare: [Come funzionano i sistemi di posizionamento indoor](#)

Indice

[01a: Tracciamento 2D semplice – ad esempio, auto RC in ambienti interni](#)

[01b: Beacon accoppiati 2D – posizione + direzione](#)

[02a: Tracciamento 3D semplice – ad esempio, drone in ambienti interni](#)

[02b: Tracciamento 3D Semplice – per Droni DJI in Ambienti Interni](#)

[02c: Beacon Accoppiati 3D – posizione + direzione](#)

[02d: Diagramma microfono RX1](#)

[03: Tracciamento di marciapiedi, tunnel, metropolitane, miniere in 2D](#)

[04: Sottomappe in 2D](#)

[05: Robot su ruote in area 46x5m \(navigazione 2D\)](#)

[06a: Area centro direzionale – Tracciamento di persone in 2D](#)

[06b: Area centro direzionale – Tracciamento di persone in 2D](#)

[7: Area di 100x100m con tracciamento tramite sottomappe](#)

[7.1: Tracciamento 2D su ampia area \(100x100m\) – sottomappe multiple](#)

[7.2: Vista dettagliata del sistema](#)

[7.3: Vista dettagliata del montaggio del beacon](#)

[7.4: Configurazione 2D ottimale](#)

[7.5: 2D esteso](#)

[7.6: 2D super-esteso](#)

[7.7: 3D ottimale](#)

[7.8: 3D esteso](#)

[7.9: 3D super-esteso](#)

[7.10: Riepilogo – area 100x100m](#)

[10: Stanze con colonne + corridoio \(IA, 2D, TDMA\)](#)

[11: Tunnel 1200x25m, ispezione autonoma \(NIA o IA, 2D\)](#)

[12: Tracciamento in tempo reale: riduzione del ritardo](#)

[13: "Z" stabile per drone – impostazioni e raccomandazioni](#)

[14a: Multi-modem 1.5D – per reti molto grandi](#)

[14b: Architettura Split-Modem – per oggetti in rapido movimento](#)

[15a: Tracciamento in area 30x30m](#)

[15b: Tracciamento in area 30x30m – zone](#)

[15.1: Fase 1: Costruzione della mappa delle distanze \(2, 3\)](#)

[15.1a: Come bloccare la distanza per una coppia](#)

[15.2: Fase 2: Costruzione della mappa delle distanze \(3, 4\)](#)

[15.3: Fase 3: Costruzione della mappa delle distanze \(4, 5\)](#)

[15.4: Fase 4: Creazione della mappa delle distanze \(2, 5\)](#)

[15.5: Fase 5: Creazione della mappa delle distanze \(2, 4\)](#)

[15.6: Fase 6: Creazione della mappa delle distanze \(3, 5\)](#)

[15.6a: Inserimento manuale delle distanze](#)

[15.7: Fase 7\(a\): La configurazione finale \(tracciamento 3D\)](#)

[15.8: Fase 7\(b\): La configurazione finale \(tracciamento 2D\)](#)

[16: Starter Set HW v4.9 – semplice installazione 3D](#)

[17: Contatti](#)

Convenzioni:



Beacon
stazionario



Beacon mobile



Mini-RX Beacon



Supporto
magnetico

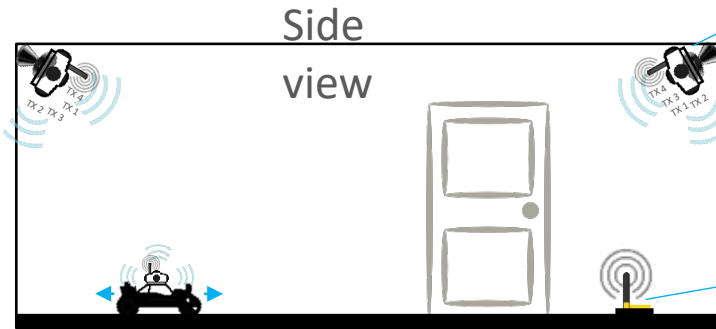


Modem HW5.1



Sottomappa/
zona

01a: Tracciamento 2D semplice – ad esempio, auto RC in ambiente interno



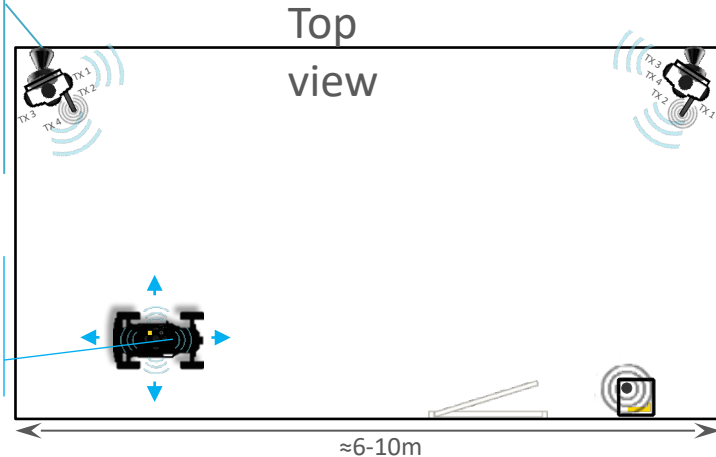
Side view

Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato su un apposito supporto magnetico ruotato di 45 gradi rispetto alla parete per minimizzare le zone d'ombra nella copertura ultrasonica.
 - Abilitare solo i sensori necessari – per migliorare la sensibilità e l'immunità al rumore esterno.
- Ogni sensore ha un fascio di ~90°

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon a seconda dell'antenna e del RSSI risultante



Top view

Supporto magnetico

Ruotato di 45 gradi rispetto alla parete

Super-Beacon mobile

- Posizionato su un muletto/robot o persona

Stanza

- Iniziare con una mappa di medie dimensioni da 6x4 a 6-10 m circa
- La dimensione massima della mappa per lo Starter Set è fino a 1000 m²

Configurazione:

Starter Set Super-MP-3D:

- 2 x Super-Beacon fissi con frequenze diverse tra le 8 frequenze disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1
- 2 x Supporto magnetico

Note:

- Progettato per il tracciamento 2D (X,Y)
 - Un'auto RC in una stanza
 - Un robot a una ruota
 - Una persona
- Non adatto per droni – è richiesto il tracciamento 3D (X,Y,Z)

Architettura:

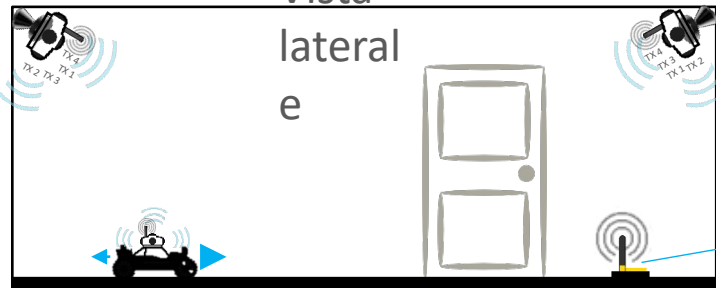
- NIA (Consigliata per familiarizzare con il sistema e con 1 beacon mobile)
- IA (Consigliata per >2-4 beacon mobili)



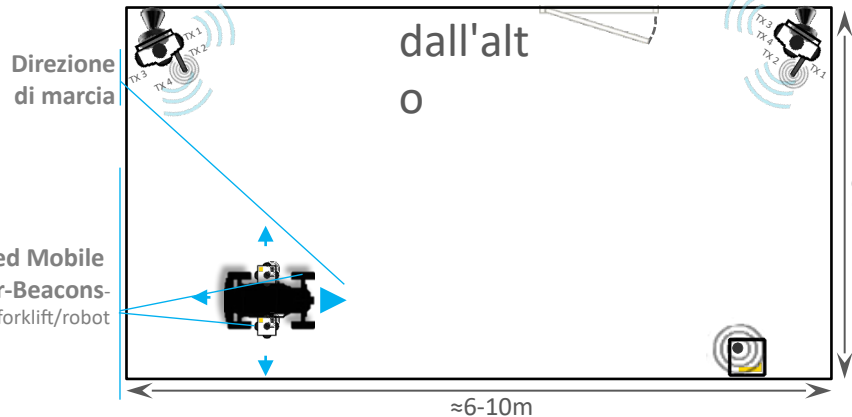
Come montare il Super-Beacon
Per maggiori informazioni consultare la Guida: come posizionare i beacon

01b: Beacon Accoppiati 2D – Posizione + Direzione

Vista lateral
e



Vista dall'alto



Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato a parete o a soffitto – per minimizzare le ombre nella copertura ultrasonica
- Abilitare solo i sensori richiesti – per migliorare la sensibilità e l'immunità ai rumori esterni.
- Ogni sensore ha un fascio di ~90

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon a seconda dell'antenna e dell'RSSI risultante

Stanza

- Iniziare con una mappa di medie dimensioni da 6x4 a 6-10m circa
- La dimensione massima della mappa per lo Starter Set è fino a 1000m²

Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D + Mobile Super-Beacon:](#)
 - 2 x Super-Beacon stazionari con frequenze diverse tra le 8 frequenze disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
 - 2 x Super-Beacon mobili
 - 1 x Modem HW v5.1
- 2 x Supporto magnetico
- in un normale GPS, è richiesta anche una direzione
- Utilizza beacon mobili accoppiati installati sul robot/drone e non si basa sulla bussola che può fornire risultati errati in ambienti interni con molto metallo intorno
- Maggiore è la base tra i beacon mobili, più precisa sarà la direzione ottenibile. Precisione direzionale ragionevole con base >20cm. Fortemente consigliato – 0.5m o più
- [Video dimostrativo sulla configurazione della funzione](#)
- Per saperne di più su direzione/orientamento, consultare: IMU

Architettura:

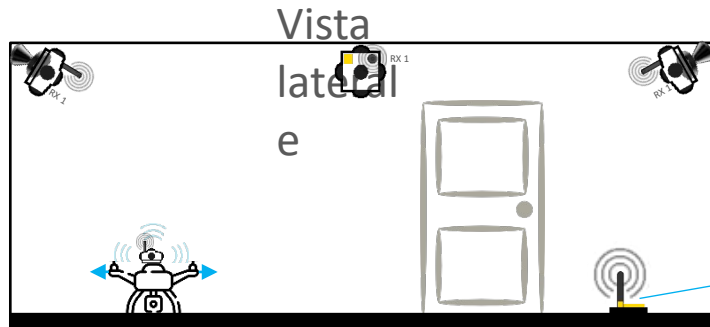
- IA
- NIA (Raccomandato per >2-4 beacon mobili)



Come montare il Super-Beacon

Per maggiori informazioni consultare Help: [how to place beacons](#)

02a: Tracciamento 3D Semplice – ad esempio, Drone in ambienti interni



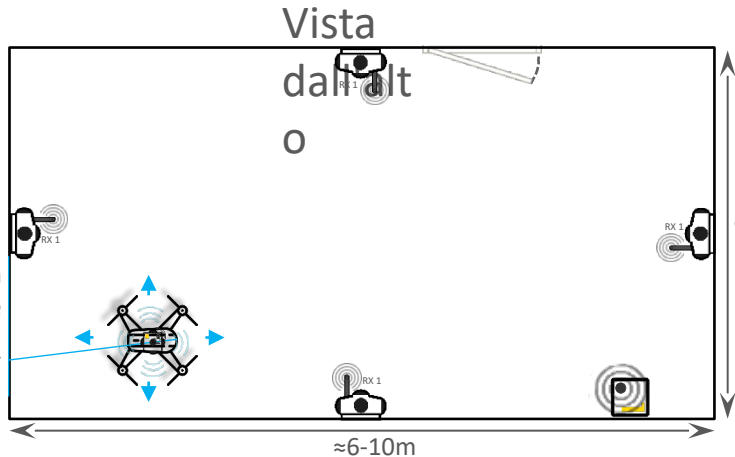
Vista laterale

Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato su pareti o soffitto, per ridurre al minimo le zone d'ombra nella copertura ultrasonica
 - Abilitare solo i sensori necessari, per migliorare la sensibilità e l'immunità ai rumori esterni.
- Ogni sensore ha un fascio di $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon, in funzione dell'antenna e dell'RSSI risultante



Vista dall'alto

Ambiente

- Iniziare con una mappa di dimensioni medie, da 6x4 a 6-10m circa
- La dimensione massima della mappa per lo Starter Set è fino a 1000m²



Come montare il Super-Beacon mobile
Per maggiori informazioni consultare la Guida: come posizionare i beacon

Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D](#) :
 - 4 x Super-Beacon stazionari con frequenze diverse tra le 8 disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz,
 - 1 x Super-Beacon mobile
 - 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Supporto magnetico

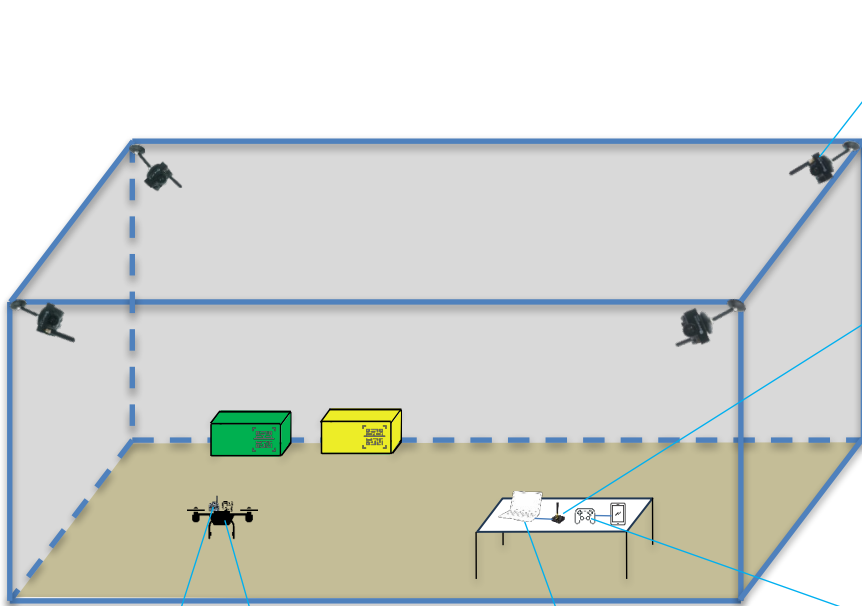
Note:

- Supporta 3D (X,Y,Z) + 1 ridondanza
- Progettato per una rapida valutazione del "GPS" Indoor preciso ($\pm 2\text{cm}$) con IMU:
 - Droni
 - Caschi VR
 - Sistemi che richiedono una frequenza di aggiornamento elevata o che operano in ambienti difficili, quando la navigazione basata su ultrasuoni deve essere verificata con la navigazione basata su IMU
 - Fusione dei sensori IMU+ultrasuoni => può supportare una frequenza di aggiornamento fino a 100Hz
 - Utile per il filtraggio aggiuntivo dei salti di posizione in ambienti difficili

Architettura:

- IA
- NIA (Consigliato per droni ed elicotteri)

02b: Tracciamento 3D Semplice – per Droni DJI in Ambienti Interni



Super-Beacon mobile

- Posizionato su un drone

Drone DJI

- L'integrazione funziona tramite DJI SDK

Dashboard

- Utilizzato per la configurazione del sistema. Tracciamento visivo del drone. Trasmette al tuo ERP e WMS

Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato su pareti o soffitto – per minimizzare le ombre nella copertura ultrasonica
- Abilitare solo i sensori necessari – per migliorare la sensibilità e l'immunità al rumore esterno. Ogni sensore ha un fascio di $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato, quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon a seconda dell'antenna e del RSSI risultante

Marvelmind app + DJI RC

- App Android speciale di Marvelmind che consente di controllare un sistema da remoto. Si connette a un DJI RC

Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 4 x Super-Beacon stazionari con frequenze diverse tra le 8 disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
 - 1 x Super-Beacon mobile
 - 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Supporto magnetico
- 1 x Drone DJI
- 1 x DJI RC + telefono Android con app Marvelmind DJI
- 1 x laptop Windows/Linux

Note:

- Consultare il Marvelmind DJI Autonomous Flight Manual per ulteriori informazioni
- Il requisito per il drone DJI è il supporto MSDK 5.0+. Per ulteriori informazioni sui droni supportati, consultare il DJI MSDK Tutorial

Architettura:

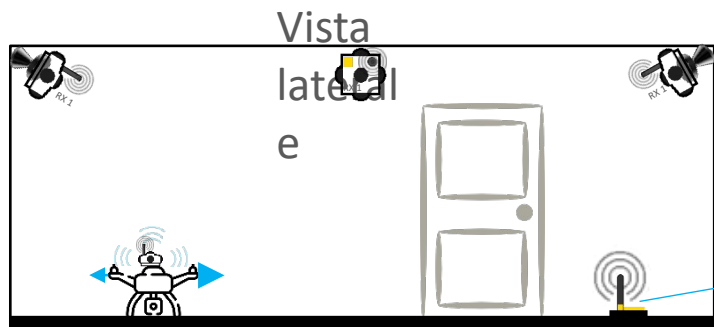
- NIA
- MF NIA



Come montare il Super-Beacon

Per maggiori informazioni consultare Help: [how to place beacons](#)

02c: Beacon accoppiati 3D – Posizione + Direzione



Vista laterale

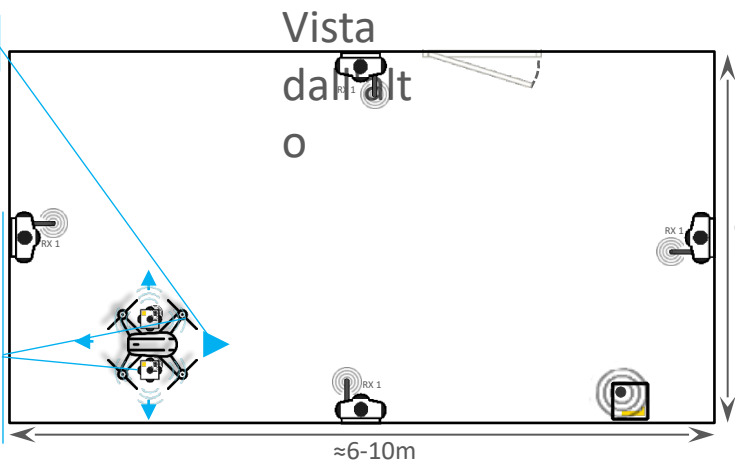
Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato su pareti o soffitto – per minimizzare le zone d'ombra nella copertura ultrasonica
- Abilitare solo i sensori necessari – per migliorare la sensibilità e l'immunità al rumore esterno. Ogni sensore ha un fascio di ~90°

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è richiesto il tracciamento
- Può essere posizionato a distanze da decine a centinaia di metri dai beacon, a seconda dell'antenna e del RSSI risultante

Direzione di marcia



Vista dall'alto

Stanza

- Iniziare con una mappa di medie dimensioni da 6x4 a 6-10m circa
- La dimensione massima della mappa per lo Starter Set è fino a 1000m²

Paired Mobile Super-Beacons- drone/copter



Come montare il beacon stazionario

Per maggiori informazioni consultare Help: [how to place beacons](#)

Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D + Mobile Super-Beacon:](#)
 - 4 x Super-Beacon stazionari con frequenze diverse scelte tra 8 frequenze disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
 - 2 x Super-Beacon mobili
 - 1 x Modem HW v5.1
- 4 supporti magnetici

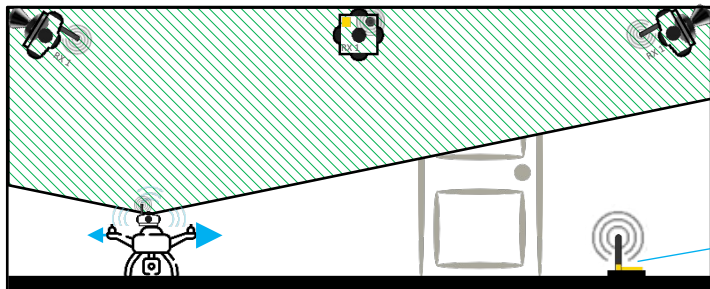
Nota:

- Progettato per i casi in cui non è richiesta solo la posizione, come in un normale GPS, ma anche la direzione
- Utilizza beacon mobili accoppiati installati sul robot/drone e non si affida alla bussola, che può fornire risultati errati in ambienti interni con molto metallo attorno
- Maggiore è la base tra i beacon mobili, più precisa è la direzione ottenibile. Precisione direzionale ragionevole con base >20cm. Fortemente consigliato – 0,5m o più
- [Video dimostrativo sulla configurazione della funzione](#)

Architettura:

- Quanti beacon mobili sono necessari per drone?
- NIA (Consigliato per droni e copteri)

02d: Diagramma del microfono RX1

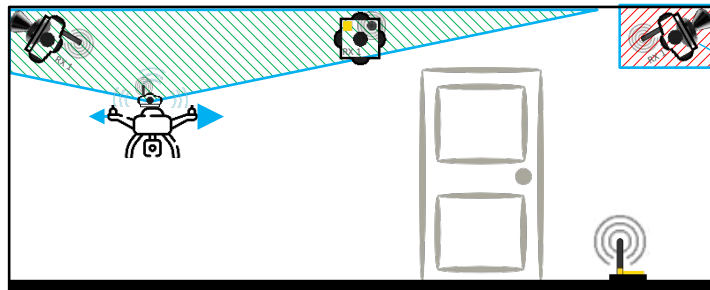


Super-Beacon stazionario

- Deve essere posizionato su pareti o soffitto – per ridurre al minimo le ombre nella copertura ultrasonica
- Abilitare solo i sensori necessari – per migliorare la sensibilità e l'immunità ai rumori esterni. Ogni sensore ha un fascio di $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon, a seconda dell'RSSI risultante



Super-Beacon stazionario

- Il Super-Beacon è invisibile al beacon mobile poiché l'angolo rispetto al microfono è molto piccolo
- Ciò può causare un tracciamento scadente o l'assenza totale di tracciamento

Note:

- Questa diapositiva mostra il diagramma del microfono RX1. Si basa sull'architettura 3D IA. Nell'immagine in basso si può vedere che il Super-Beacon mobile non riesce a sentire il Super-Beacon stazionario perché l'angolo rispetto al microfono è troppo piccolo
- Cercare di evitare tali casi posizionando i beacon stazionari il più in alto possibile o non volando troppo vicino al piano dei beacon stazionari
- Per maggiori informazioni sul microfono, consultare il capitolo 3.6.1 del nostro Manuale Operativo e il nostro video Help: Microphone diagram

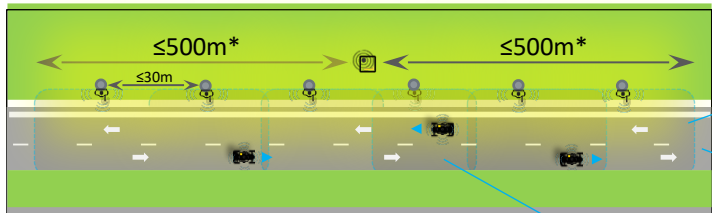
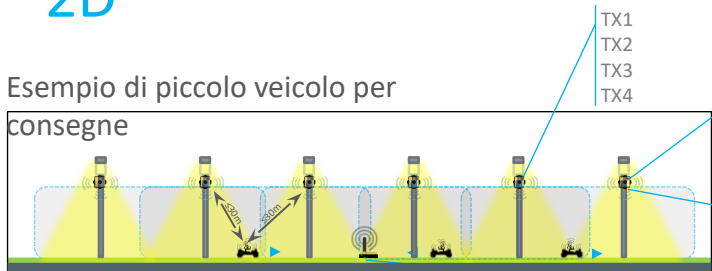


Come montare il beacon stazionario

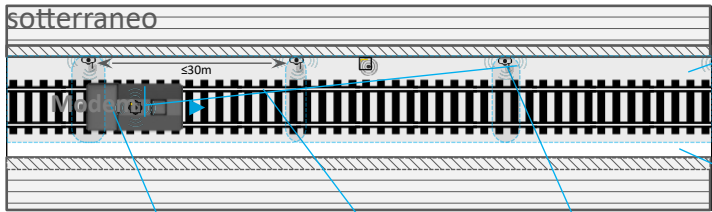
Per maggiori informazioni consultare Help: [how to place beacons](#)

03: Tracciamento di marciapiedi, tunnel, metropolitane, miniere in 2D

Esempio di piccolo veicolo per consegne



Esempio di trasporto ferroviario



Super-Beacon stazionario

- Devono essere posizionati in alto sui pali della luce – per minimizzare le ombre negli ultrasuoni
- Abilitare solo i sensori necessari – per migliorare la sensibilità e l'immunità al rumore esterno

Palo della luce Modem HW v5.1

- Deve essere sempre alimentato quando è necessario il tracciamento
- Può essere posizionato fino a decine o centinaia di metri di distanza dai beacon

Sottomappe leggermente sovrapposte

Area marciapiede

Marciapiede

Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D + N Super-Beacon S:](#)
 - N x Super-Beacon stazionari
 - N x Super-Beacon mobili
 - 1 x Modem HW v5.1
- N x Supporto magnetico
- N x Antenna Full-Size
- N x Omni-Microphone-IP67 (consigliato)

Note:

- Casi outdoor: parco, parcheggio, ferrovia
- Casi indoor: metropolitana, tunnel, magazzino lungo
- Tracciamento 2D (disposizione lineare)
- Consulta la guida: video con schema del microfono
- Per una migliore copertura è possibile utilizzare Omni-Microphone-IP67

Radio limitata fino a 400m con antenna full size e fino a 1km con antenna direzionale speciale in ciascuna direzione (2km in spazio aperto)
Può essere ulteriormente esteso nei sistemi Multi-modem

Submap

Tunnel (sotterraneo, miniera, ecc.)

Treno/Carrello

Mobile Super-Beacon

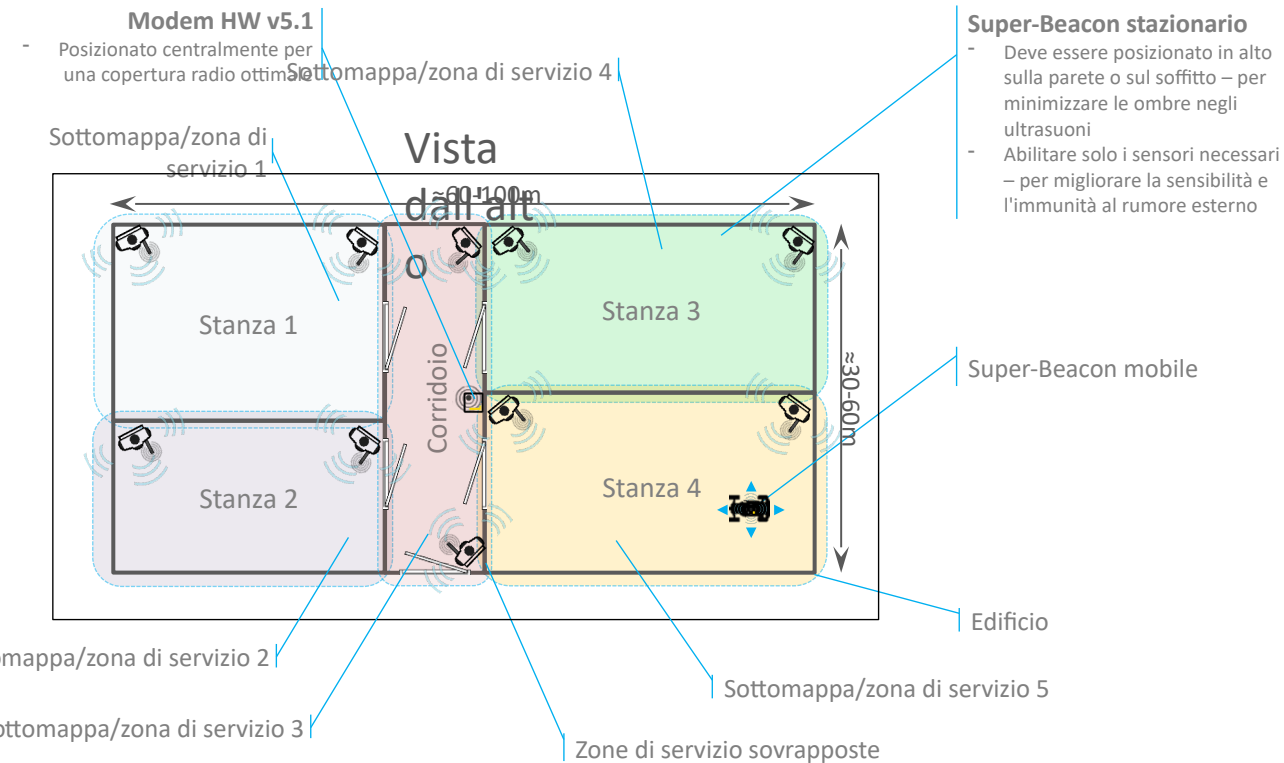
Super-Beacon stazionario



Come montare il beacon stazionario
Per maggiori informazioni, consulta Help: [how to place beacon](#)



04: Submap in 2D



Configurazione:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacons:](#)
 - 10 x Super-Beacon stazionari
 - 1 x Super-Beacon mobile
 - 1 x Modem HW v5.1
- 10 x Supporto magnetico

Note:

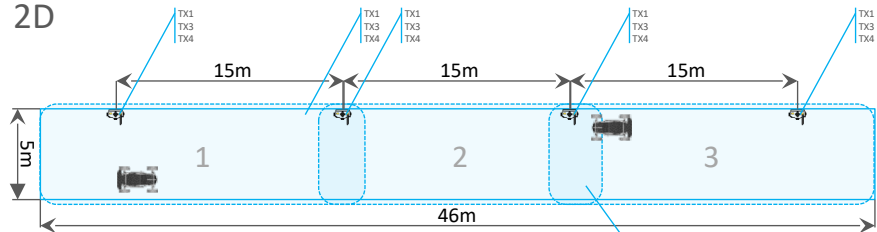
- Progettato per edifici con più stanze
- Questa particolare configurazione supporta il tracciamento 2D. Può essere realizzata anche in 3D, se invece delle submap 2D vengono costruite submap 3D.
- Consulta Simple 3D Tracking
- Consulta il Manuale Operativo
- Consulta il video di aiuto sulle Submap
- Consulta Simple 2D Tracking per costruire mappe 2D corrette
- Controlla sul nostro sito web [https://marvelmind.com/download/ =>](https://marvelmind.com/download/)
- [Come creare mappe di navigazione per interni](#)
- [Come costruire sistemi di posizionamento per interni di grandi dimensioni](#)
- [Come costruire mappe più grandi di 30x30m?](#)



Come montare il beacon stazionario
Per maggiori informazioni consulta la Guida: come posizionare i beacon

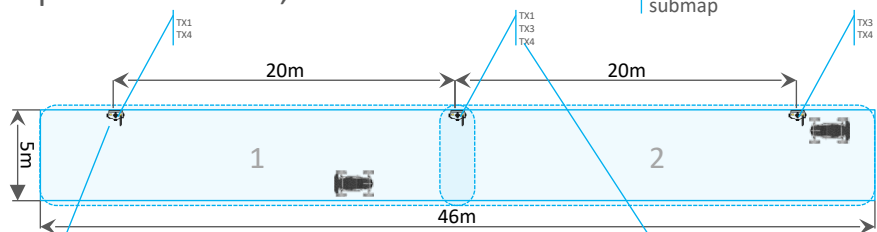
05: Robot su ruote in un'area di 46x5m (navigazione 2D)

Opzione 1: Conservativa ottimale, 2D



Sovrapposizione di submap/zone di servizio per un passaggio fluido tra submap

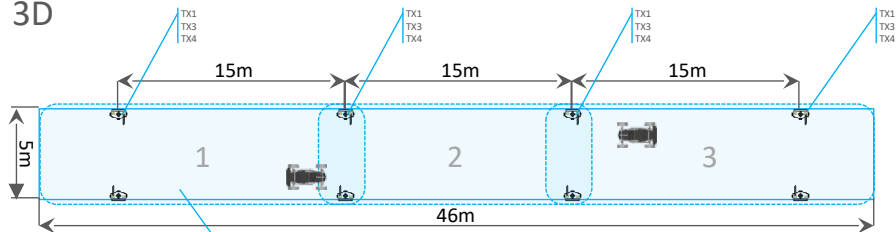
Opzione 2: Estesa, 2D



Abilitare TX1 (rivolto a destra) e TX4 (rivolto in avanti). E disabilitare TX2/TX3/TX5. Sono rivolti verso il basso, a sinistra e verso l'alto, dove il robot non può trovarsi. La disattivazione dei sensori non necessari aumenta la sensibilità/portata e riduce la quantità di rumore/eco che il beacon capterà

Posizionare i beacon stazionari con l'USB verso il basso. Abilitare solo i sensori necessari per ciascun beacon. Qui, ad esempio, abilitare TX1 (rivolto a destra), TX4 (rivolto in avanti), TX3 (rivolto a sinistra). E disabilitare TX2/TX5. Essi sono rivolti verso l'alto e verso il basso, dove il robot non può trovarsi. La disattivazione dei sensori non necessari aumenta la sensibilità/portata e riduce la quantità di rumore/eco che il beacon capterà

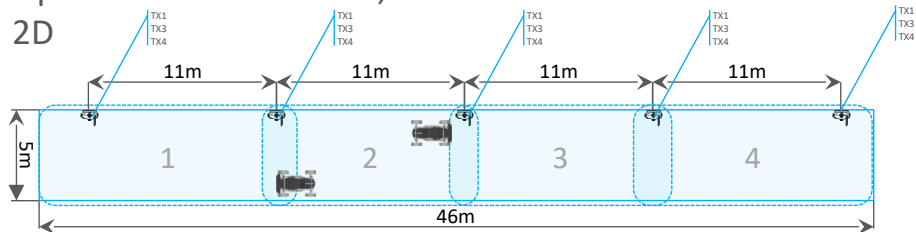
Opzione 3: Conservativa ottimale, 3D



Come costruire submap e zone di servizio:

[Video di aiuto: utilizzo delle submap per costruire mappe di grandi dimensioni](#)

Opzione 4: Conservativa, 2D



Nota:

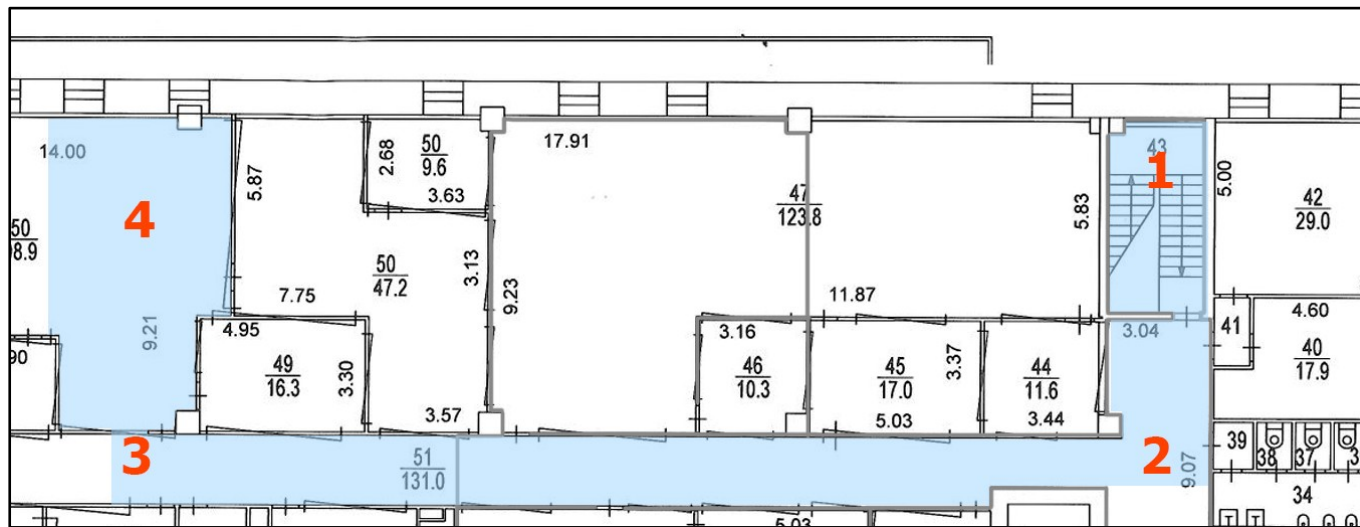
- Controllare Autonomous Delivery Robot – Vista del sistema



Come montare il beacon stazionario

[Per maggiori informazioni consultare Help: how to place beacons](#)

06a: Area centro commerciale – Tracciamento di persone in 2D



Aspettative del cliente:

- Coprire tutte le zone blu con il Marvelmind Indoor GPS Tracking System per tracciare le persone
- Mostrare come posizionare correttamente i beacon
- Mostrare le submap
- Mostrare le impostazioni dei sensori
- Le zone 1 e 4 devono essere coperte con tracciamento 3D
- Le zone 2 e 3 devono essere coperte con tracciamento 2D

Nota:

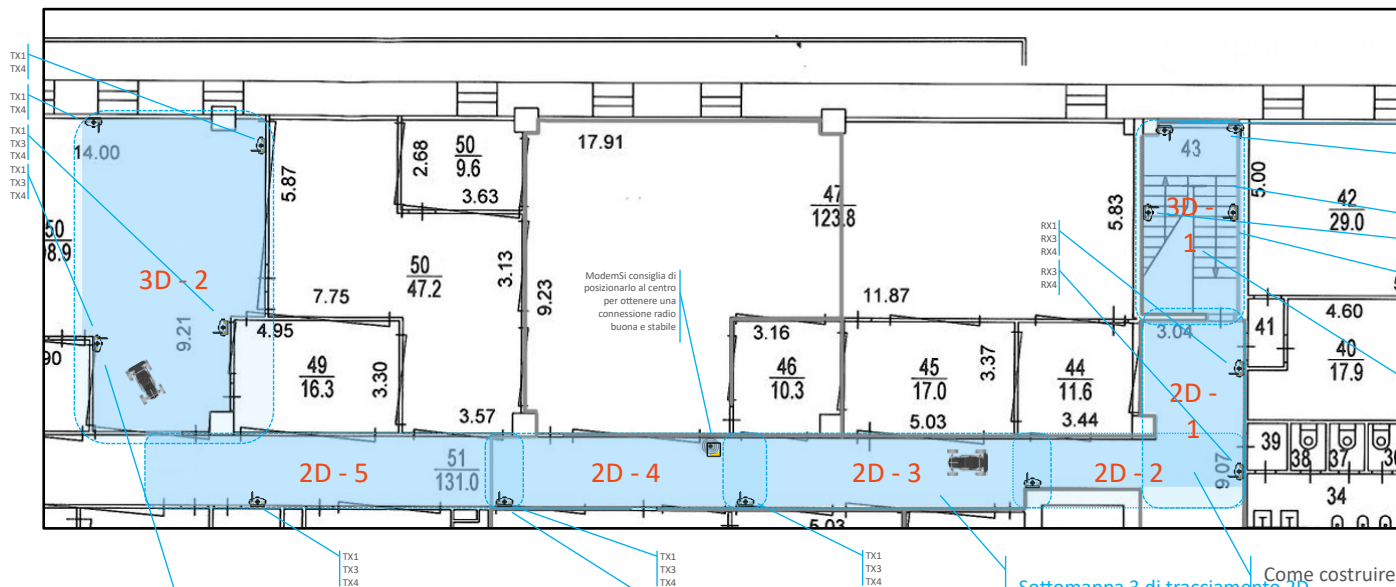
- Consultare Demo: Precise multi-floor indoor tracking video
- Consultare Demo: tracking four warehouse workers video



Come montare il beacon stazionario

[Per maggiori informazioni consultare Help: how to place beacons](#)

06b: Area centro business – Tracciamento di persone in 2D



Configurazione:

- 14 x Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

Si consiglia di attivare tutti i sensori in caso di altezze diverse e distanze ravvicinate. Il tracciamento 3D è necessario per rilevare le variazioni di altezza durante la salita o discesa delle scale

Sottomappa 1 di tracciamento 3D

Sottomappa 3 di tracciamento 2D

Come costruire sottomappe e zone di servizio:

[Video di aiuto: utilizzo delle sottomappe per costruire mappe di grandi dimensioni](#)

[Come creare mappe di navigazione indoor](#)

Abilitare TX1 (rivolto a destra) e TX4 (rivolto in avanti). E disabilitare TX2/TX3/TX5. Essi sono rivolti verso il basso, a sinistra e verso l'alto, dove il robot non può trovarsi. La disabilitazione dei sensori non necessari aumenta la sensibilità/portata e riduce la quantità di rumore/eco che il beacon capterà

Posizionare i beacon stazionari con l'USB in basso. Abilitare solo i sensori necessari per ciascun beacon. Qui, ad esempio, abilitare TX1 (rivolto a destra), TX4 (rivolto in avanti), TX3 (rivolto a sinistra). E disabilitare TX2/TX5. Essi sono rivolti verso l'alto e verso il basso, dove il robot non può trovarsi. La disabilitazione dei sensori non necessari aumenta la sensibilità/portata e riduce la quantità di rumore/eco che il beacon capterà



Come montare il beacon stazionario

[maggiori informazioni consultare Help: how to place beacons](#)

7: Area di 100x100m con tracciamento tramite submap

Le slide seguenti illustrano le impostazioni per il tracciamento in grandi magazzini a spazio aperto utilizzando il "GPS" indoor Marvelmind in NIA con funzionalità submap.

Contiene inoltre alcuni suggerimenti per il montaggio e istruzioni di configurazione. Forniamo alcuni esempi, con i relativi pro e contro. Poiché il sistema è piuttosto flessibile, vengono presentate diverse opzioni.

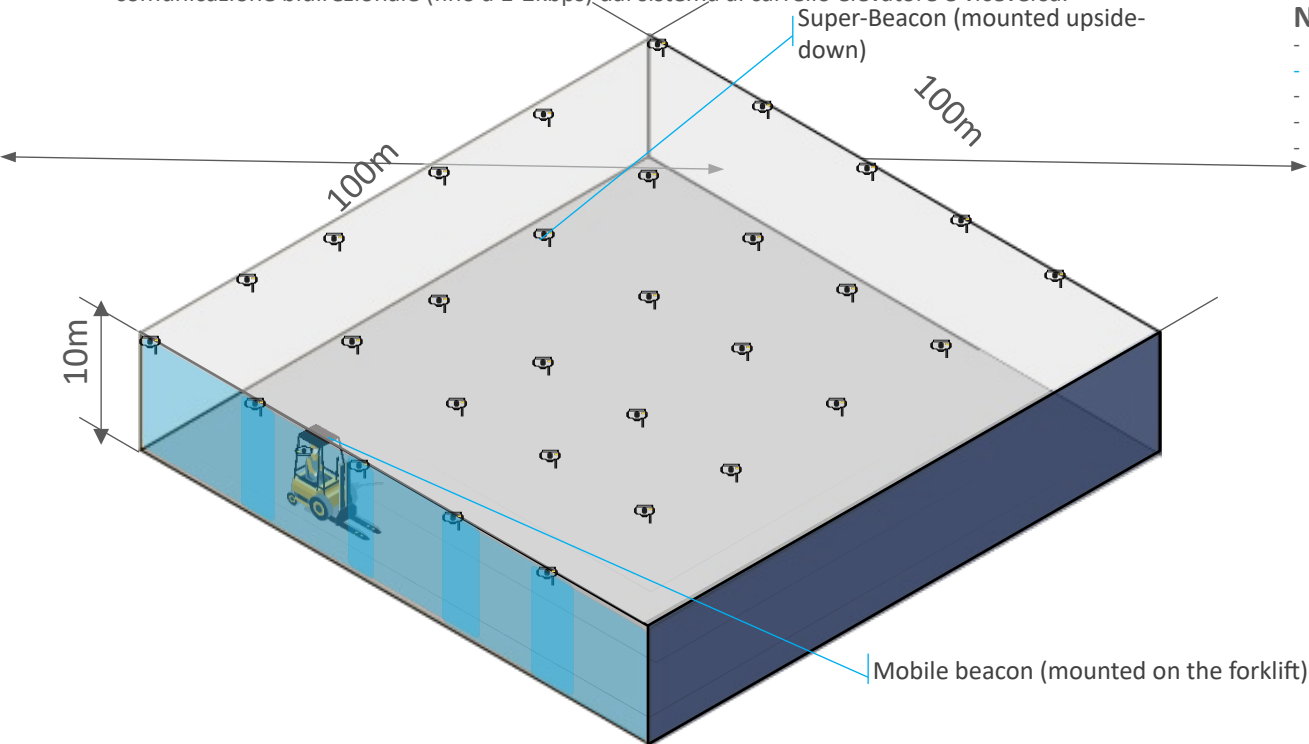
Maggiori informazioni nei nostri articoli:

[Come costruire grandi sistemi di posizionamento indoor](#)

[Come costruire mappe più grandi di 30x30m?](#)

7.1: Tracciamento 2D di grandi dimensioni (100x100m) – submap multipli

Ecco un esempio di tracciamento in un magazzino a spazio aperto utilizzando NIA. I Super-Beacon stazionari sono montati a soffitto capovolti. Il beacon mobile è montato su un carrello elevatore rivolto verso l'alto. Il sistema fornisce la posizione precisa ($\pm 2\text{cm}$) del beacon mobile (carrello elevatore) in tempo reale (1-6Hz), memorizza il suo percorso e tutte le posizioni in un file .CSV per l'elaborazione e l'analisi successiva. Consente inoltre allarmi in tempo reale e comunicazione bidirezionale (fino a 1-2kbps) dal sistema al carrello elevatore e viceversa.

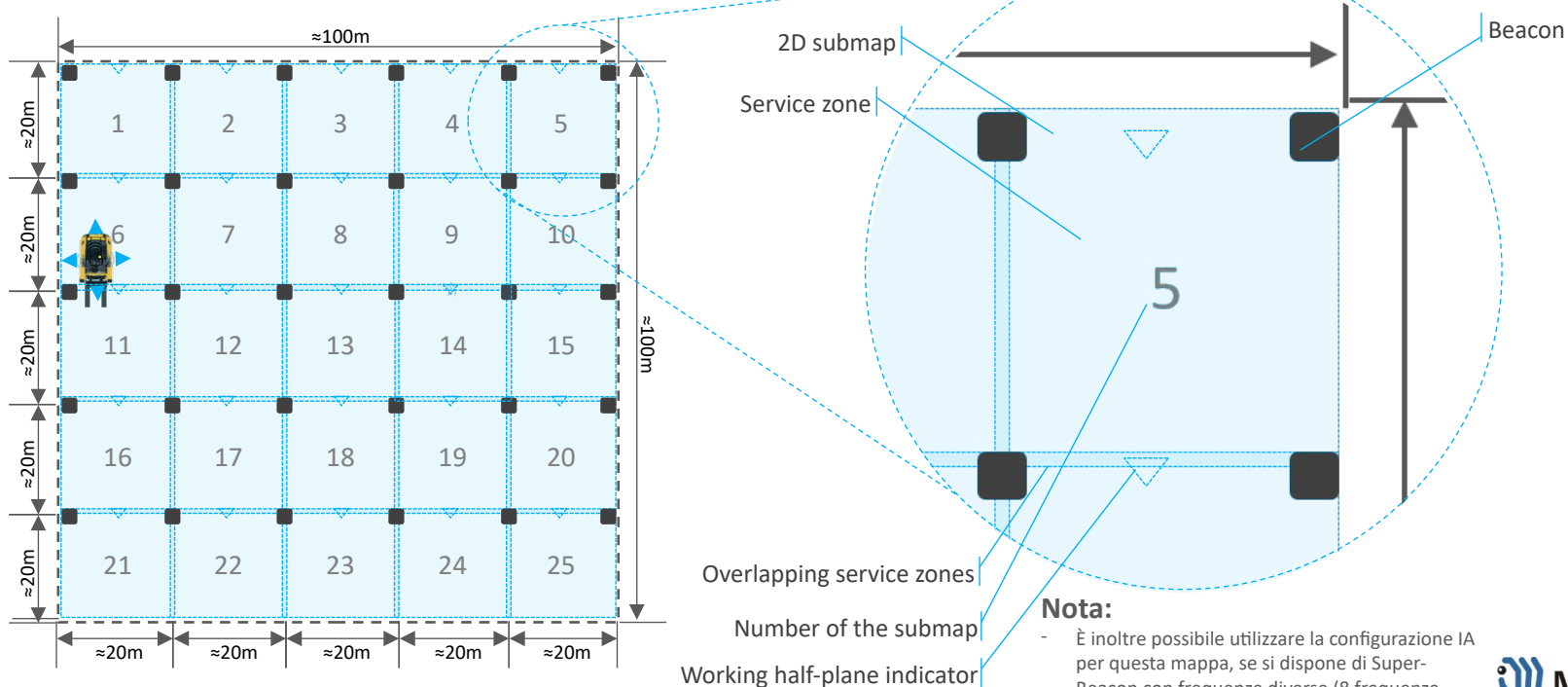


Note:

- Casi: grandi magazzini con spazi aperti
- [Tracciamento 2D \(x, y\)](#)
- Sottomappe multiple
- Posizionamento con l'uso di NIA
- È inoltre possibile utilizzare la configurazione IA per questa mappa, se si dispone di Super-Beacon con frequenze diverse tra le 8 frequenze disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz

7.2: Vista dettagliata del sistema

Tutta l'area da tracciare è coperta da Super-Beacon stazionari. I beacon sono posizionati sul soffitto con una griglia che consente una distanza inferiore a 30m da 2 o più Super-Beacon stazionari sul soffitto a un Super-Beacon mobile sul carrello elevatore in qualsiasi punto in cui è richiesto il tracciamento. Le zone di servizio si sovrappongono per un passaggio fluido. Questo è un esempio di mappa 2D in NIA, quindi le sottomappe contengono solo due beacon e un indicatore speciale che mostra la zona di lavoro.



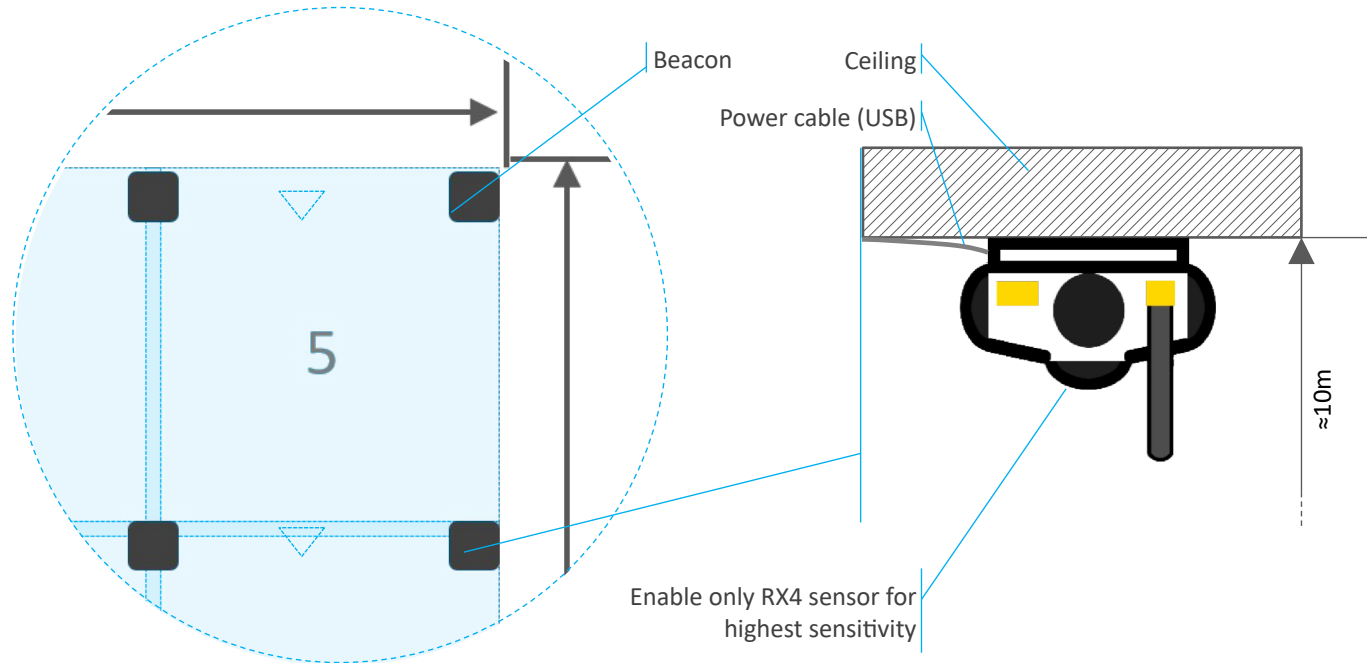
Nota:

- È inoltre possibile utilizzare la configurazione IA per questa mappa, se si dispone di Super-Beacon con frequenze diverse (8 frequenze disponibili: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz)

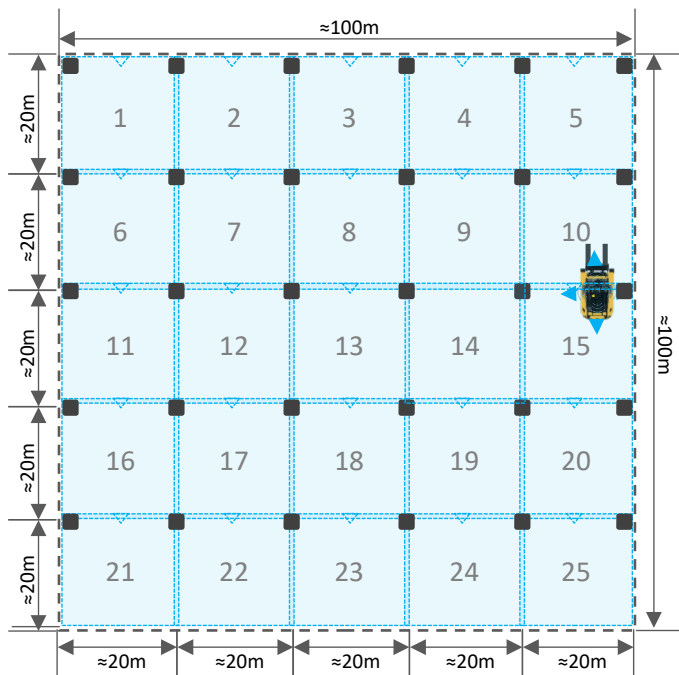
7.3: Vista dettagliata del montaggio del beacon

I beacon sono posizionati sul soffitto capovolti. Il sensore attivo è RX4. Quando gli altri sensori (RX1, RX2, RX3, RX5) sono disabilitati, il beacon ha la massima sensibilità nella direzione RX4 e resistenza al rumore dalle altre direzioni. L'altezza nell'esempio è di 10m.

I beacon possono funzionare con la batteria LiPol integrata, ma si consiglia di fornire una fonte di alimentazione esterna (USB standard) o un convertitore ~110/220=>5V USB



7.4: Configurazione ottimale 2D



Note:

Poiché la configurazione è per il 2D, fornisce solo le coordinate X e Y.
La configurazione è progettata per il tracciamento, ad esempio, di carrelli elevatori in magazzini con spazi aperti senza scaffali alti.

Pro:

- Tracciamento affidabile
- Molto preciso ($\pm 2\text{cm}$)
- Progettato per carrelli elevatori

Contro:

- Maggiore numero di beacon (prezzo) rispetto alle configurazioni estese

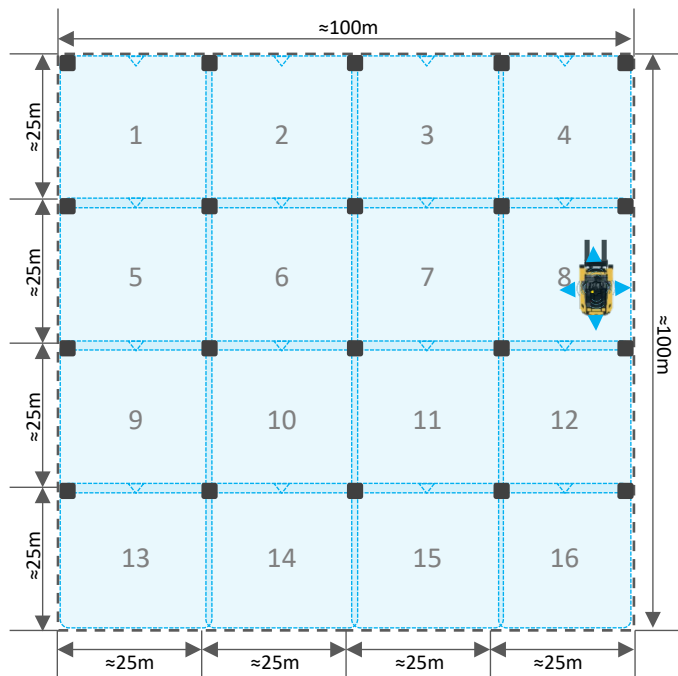
Configurazione:

- 100x100m "2D ottimale":
- 30 x Super-Beacon stazionari
 - 1 x Super-Beacon mobile
 - 1 x Modem HW v5.1

Guarda i video:

- [Robot di consegna autonomo – Vista del sistema](#)
- [Tracciamento in tempo reale: posizionamento indoor preciso](#)
- [Come tracciare con precisione \(\$\pm 2\text{cm}\$ \) 10 carrelli elevatori](#)

7.5: 2D esteso



Note:

La configurazione "2D esteso" è in realtà la stessa di "2D ottimale", ma funziona con distanze maggiori tra i beacon. Tuttavia, il tracciamento può essere interrotto da rumore esterno o semplicemente da un segnale ultrasonico troppo debole. È anche in 2D, quindi fornisce solo le coordinate X e Y.

Vantaggi:

- Costo totale inferiore rispetto alla configurazione 2D Optimal

Svantaggi:

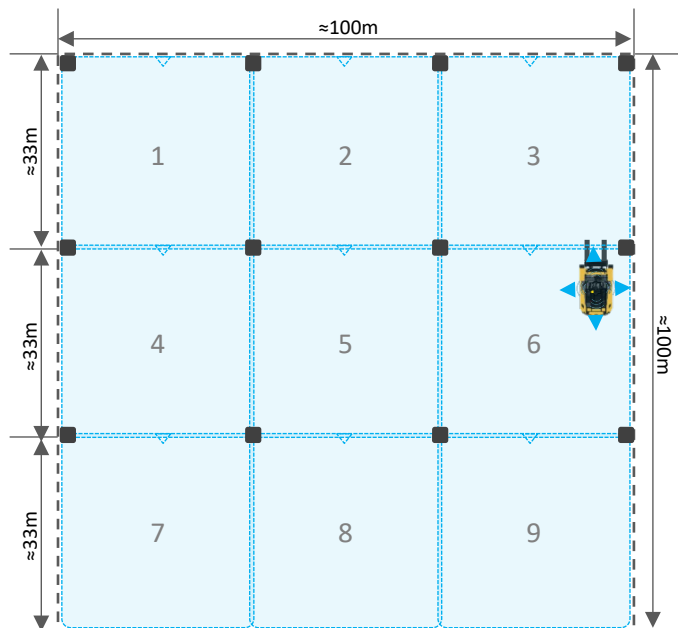
- Tracciamento potenzialmente meno solido rispetto alla configurazione 2D Optimal

Configurazione:

100x100m "2D stretched":

- 20 x Super-Beacon stazionari
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1

7.6: 2D super-stretched



Note:

La configurazione "2D super-stretched" ha il prezzo migliore poiché le distanze sono le maggiori.

È 2D, quindi fornisce solo le coordinate X e Y.

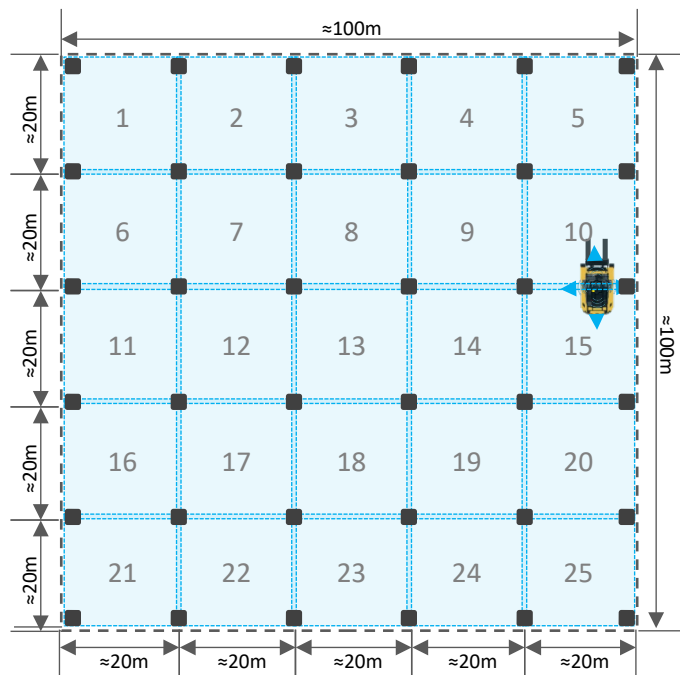
- Vantaggi:
 - Il costo totale più basso tra le tre configurazioni
- Svantaggi:
 - Può richiedere più impostazioni manuali e di precisione rispetto ad altre configurazioni

Configurazione:

100x100m "2D super-stretched":

- 12 x Super-Beacon stazionari
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1

7.7: 3D optimal



Note:

La configurazione "3D optimal" offre un rapporto qualità-prezzo bilanciato.

La configurazione è 3D, quindi fornisce il posizionamento (X,Y,Z).

Dispone di ridondanza 3+1. Ciò significa che, se 1 dei 4 beacon nella submap è bloccato, il tracciamento 3D è ancora disponibile.

La configurazione è adatta al tracciamento, ad esempio, non solo di carrelli elevatori, ma anche di droni in magazzini a spazi aperti senza scaffali alti.

Vantaggi:

- Tracciamento solido
- Adatto per droni – fornisce 3D (x, y, z)

Svantaggi:

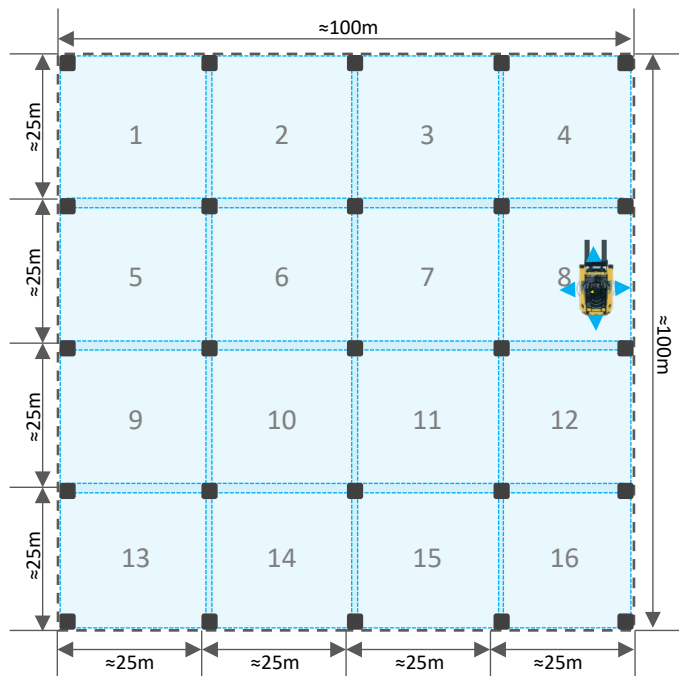
- Più beacon rispetto alle configurazioni allungate

Configurazione:

100x100m "3D optimal":

- 36 x Super-Beacon stazionari
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1

7.8: 3D stretched



Note:

La configurazione "3D stretched" è in realtà uguale alla "3D optimal", ma funziona con distanze maggiori. Ciò offre un vantaggio in termini di prezzo, ma il tracciamento può essere interrotto dal rumore. La configurazione è 3D, quindi fornisce il posizionamento (X,Y,Z).

Ha una ridondanza 3+1. Ciò significa che, se 1 dei 4 beacon nella submap è bloccato, il tracciamento 3D continua a funzionare.

La configurazione è adatta al tracciamento, ad esempio, non solo di carrelli elevatori, ma anche di droni in magazzini a spazio aperto senza scaffalature alte.

Vantaggi:

- Costi inferiori rispetto alla configurazione 3D optimal

Svantaggi:

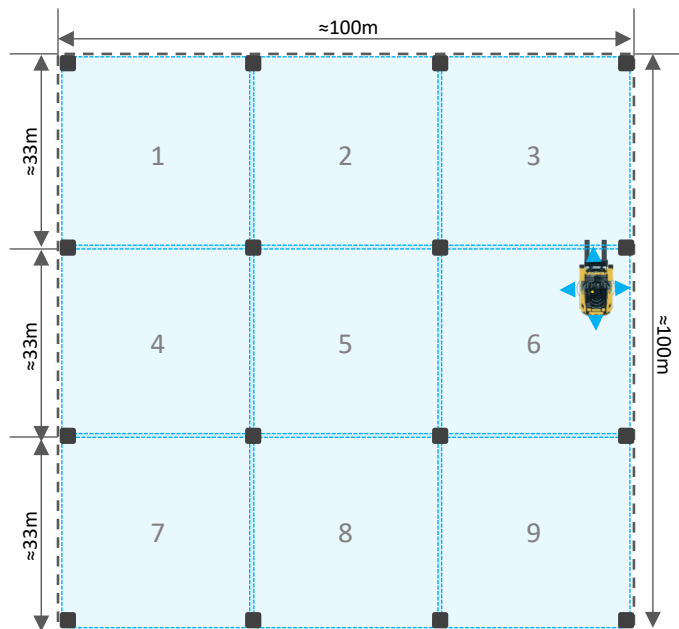
- Impostazioni più complesse e prestazioni meno stabili rispetto alla configurazione 3D optimal

Configurazione:

100x100m "3D stretched":

- 25 x Super-Beacon stazionario
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1

7.9: 3D super-stretched



Note:

La configurazione "3D super-stretched" ha il prezzo migliore poiché le distanze sono le maggiori, ma è principalmente progettata per future versioni HW/SW.

È 3D, quindi fornisce solo le coordinate X e Y.

Ha una ridondanza 3+1. Ciò significa che, se 1 dei 4 beacon nella submap è bloccato, il tracciamento continua a funzionare.

Vantaggi:

- Il costo totale più basso tra le tre configurazioni

Svantaggi:

- Può richiedere più impostazioni manuali e di precisione rispetto ad altre configurazioni

Configurazione:

100x100m "3D super-stretched":

- 16 x Super-Beacon stazionari
- 1 x Super-Beacon mobile
- 1 x Modem HW v5.1

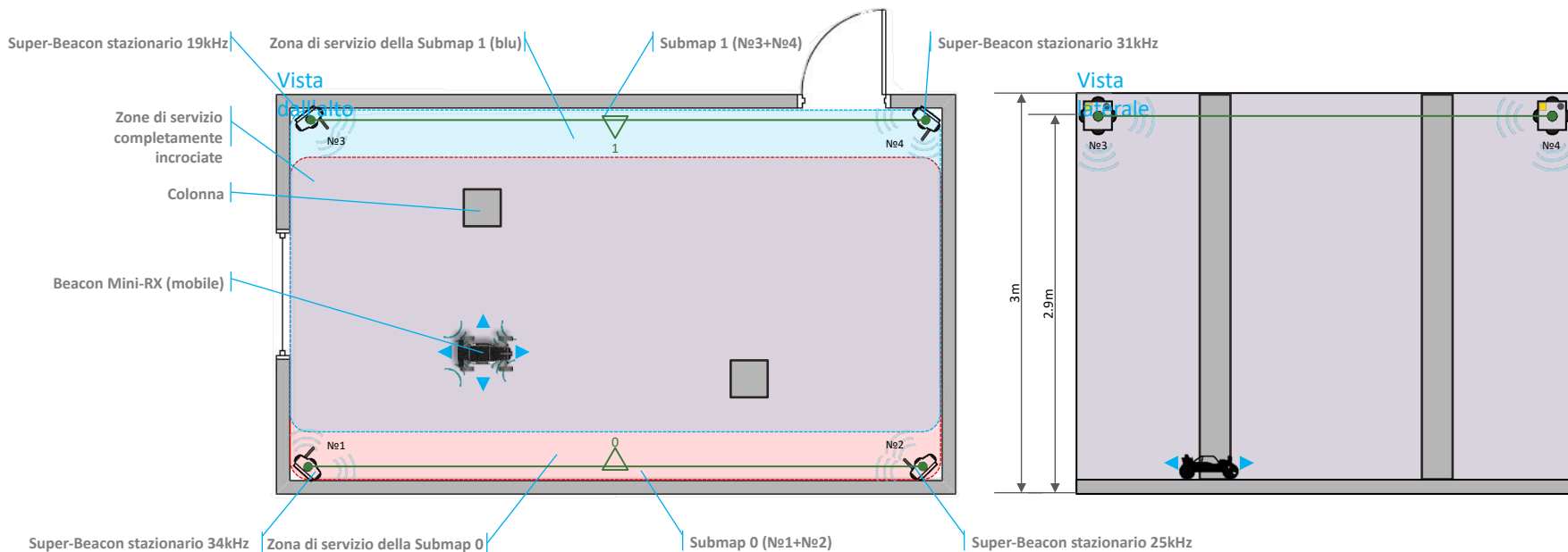
7.10: Riepilogo – area 100x100m

Abbiamo presentato diverse configurazioni per il tracciamento di asset mobili (veicoli, carrelli elevatori, droni) in un magazzino di 100x100m con precisione di $\pm 2\text{cm}$.

Abbiamo inoltre fornito alcune raccomandazioni per il montaggio e la configurazione del sistema:

- 2D ottimale
- 2D stretched
- 2D super-stretched
- 3D ottimale
- 3D stretched
- 3D super-stretched

8a: Submap completamente sovrapposte (IA, 2D)



Configurazione:

- [Inverse Architecture \(IA\):](#)
 - 2 x Super-Beacon stazionario 19kHz
 - 2 x Super-Beacon stazionario 25kHz
 - 2 x Super-Beacon stazionario 31kHz
 - 2 x Super-Beacon stazionario 34kHz
 - 1 x Mini-RX come beacon mobile (o più Mini-RX per più oggetti mobili)
 - 1 x Modem HW v5.1

Note:

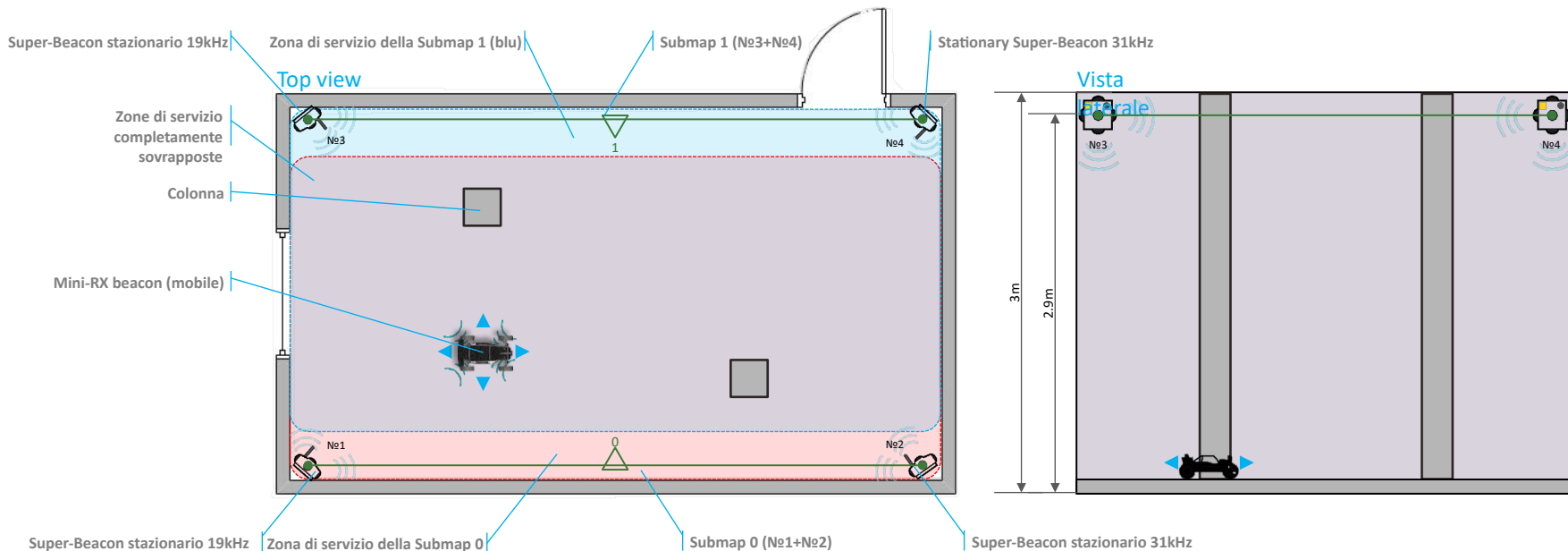
- Se una submap è ostruita, un'altra submap fornirà un tracciamento affidabile
- In una submap la frequenza di ciascun beacon non deve ripetersi (ad esempio, non possono esserci due beacon 31kHz, 37kHz, ecc. nella stessa submap)
- Controlla il tracciamento Preciso ($\pm 2\text{cm}$) dei visitatori nel video del Museo del...



Come montare il beacon stazionario

Per maggiori informazioni consultare Help: [how to place beacons](#)

8b: Fully overlapping submaps (IA, 2D, TDMA)



Configuration:

- [Inverse Architecture \(IA\) with TDMA:](#)
 - 2 x Stationary Super-Beacon 19kHz
 - 2 x Stationary Super-Beacon 31kHz
 - 1 x Mini-RX as a mobile beacon (or more Mini-RXs for more mobile objects)
 - 1 x Modem HW v5.1



How to mount stationary beacon
For more info check Help: [how to place beacons](#)

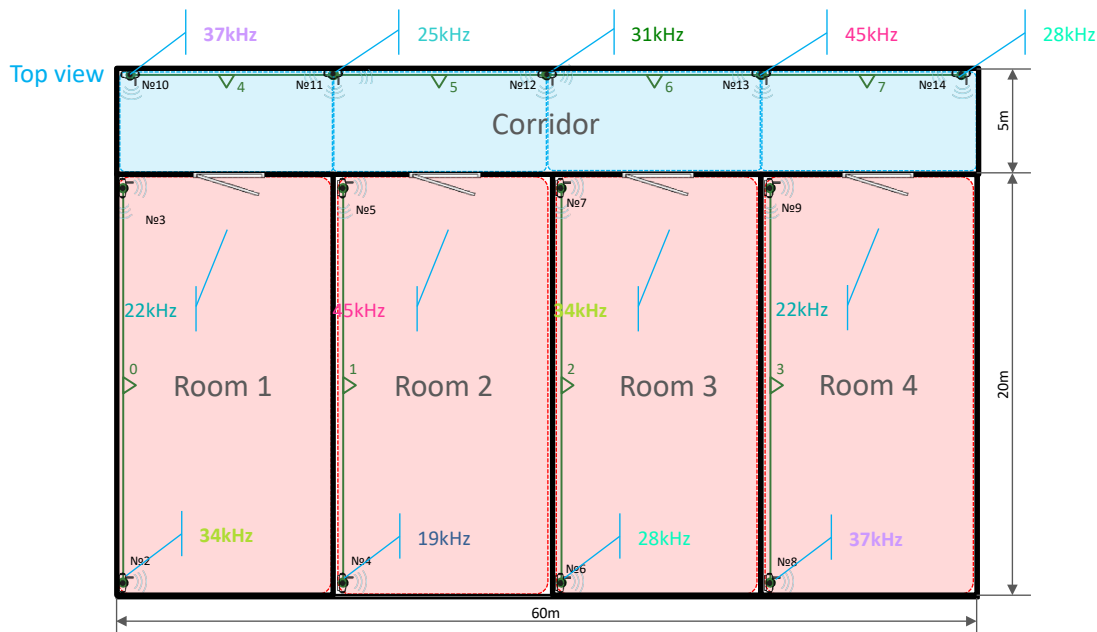
Notes:

- TDMA feature, which helps to improve the tracking quality in complex situations
- If one submap obstructed, another submap will provide solid tracking
- In one submap frequency of each beacon shouldn't repeat (for example, it can't be two 31kHz, 37kHz, etc. beacons in one submap)
- Check Operating Manual for more details about TDMA (Chapter 6.2)
- Check Track of Marvelmind Jacket indoor video
- Check Tracking of visitors in Cinema Museum indoor video

TDMA settings:

- TDMA sequence length = 2
- TDMA position in sequence:
 - Submap 0 = 0
 - Submap 1 = 1

9: Rooms + corridor (IA, 2D)



Configuration:

Inverse Architecture (IA) with 8 frequencies:

- 1 x Stationary Super-Beacon 19kHz
- 2 x Stationary Super-Beacon 22kHz
- 1 x Stationary Super-Beacon 25kHz
- 2 x Stationary Super-Beacon 28kHz
- 1 x Mini-RX as a mobile beacon (or more Mini-RXs for more mobile objects)
- 1 x Modem HW v5.1
- 1 x Stationary Super-Beacon 31kHz
- 2 x Stationary Super-Beacon 34kHz
- 2 x Stationary Super-Beacon 37kHz
- 2 x Stationary Super-Beacon 45kHz

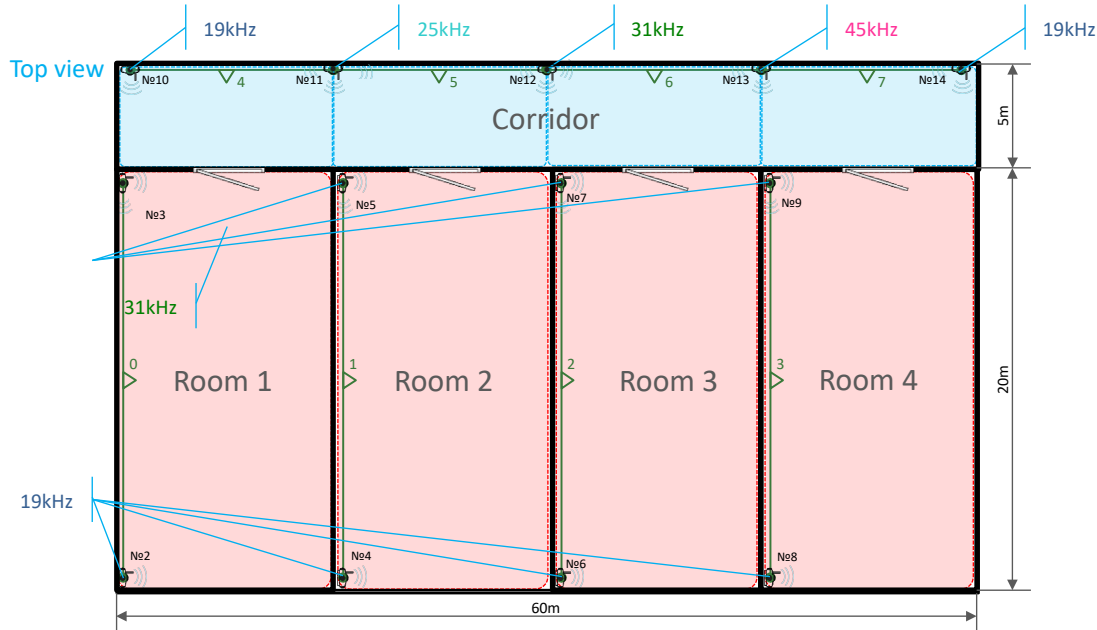


How to mount stationary beacon
[For more info check Help: how to place beacons](#)

Notes:

- Designed for tracking people or robot in the office
- This particular configuration supports 2D
- You can change configurations as you wish.
- In one submap frequency of each beacon shouldn't repeat (for example, it can't be two 31kHz, 37kHz, etc. beacons in one submap)
- Check Operating Manual for more details about TDMA (Chapter 6.2)
- Check Submaps Help Video
- Check Tracking 4 warehouse workers video

9a: Rooms + corridor (IA, 2D, TDMA)



How to mount stationary beacon
[For more info check Help: how to place beacons](#)

Configuration:

- [Inverse Architecture \(IA\) with TDMA:](#)
 - 6 x Stationary Super-Beacon 19kHz
 - 1 x Stationary Super-Beacon 25kHz
 - 5 x Stationary Super-Beacon 31kHz
 - 1 x Stationary Super-Beacon 45kHz
 - 1 x Mini-RX as a mobile beacon (or more Mini-RXs for more mobile objects)
 - 1 x Modem HW v5.1

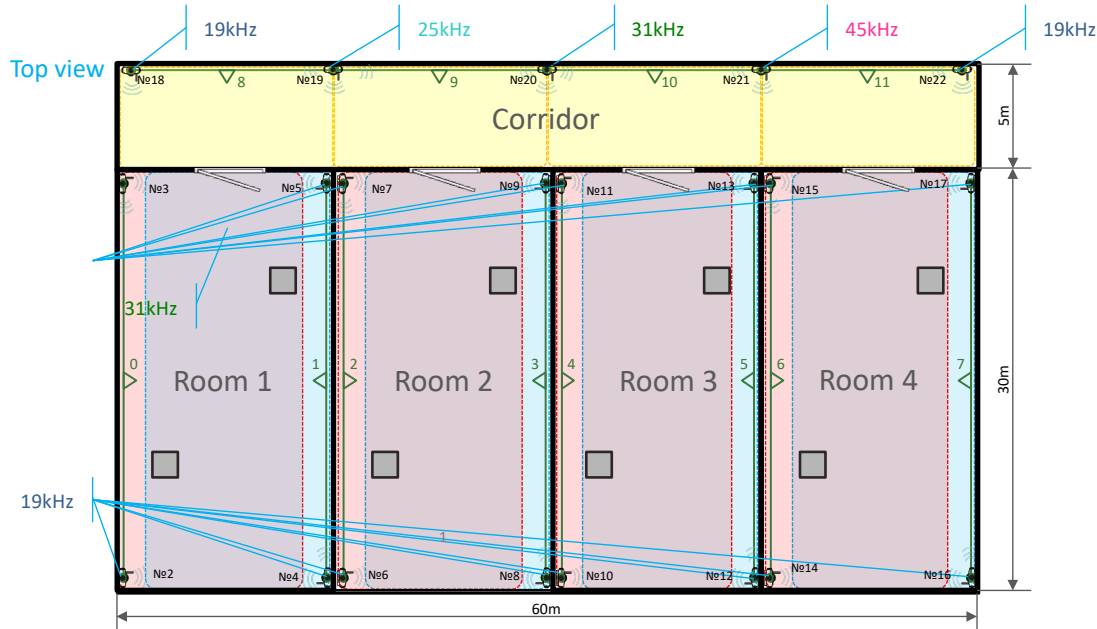
Notes:

- Designed for tracking people or robot in the office
- This particular configuration supports 2D
- In one submap frequency of each beacon shouldn't repeat (for example, it can't be two 31kHz, 37kHz, etc. beacons in one submap)
- Check Operating Manual for more details about TDMA (Chapter 6.2)
- Check Submaps Help Video
- Check TDMA in Museum demo video
- Check Tracking 4 warehouse workers video

TDMA settings:

- TDMA sequence length = 2
- TDMA position in sequence:
 - Submap 0-3 = 0
 - Submap 4-7 = 1

10: Rooms with columns + corridor (IA, 2D, TDMA)



Configuration:

- Inverse Architecture (IA) with TDMA:
 - 10 x Stationary Super-Beacon 19kHz
 - 1 x Stationary Super-Beacon 25kHz
 - 9 x Stationary Super-Beacon 31kHz
 - 1 x Stationary Super-Beacon 45kHz
 - 1 x Mini-RX as a mobile beacon (or more Mini-RXs for more mobile objects)
 - 1 x Modem HW v5.1

Notes:

- Designed for tracking people or robot in the office
- This particular configuration supports 2D
- In one submap frequency of each beacon shouldn't repeat (for example, it can't be two 31kHz, 37kHz, etc. beacons in one submap)
- Check Operating Manual for more details about TDMA (Chapter 6.2)
- Check Submaps Help Video
- Check TDMA in Museum demo video
- Check Tracking 4 warehouse workers video

TDMA settings:

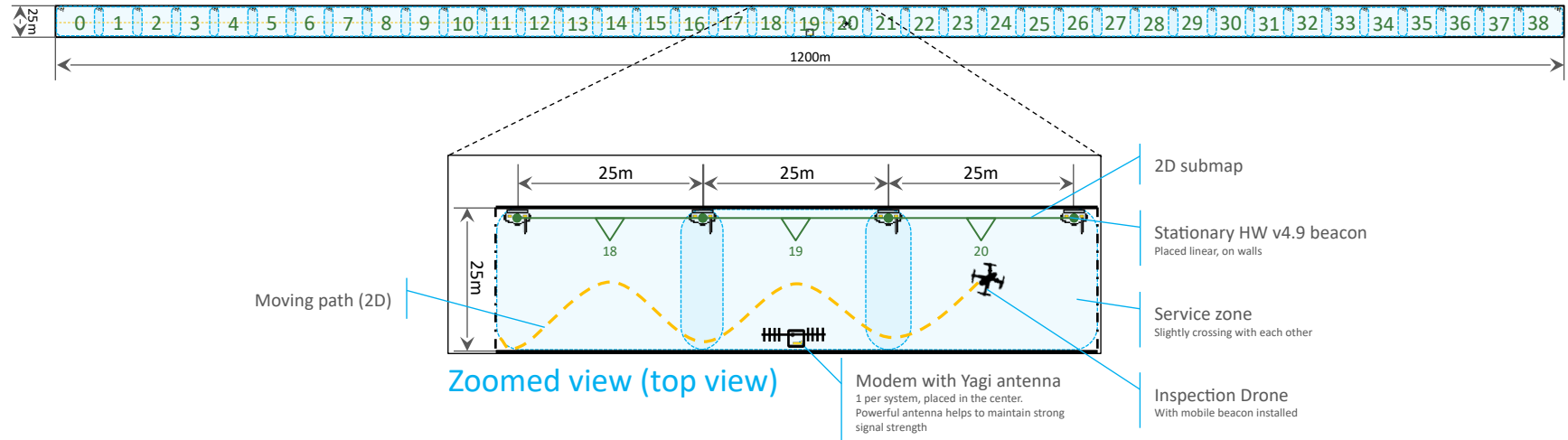
- TDMA sequence length = 3
- TDMA position in sequence:
 - Submap 0, 2, 4, 6 = 0
 - Submap 1, 3, 5, 7 = 1
 - Submap 8, 9, 10, 11 = 2



How to mount stationary beacon
[For more info check Help: how to place beacons](#)

11: Tunnel 1200x25m, autonomous inspection (NIA or IA, 2D)

General view (top view)



Configuration:

- [Non-Inverse Architecture \(NIA\) or Inverse Architecture \(IA\)](#)
- 40 x Stationary Super-Beacon (with 8 frequencies for IA)
- 1 x Modem HW v5.1
- N x Super-Beacon as a mobile beacon

Notes:

- Designed for autonomous tunnel inspection
- In IA, in one submap frequency of each beacon shouldn't repeat (for example, it can't be two 31kHz, 37kHz, etc. beacons in one submap)
- Check Operating Manual for more details (TDMA chapter)
- Check Submaps Help Video

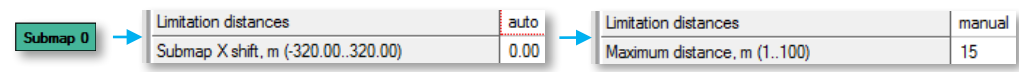
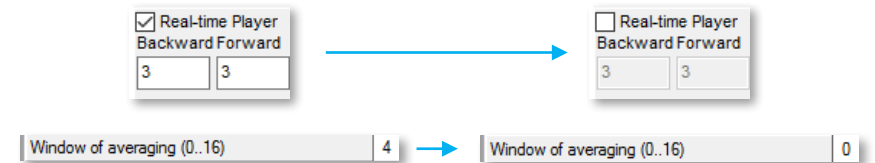


How to mount stationary beacon
[For more info check Help: how to place beacons](#)

12: Real-time tracking: reducing the delay

Use this instruction if you need the smallest delay possible

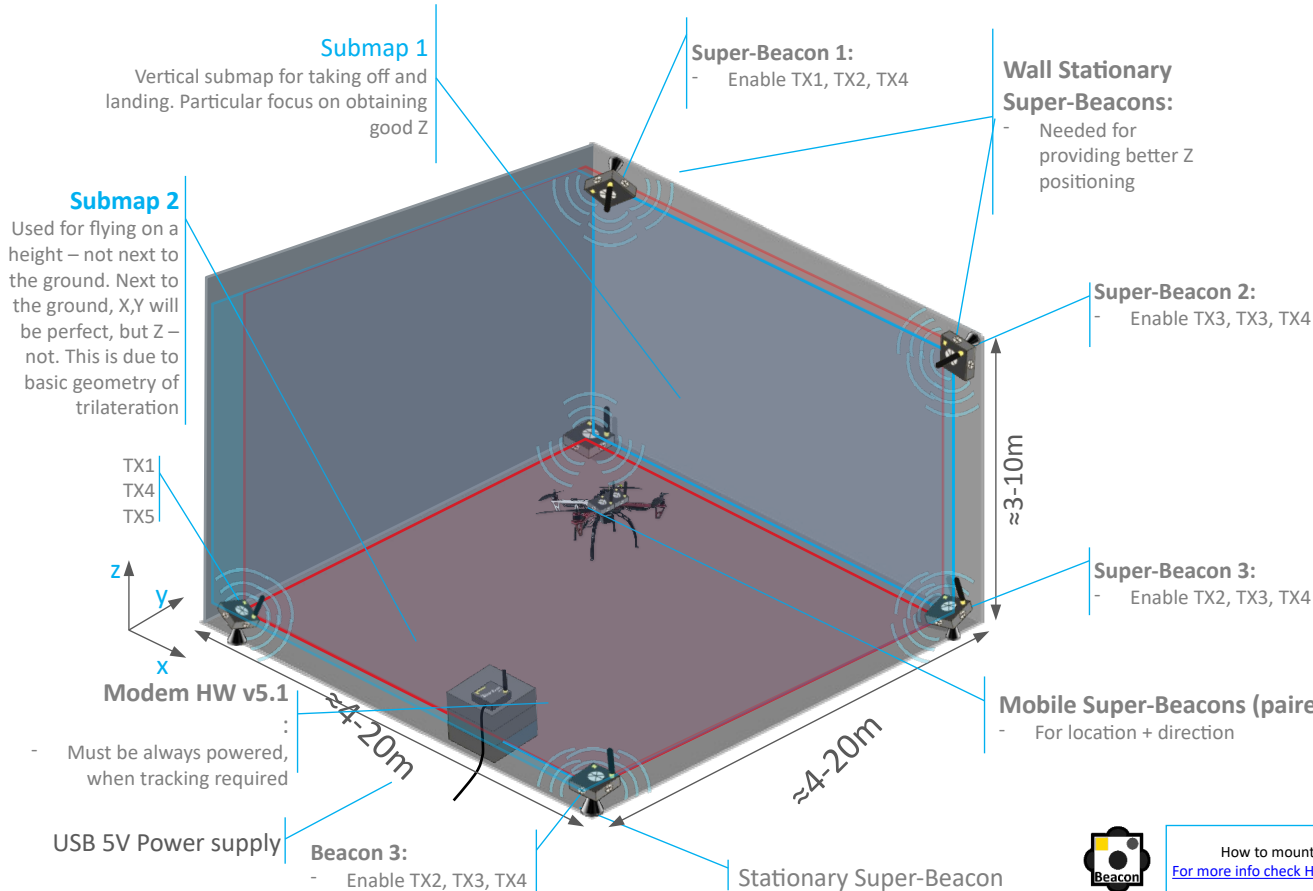
1. Turn off the Real-time player
 - Real-time player is a feature, which makes the tracking path smoother. As far as it looks backward and forward, it has some small delay. Turn it off if you need less delay. Real-time player set to 0/0 or disabled. Real-time Averaging window in Modem settings set to 0 instead of default 4
2. Move radio profile to higher speed => 500kbps instead of default 38kbps
3. Change the limitation of distances
 - Go to submap settings and change it from Auto to Manual and set it to the largest distance between the mobile beacon and stationary beacons in the submap - 10-15m - whatever you have. Latency will be $1.2 \cdot 1.5 / \text{Update rate}$, i.e. for 16Hz ultrasonic update rate, you have ~100ms latency
4. Use IMU + ultrasonic fusion.
 - As soon as you have location update rate 4-8Hz or more, the sensor fusion works well and you will have 100Hz resulting update rate and latency around 12-15ms



Note:
- Check our article:
<https://marvelmind.com/download/> =>
[How to increase location update rate?](#)

Advanced settings

13: Stable “Z” for drone – settings and recommendations



Configuration:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon:](#)
 - 6 x stationary Super-Beacon
 - 1 x mobile Super-Beacon (Or 2 mobile Super-Beacons to support Paired Beacon feature – you'll get location + direction)
 - 1 x Modem HW v5.1

Notes:

- Designed for flying autonomous drones indoor and good Z tracking on all heights
- Supports 3D (X,Y,Z) + N redundancy
- Detailed video help: [Help: Z-coordinates for copters](#)



How to mount stationary beacon
For more info check [Help: how to place beacons](#)

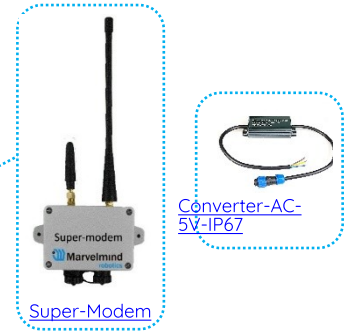
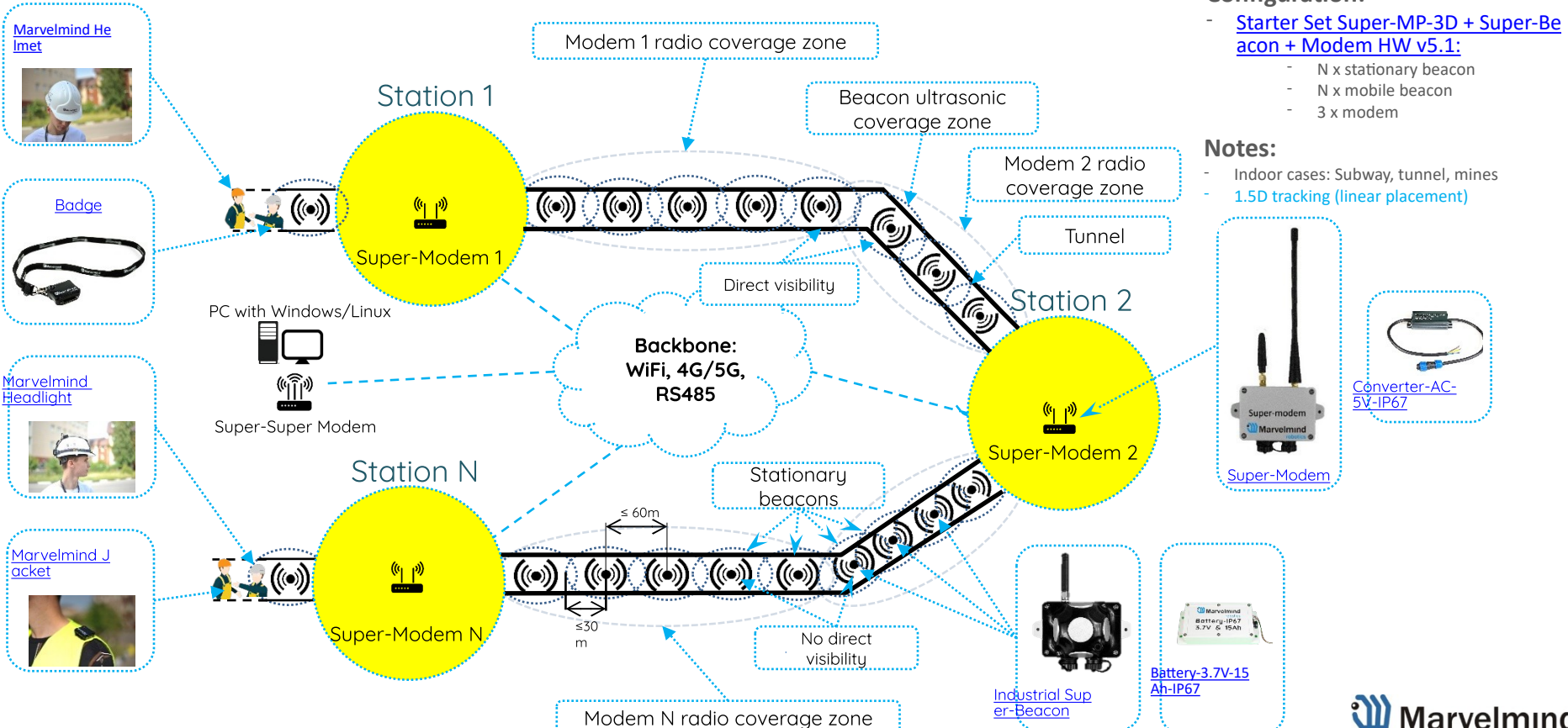
14a: Multi-modem 1.5D – for very large networks

Configuration:

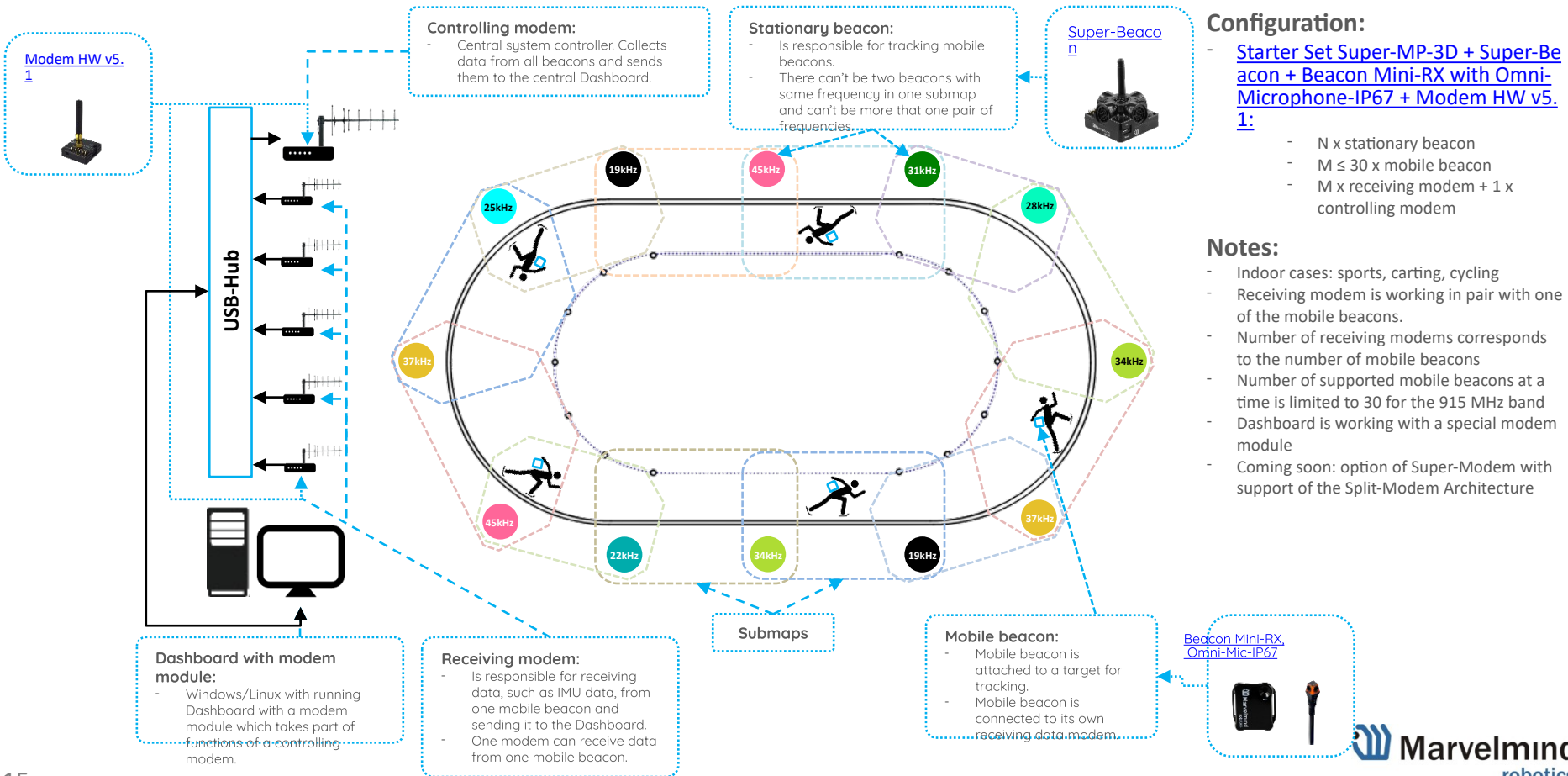
- Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + Modem HW v5.1:
 - N x stationary beacon
 - N x mobile beacon
 - 3 x modem

Notes:

- Indoor cases: Subway, tunnel, mines
- 1.5D tracking (linear placement)



14b: Split-Modem Architecture – for fast-moving objects



15a: Tracking in 30x30m area

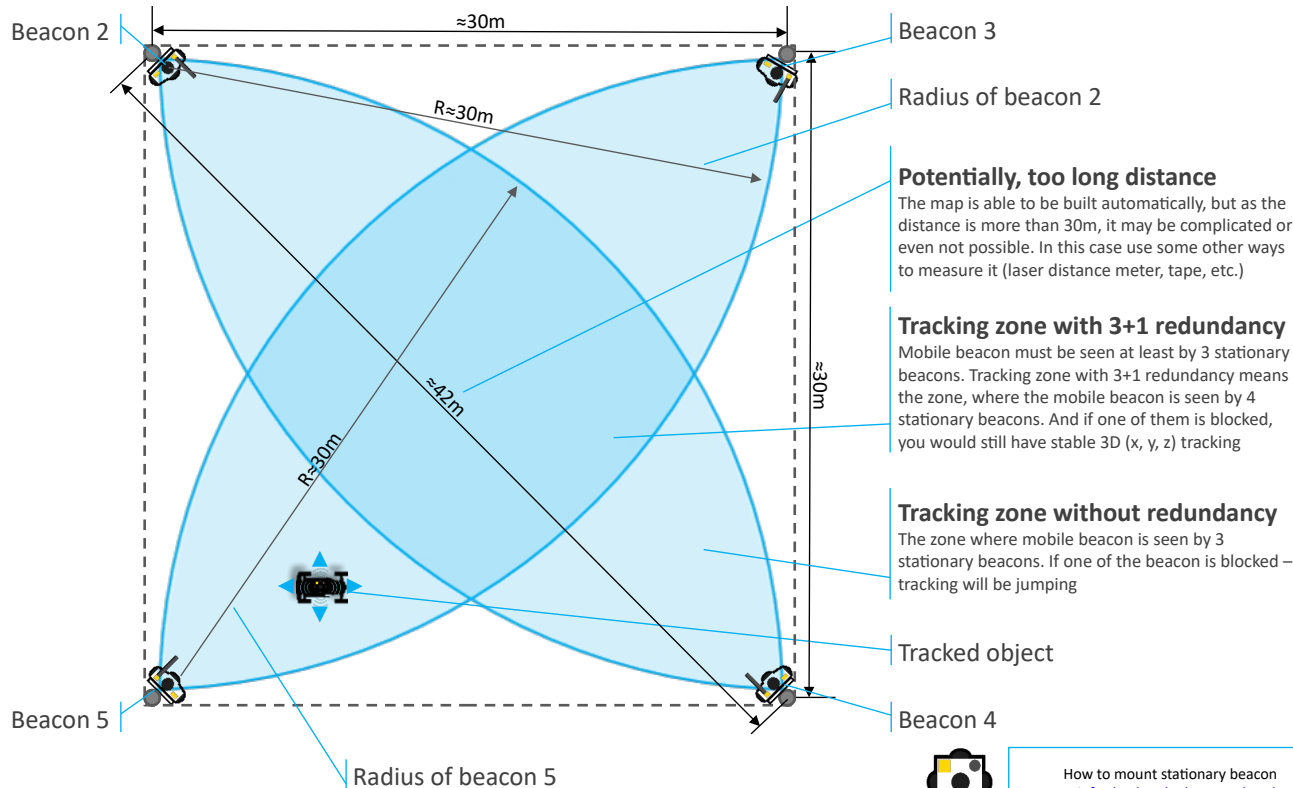
The next several slides give instructions of setting up and mounting the system to cover a 30x30m open space area.

It has different configurations:

1. [2D \(x, y\)](#)
2. [3D \(x, y, z\)](#)

Choose one, which suits your requirements.

15b: Tracking in 30x30m area - zones



Beacon 3

Radius of beacon 2

Potentially, too long distance

The map is able to be built automatically, but as the distance is more than 30m, it may be complicated or even not possible. In this case use some other ways to measure it (laser distance meter, tape, etc.)

Tracking zone with 3+1 redundancy

Mobile beacon must be seen at least by 3 stationary beacons. Tracking zone with 3+1 redundancy means the zone, where the mobile beacon is seen by 4 stationary beacons. And if one of them is blocked, you would still have stable 3D (x, y, z) tracking

Tracking zone without redundancy

The zone where mobile beacon is seen by 3 stationary beacons. If one of the beacon is blocked – tracking will be jumping

Tracked object

Beacon 4

Radius of beacon 5

Configuration:

- [Starter Set Super-MP-3D](#) :
 - 4 x stationary Super-Beacon with different frequencies out of 8 (19kHz, 22kHz, 25kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz)
 - 1 x mobile Super-Beacon
 - 1 x Modem HW v5.1
 - 4 x Omni-Microphone-IP67 (Recommended)

Notes:

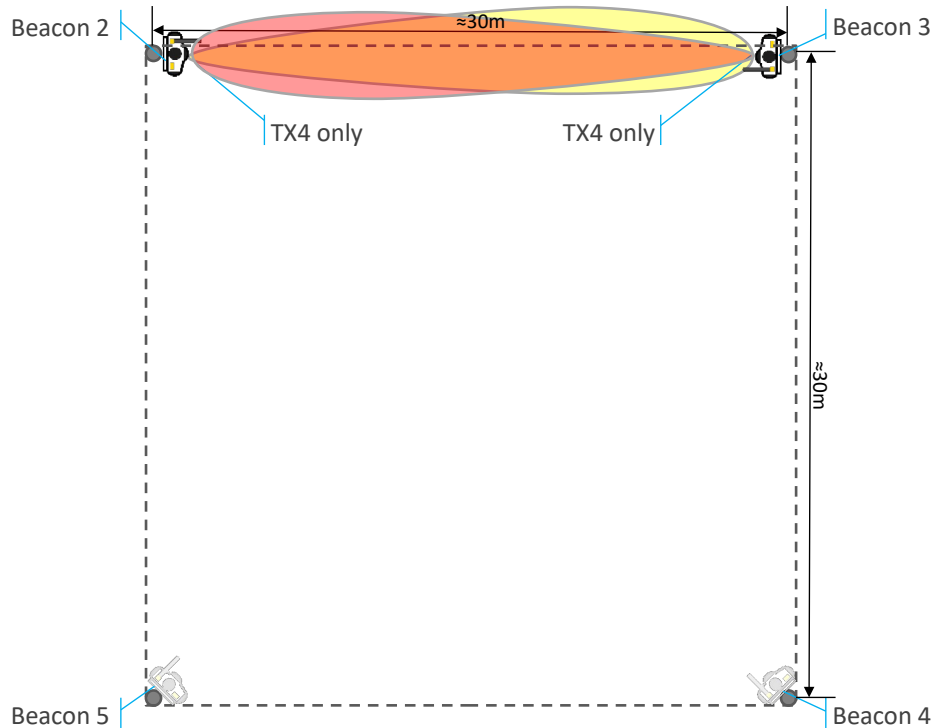
- Supports 3D (X,Y,Z) + 1 redundancy
- Supports 2D (X, Y)

[See the instructions on the next slides](#)



How to mount stationary beacon
For more info check Help: [how to place beacons](#)

15.1: Step 1: Building the distances map (2, 3)



Finding distance between beacon 2 and beacon 3

- Face beacons to each other (facing TX4 sensor) (for more information check our Help: Microphone diagram video)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods = 50
- Set service zone
- Freeze the distance. How to do it see on the next slide...

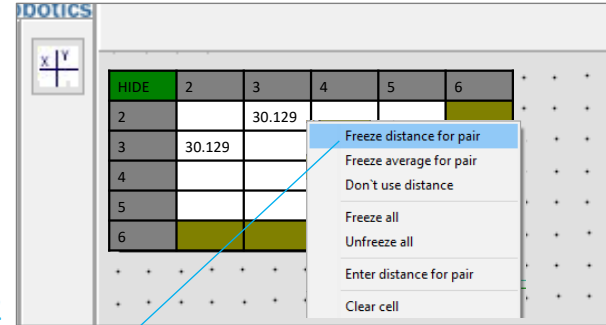
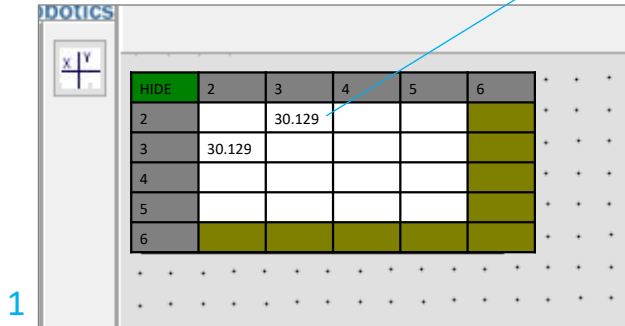
ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

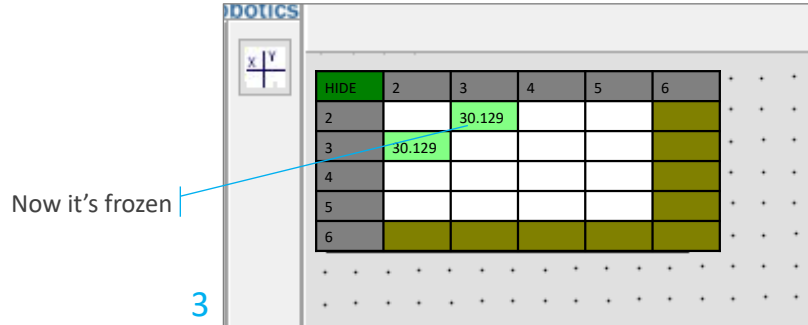
Frozen distance

15.1a: How to freeze distance for pair

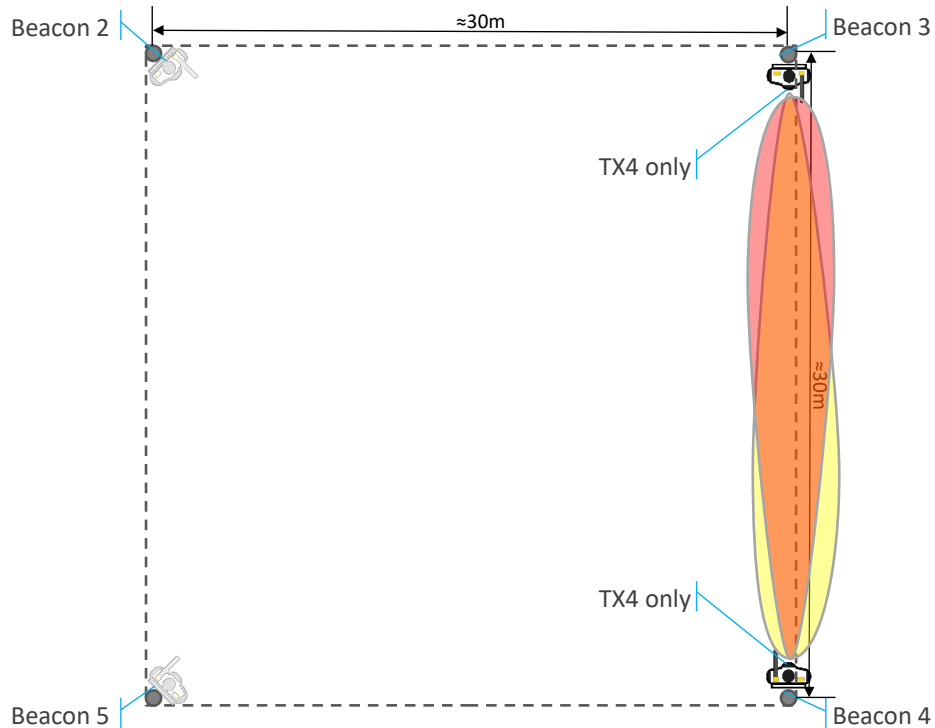
Wait when the distance tab became white → Right mouse button click on the distance tab



Click Freeze distance for pair



15.2: Step 2: Building the distances map (3, 4)



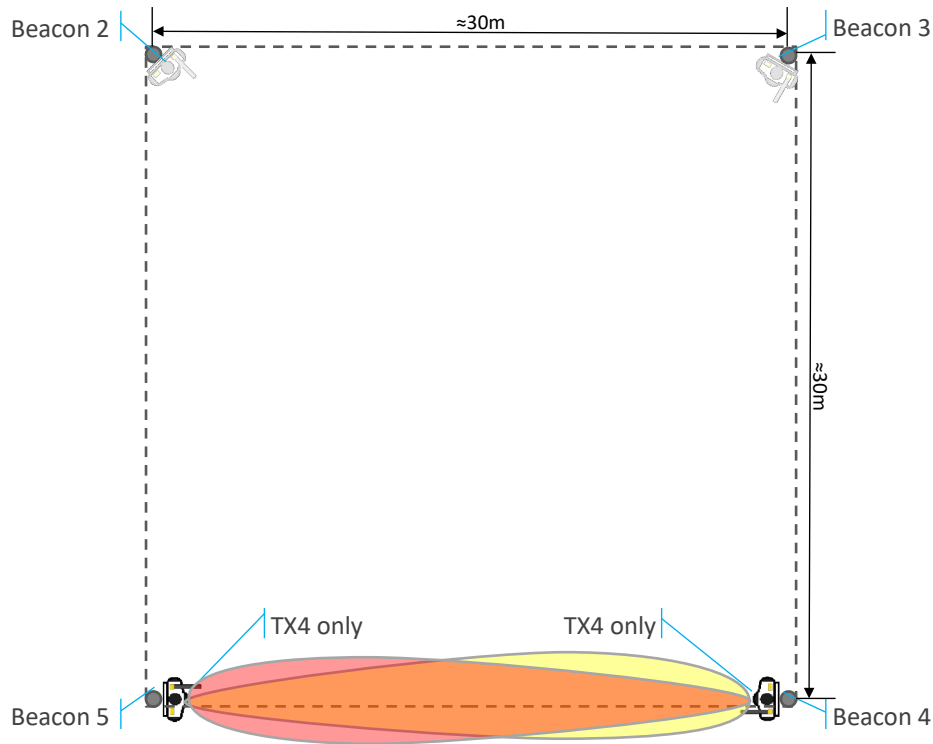
Finding distance between beacon 3 and beacon 4

- Face beacons to each other (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods to 50
- Don't forget to rise up all the limitations of distances (about 45m)
- Freeze the distance. How to do it see on this slide...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124			
5					
6					

15.3: Step 3: Building the distances map (4, 5)



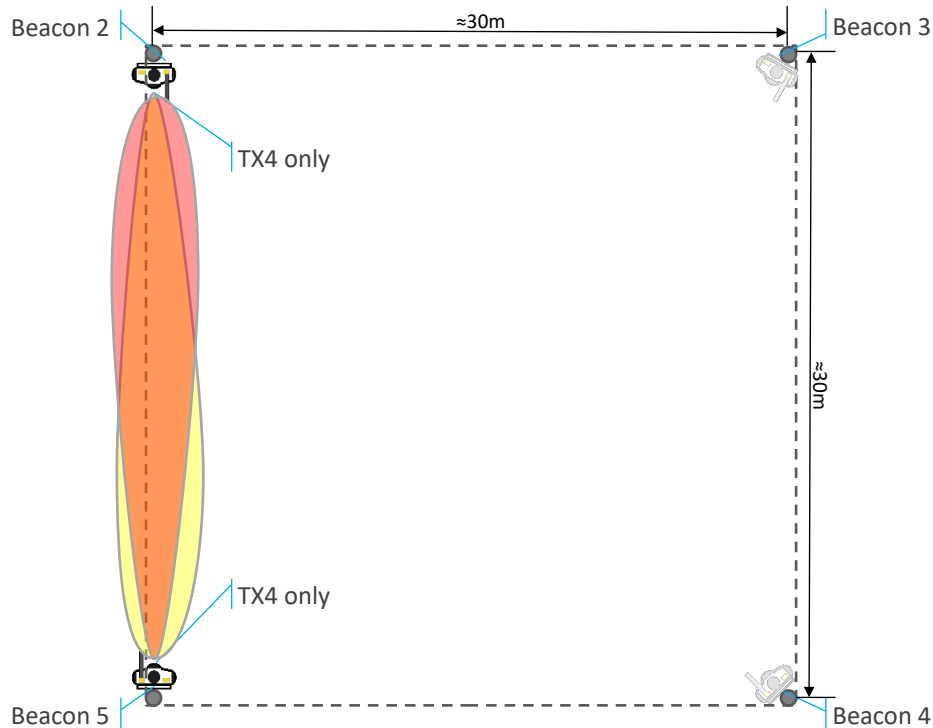
Finding distance between beacon 4 and beacon 5

- Face beacons to each other (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods to 50
- Don't forget to rise up all the limitations of distances (about 45m)
- Freeze the distance. How to do it see on this slide...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5			30.127		
6					

15.4: Step 4: Building the distances map (2, 5)



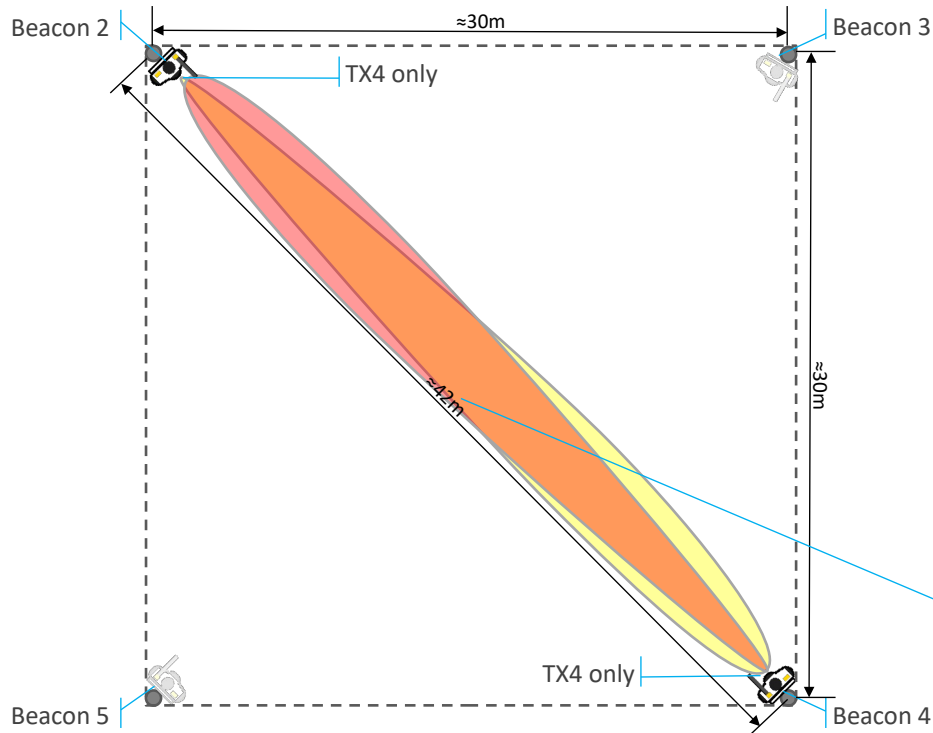
Finding distance between beacon 2 and beacon 5

- Face beacons to each other (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods to 50
- Don't forget to rise up all the limitations of distances (about 45m)
- Freeze the distance. How to do it see on this slide...

ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129		30.125	
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

15.5: Step 5: Building the distances map (2, 4)



Finding distance between beacon 2 and beacon 4

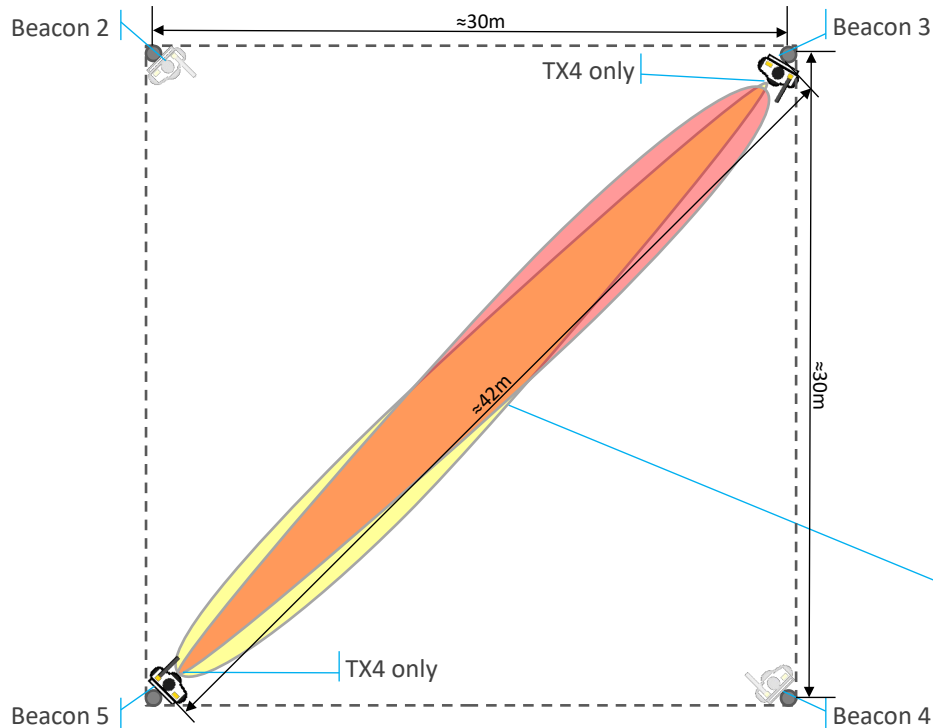
- Face beacons to each other (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods to 50
- Don't forget to rise up all the limitations of distances (about 45m)
- Freeze the distance. How to do it see on this slide...

ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124		
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

The map is still able to be built automatically, but as the distance is more than 30m, it may be complicated. In this case use some other ways to measure it (laser distance meter, tape, etc.). Then input it manually

15.6: Step 6: Building the distances map (3, 5)



Finding distance between beacon 3 and beacon 5

- Face beacons to each other (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only
- Set the number of periods to 50
- Don't forget to rise up all the limitations of distances (about 45m)
- Freeze the distance. How to do it see on this slide...

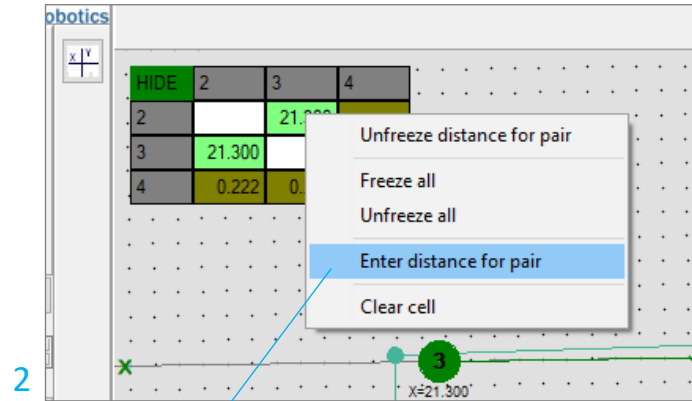
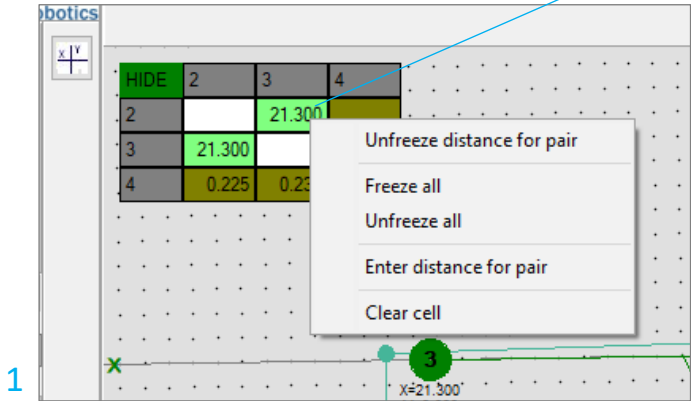
ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124	42.319	
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125	42.319	30.127		
6					

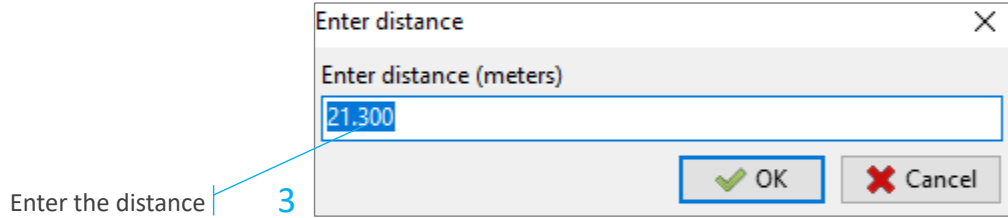
The map is still able to be built automatically, but as the distance is more than 30m, it may be complicated. In this case use some other ways to measure it (laser distance meter, tape, etc.). Then input it manually

15.6a: Manual distance input

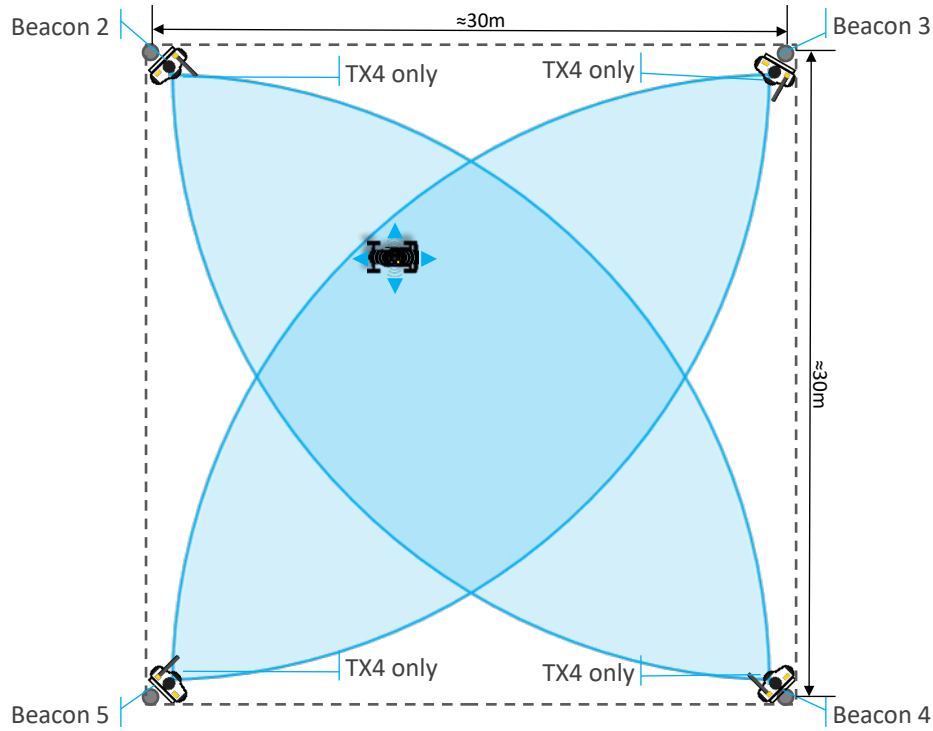
Right mouse button click on the distance tab



Click Enter distance for pair



15.7: Step 7(a): The final configuration (3D tracking)



Final configuration for 3D

- Face beacons to the center
- Turn on TX4 sensor only – you will have the highest sensitivity and the highest noise resistance from other directions
- Freeze the map

DOUCS

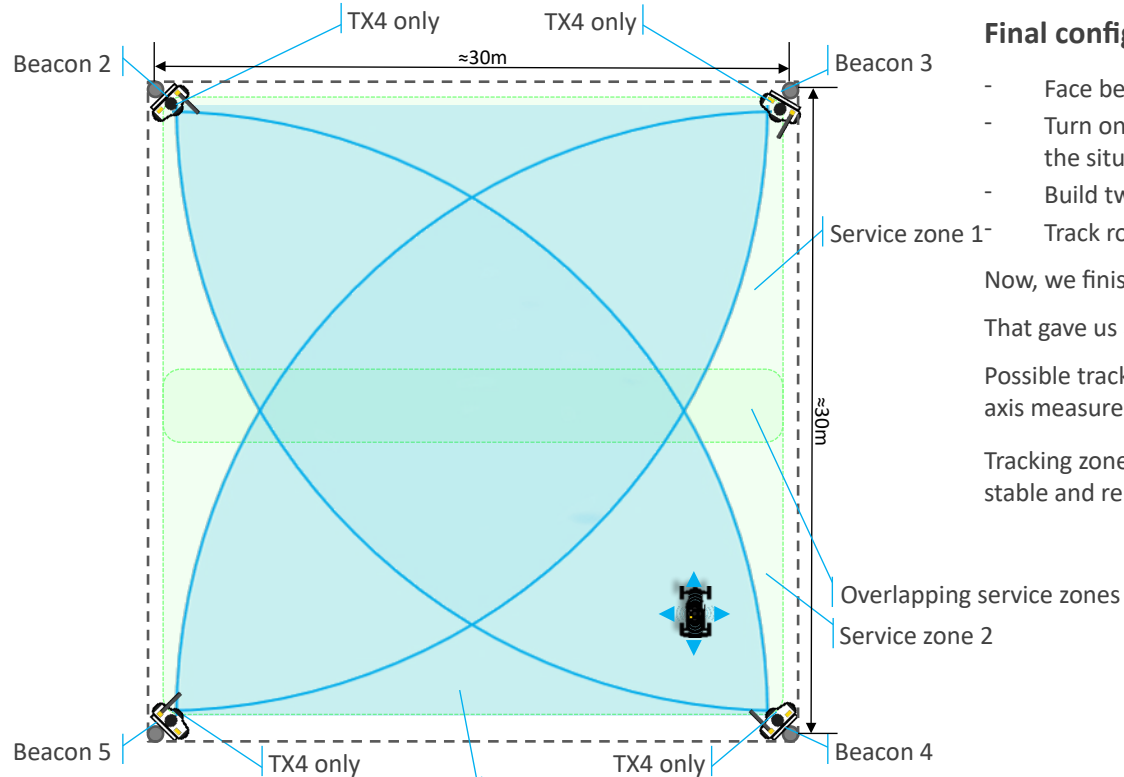
HIDE	2	3	4	5	6			
2		30.129	42.321	30.125				
3	30.129		30.124	42.319				
4	42.321	30.124		30.127				
5	30.125	42.319	30.127					
6								

Now, we finished installation and setting up.

That gave us an opportunity to track in a large area in 3D mode (x, y, z) with 3+1 redundancy in some zone.

Tracking zone is not really limited by 30m, but within 30m it is more confident, stable and reliable.

15.8: Step 7(b): The final configuration (2D tracking)



Larger coverage

As we can see, the tracking area of 2D configuration is bigger, but it doesn't provide Z (height) and redundancy. Choose the configuration, which suits your case

Final configuration for 2D

- Face beacons to the center (facing TX4 sensor)
- Turn on TX4 sensor only (another option is turn on TX1, TX2, TX3. Depends on the situation)
- Build two submaps. Building submaps video
- Track robot, person, autonomous car and anything else

Now, we finished installation and setting up.

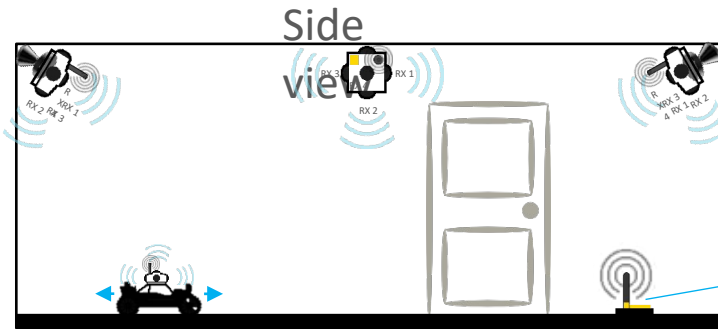
That gave us an opportunity to track in a large area in 2D mode (x, y).

Possible tracking zone in 2D is bigger than 3D – see the blue zones, but it has no Z axis measurement and redundancy.

Tracking zone is not really limited by 30m, but within 30m it is more confident, stable and reliable.

Legacy configurations

16: Starter Set HW v4.9 – simple 3D installation



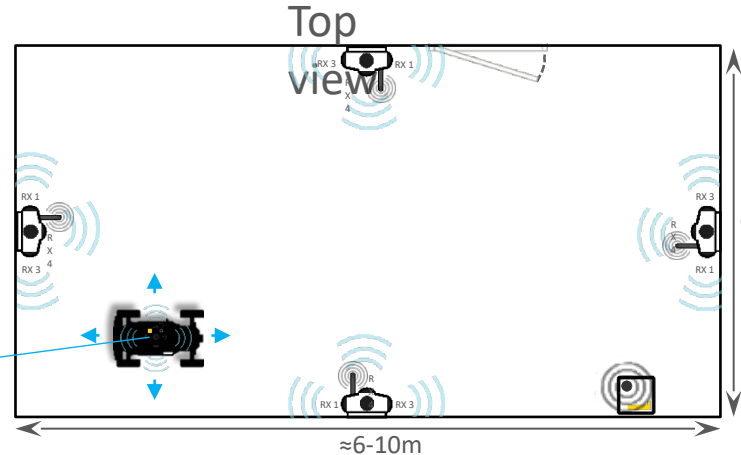
Side view

Stationary Beacon HW v4.9

- Shall be placed on walls or ceiling – to minimize shadows in ultrasonic coverage
- Enable only required sensors – to improve sensitivity and external noise immunity. Each sensor has ~90deg beam

Modem HW v4.9

- Must be always powered, when tracking is needed
- May be placed up to tens to hundreds meters away from beacons depending on the antenna and resulting RSSI



Top view

≈4-6m

≈6-10m

Room

- Start with a midsize map of 6x4 to 6-10m or so
- Maximum size of the map for Starter Set is up to 1000m²

Beacon HW v4.9

- Placed on a forklift/robot, person



How to mount stationary beacon
For more info check Help: [how to place beacons](#)

Configuration:

- [Starter Set – HW v4.9:](#)
 - 4 x stationary Beacon HW v4.9
 - 1 x Beacon HW v4.9
 - 1 x Modem HW v4.9

Notes:

- Designed for fast overall evaluation of the Precise (±2cm) Indoor “GPS”
- Supports 3D (X,Y,Z) + 1 redundancy, for example:
 - One forklift and warehouse
 - One-wheeled robot
 - One drone
 - One person
 - Tracking of one VR helmet
- Out of production, but still available for purchase. Get bug-fixing SW updates only.

17: Contacts

- <https://marvelmind.com/help/>
- [Marvelmind YouTube channel](#)
- [FAQ](#)
- For additional support, send your questions to info@marvelmind.com