راهکارهای سایر معادن دنیا در پیشگیری از تصادفات در معادن روباز

چهارمین همایش فلزات غیر آهنی ایران با نگاهی به تولید و بازار

معرفی سخنران:

Mostafa Zeidabadinejad

Email: *zeidabadi_m@nicico.com*

zeidabadi.mostafa@ut.ac.ir

Mobile: +98913-346094

Tel: +9834-34302701

Fax: +9834-34302702

مصطفی زیدآبادی نژاد

مدیر HSE مجتمع مس سرچشمه
فارغ التحصیل کارشناسی ارشد HSE دانشگاه تهران
کارشناس رسمی دادگستری در رشته حوادث ناشی از کار
دارای پروانه پایه یکم طراحی و نظارت تاسیسات الکتریکی از سازمان نظام مهندسی ساختمان
مشاور حفاظت فنی و خدمات ایمنی در زمینه ایمنی برق و آموزش از معاونت روابط کار وزارت تعاون ، کار و رفاه اجتماعی
عضو کمیته تخصصی HSEE وزارت صنعت ، معدن و تجارت

انواع حوادث معادن روباز

۱) سقوط دامپتراک به پایین دامپ

۲) از کنترل خارج شدن دامپتراک و واژگونی دامپتراک

۳) تصادف ماشین‌آلات با افراد و تجهیزات

۴) سقوط از ارتفاع (افتادن راننده از بالای پله‌های دامپتراک)

۵) حریق کامیون ها و ماشین آلات

۶) تماس اتاق بار کامیون ها با خطوط برق در مسیرهای معدنی

۷) برق گرفتگی ناشی از فعالیت بر روی تاسیسات الکتریکی فشار قوی

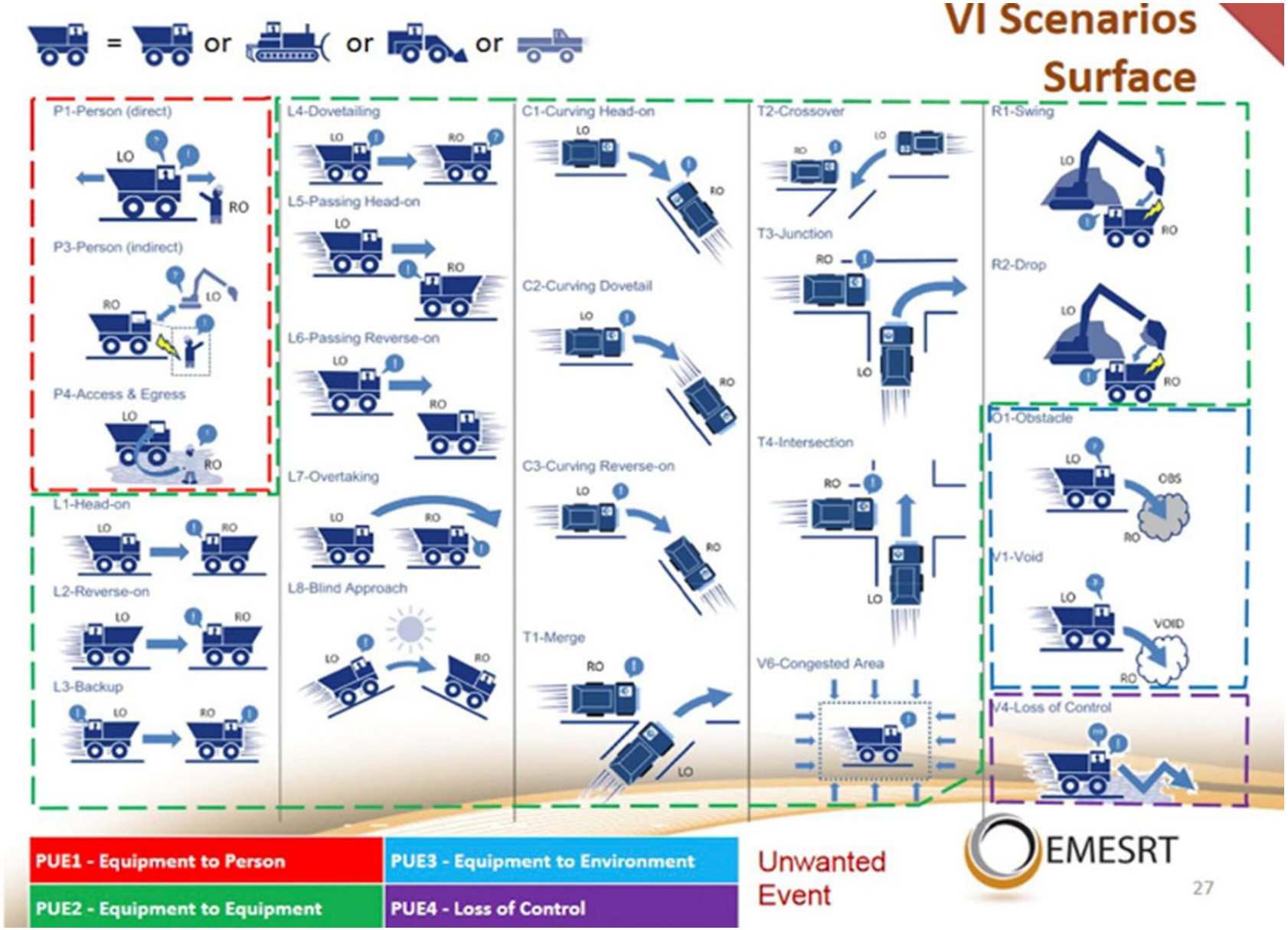
حادثه واژگونی بلدوزر مورخ ۱۴۰۰/۱۰/۱۳

سقوط خودروها از لبه های مشرف به پرتگاه

حریق کامیون های معدنی

سقوط کامیون معدنی از دامپ

سناریوهای برخورد



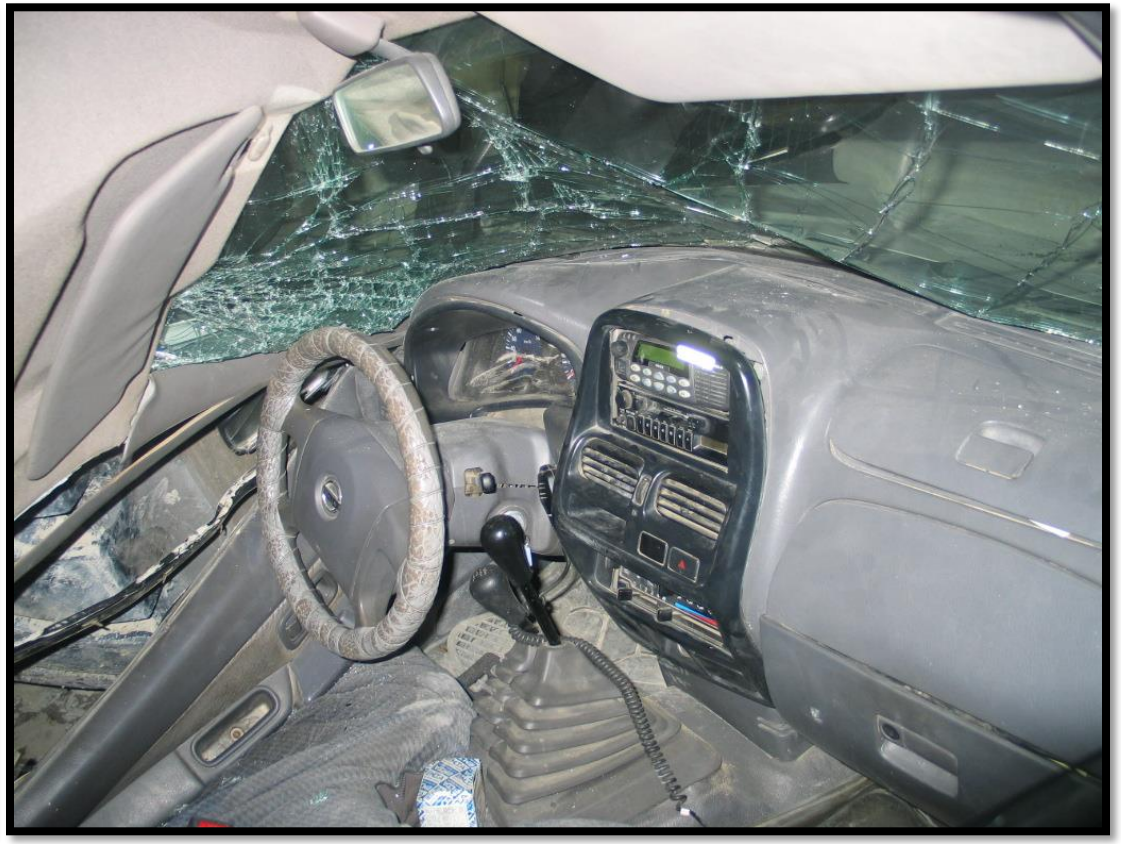
انواع تصادفات در معادن روباز

- کامیون معدنی با کامیون معدنی
- کامیون معدنی با پیکاپ
- کامیون های معدنی و ماشین آلات با عابرین پیاده

تصادف کامیون های معدنی با خودروهای سبک

تصادف کامیون معدنی با خودروهای سبک

تصادف کامیون های معدنی با خودروهای سبک



تصادف کامیون های معدنی با یکدیگر

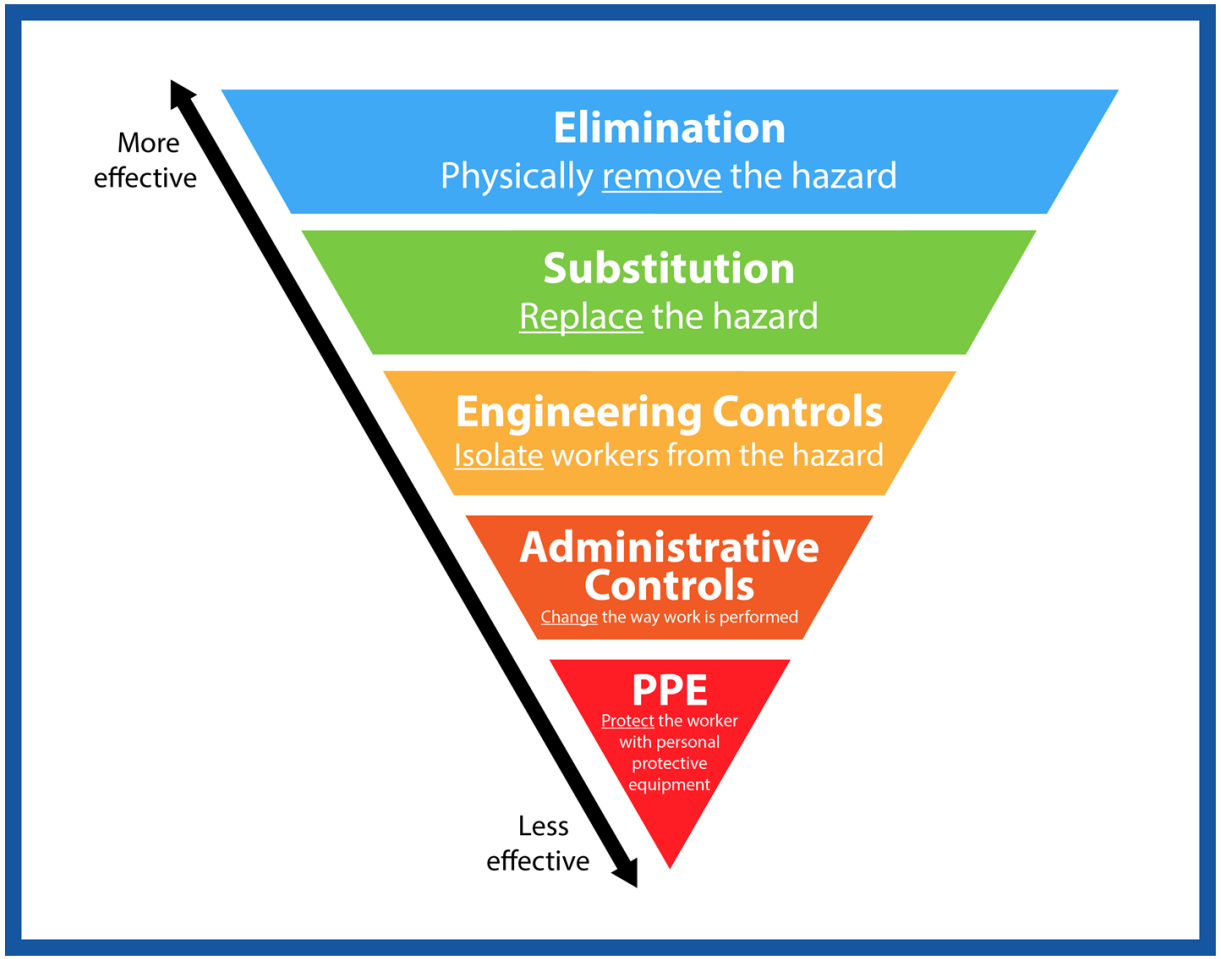
تصادف کامیون های معدنی با یکدیگر

حادثه برخورد گریدر به اپراتور کامیون معدنی در حین حرکت رو به عقب مورخ ۱۳۹۶/۱۲/۲۵

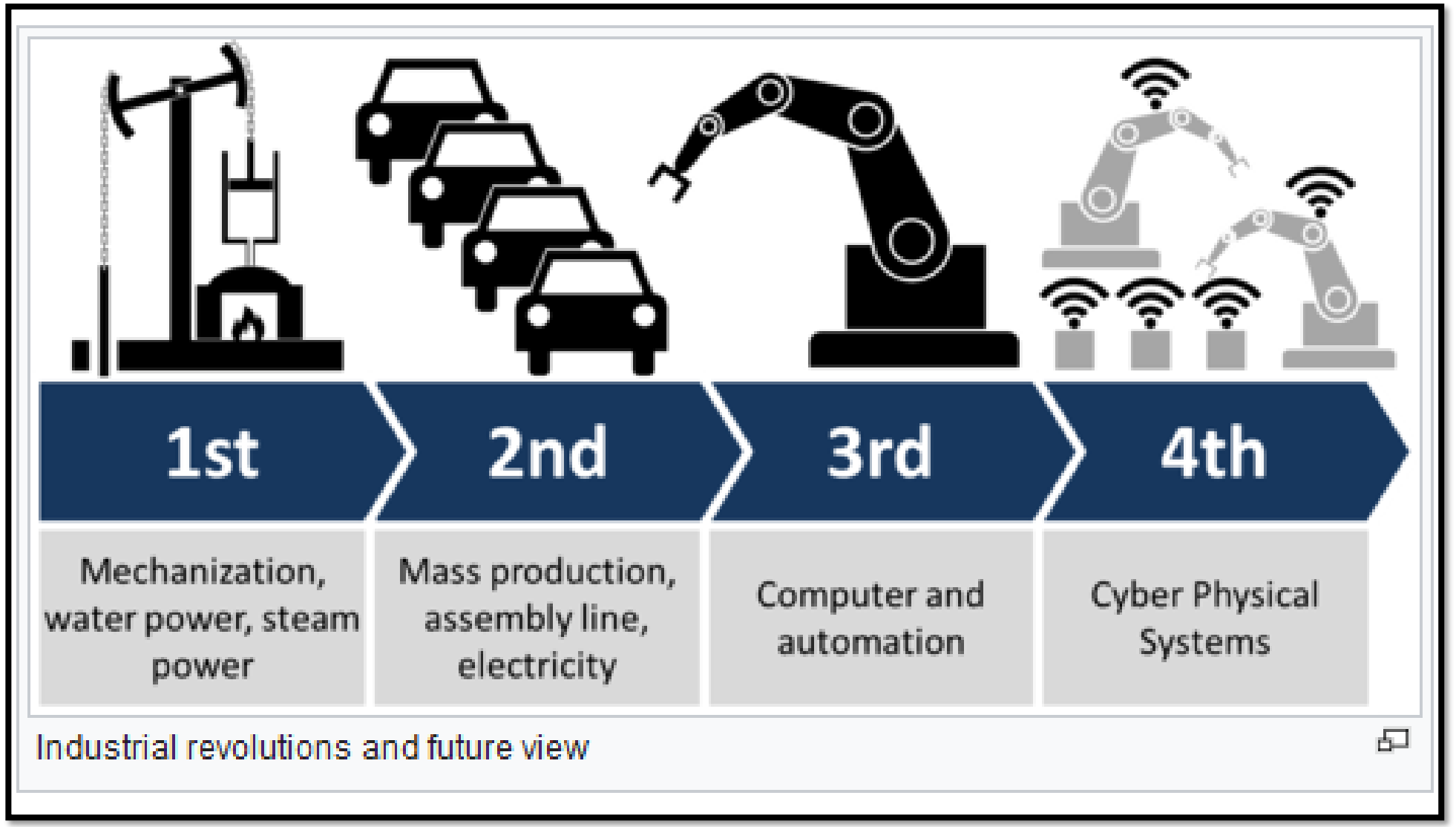
حادثه برخورد کامیون به عابر پیاده در حین حرکت رو به عقب در تاریخ ۹۸/۰۲/۳۱

حادثه برخورد لودر به عابر پیاده در حین حرکت رو عقب در تاریخ ۹۷/۱۰/۲۲

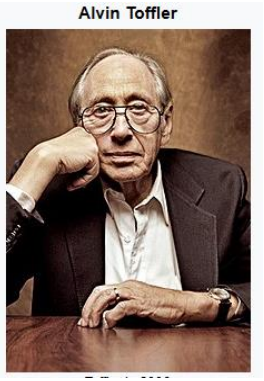
Hierarchy of Hazard control



Industrial revolutions and future view



حرکات عمده در تاریخ تحول بشر



از دیدگاه تافلر ، جهان قرن ۲۱ ، جهانی متفاوت از عصر انقلاب صنعتی است. او به مانند دانیل بل بر این اعتقاد بود که جهان آینده ، جهانی فراصنعتی است و نام این جهان فراصنعتی را هم «**موج سوم**» می گذاشت.

از دیدگاه او، «موج اول» به تمدن مبتنی بر کشاورزی تعلق داشت ؛

«موج دوم» ، تمدن مبتنی بر صنعت را شکل می داد و

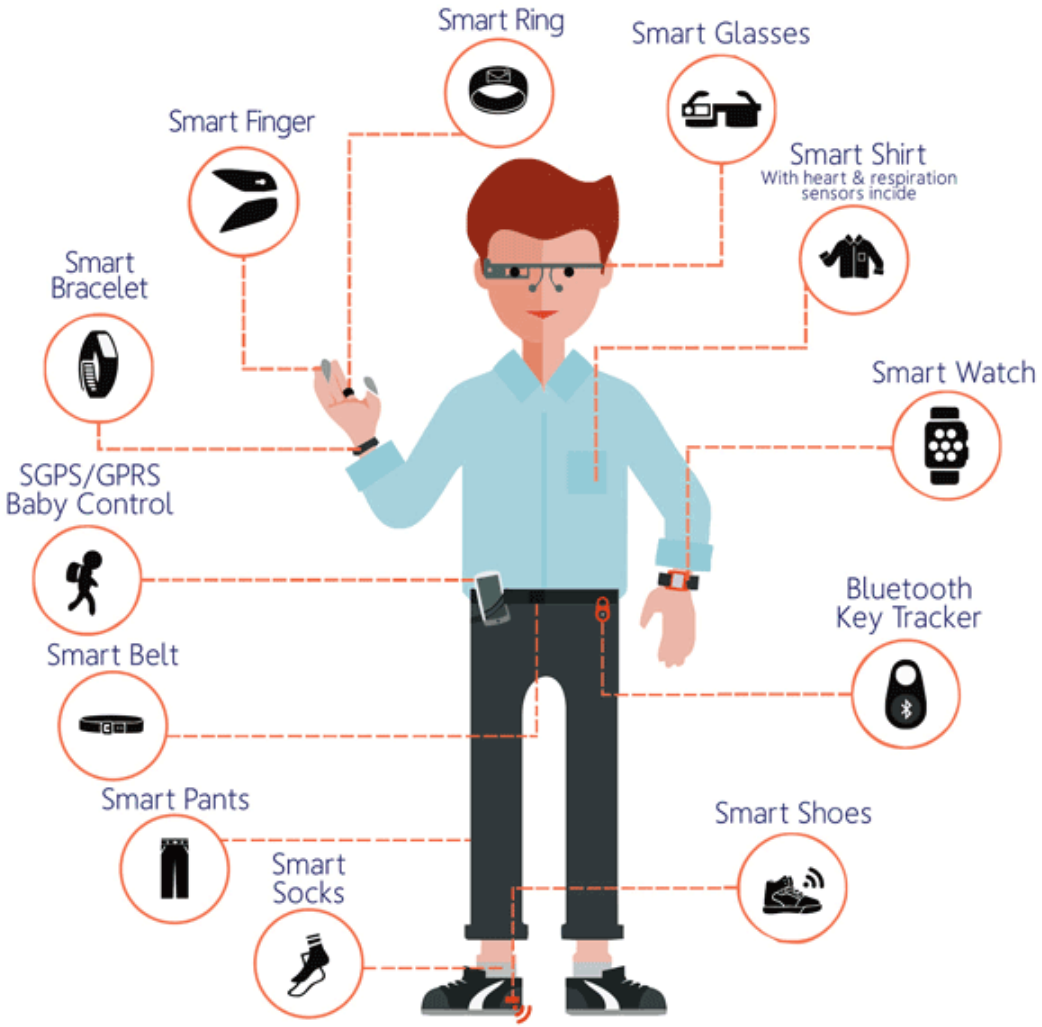
«موج سوم» ، تمدن فراصنعتی یا انقلاب دیجیتال یا آن طور که برژینسکی می گفت «تمدن مبتنی بر الکترونیک» است.

«موج چهارم» ، ظهور فناوری‌های نوین در چند حوزه رباتیک، هوش مصنوعی، زنجیره بلوکی، نانوتکنولوژی، پردازش کوانتومی، زیست فناوری، اینترنت اشیا و خودروهای خودران همراه است. این انقلاب، کل نظام تولید، مدیریت و حکمرانی را در هر صنعت و هر کشوری متحول می کند.

Modern technologies, including the digital revolution and the communication revolution, with emphasis on their effects on cultures worldwide.

Some types Of Safety Technologies

Internet of Things (IoT)-based technologies, such as wearables and sensors



Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry

a) sensor-equipped mine safety vest; (b) miner wearing Recon Jet Smart Eyewear; (c) miner using Epson Moverio BT-2200; (d) sensor-equipped safety helmet; (e) smartwatch.

اولویت اول
Autonomous Haulage System

- ISO 17757:2017(Earth- moving machinery and mining- Autonomous and semi- autonomous machine system safety)

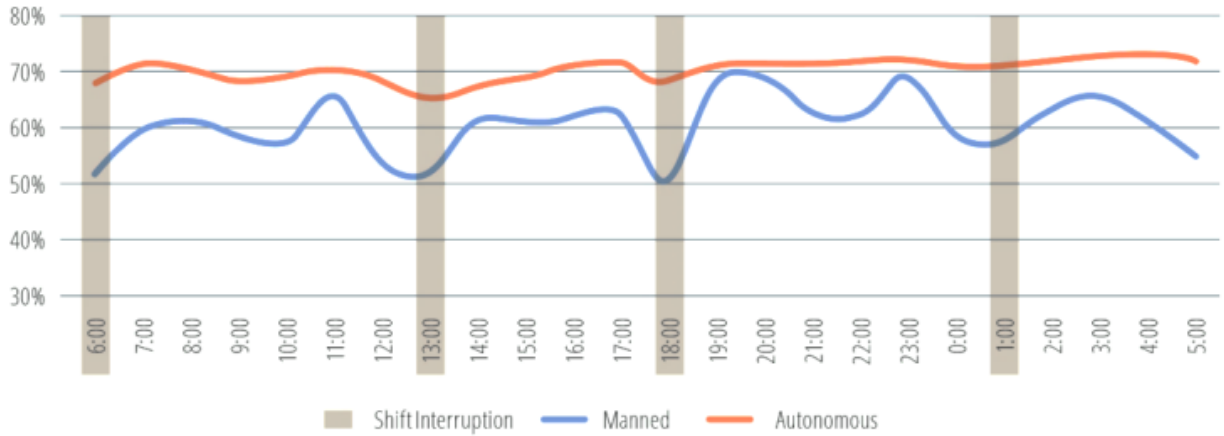
Why Use Autonomous Truck?

Benefits of using autonomous truck:

- Reduction in number of incidents and collisions
- 15% productivity increase
- 13% reduction in overall maintenance
- 40% improvement on tire life
- Up to 12% reduction in movement time
- Up to 20% reduction in fuel usage

نمونه ای از تاثیر اتوماسیون بر بهره وری ناوگان کامیون های معدنی

-نمایی از ناوگان کامیون‌های اتومات فعال در یکی از معادن سنگ آهن شرکت ریوتینتو در غرب استرالیا (اثر ریل گونه لاستیک کامیون‌ها بر روی رمپ‌های معدن، نشانگر نظم خاص عملیات ناشی از اتوماسیون در معدن است.)



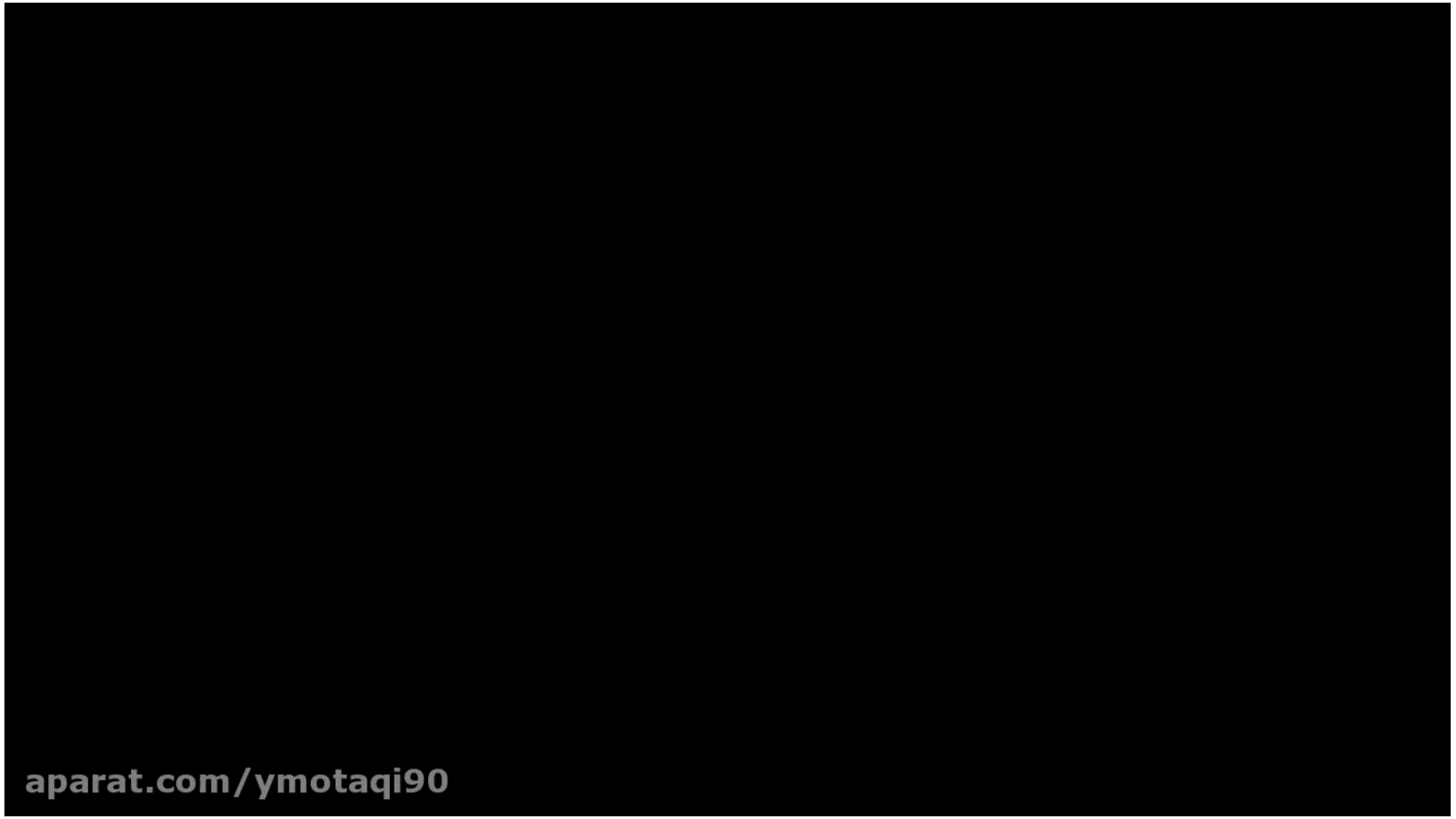
تأثیر اتوماسیون بر بهره‌وری ناوگان کامیون‌های شرکت ریوتینتو

معادن روباز شاخصی که از سیستم کامیونهای بدون راننده استفاده کرده اند

معادن روبازی شاخصی که از سیستم کامیونهای بدون راننده استفاده کرده اند

Year	Company	Mine	Location	Trucks
2007	Codelco	Gabriela Mistral (copper ore)	Chile, Antofagasta	Komatsu 930E (290 t) – 18 units
2008	Rio Tinto	West Angelas (iron ore)	Australia, Pilbara	Komatsu 930E (290 t) – 15 units
2011	BHP Billiton	Navajo Mine (coal)	USA, New Mexico	Caterpillar 793F (227 t) – 3 units (trial)
2012	Rio Tinto	Yandicoogina (iron ore)	Australia, Pilbara	Komatsu 930E (290 t) – 22 units
2012	Rio Tinto	Hope Downs 4 (iron ore)	Australia, Pilbara	Komatsu 930E (290 t) – 19 units
2012	Fortescue Metals Group	Solomon Hub (iron ore)	Australia, Pilbara	Caterpillar 793F (227 t) – 64 units
2013	Rio Tinto	Nammuldi (iron ore)	Australia, Pilbara	Komatsu 930E (290 t) – 30 units
2014	BHP Billiton	Jimblebar (iron ore)	Australia, Pilbara	Caterpillar 793F (227 t) – 50 units
2017	Rio Tinto	Silvergrass (iron ore)	Australia, Pilbara	Komatsu 930E (290 t) – 10 units
2017	Stanwell	Meandu (coal)	Australia, Queensland	Hitachi EH5000 (296 t) – 3 units (trial)
2018	Fortescue Metals Group	Christmas Creek (iron ore)	Australia, Pilbara	Caterpillar 789D (181 t) – 35 units
2018	Suncor Energy	North Steepbank (oil sands)	Canada, Alberta	Komatsu 930E, 980E – 20 units
2018	Barrick Gold	South Arturo (gold)	USA, Nevada	Komatsu 930E (290 t) – 5 units
2019	Fortescue Metals Group	Cloudbreak (iron ore)	Australia, Pilbara	Caterpillar 789D (181 t) – 38 units
2019	Vale S.A.	Brucutu (iron ore)	Brazil, Minas Gerais	Caterpillar 793F (227 t) – 13 units
2019	Brønnøy Kalk AS	Brønnøy Kalk (limestone)	Norway, Velfjord	Volvo FH16 (75 t) – 6 units (trial)
2019	SUEK-Khakassia LLC	Chernogorsky Cut (coal)	Russia, Khakassia	BelAZ 7513R (130 t) – 2 units (trial)
2020	State Power Investment Corp.	South Coal Mine (coal)	China, Inner Mongolia	XEMC SF31904 (108 t) – 2 units (trial)
2020	Whitehaven Coal	Maules Creek (coal)	Australia, New South Wales	Hitachi EH5000 (296 t) – 6 units
2020	Ferrexpo	Yeristovo Mine (iron ore)	Ukraine, Poltava Region	Caterpillar 789C, 793D – 15 units
2020	Rio Tinto	Koodaideri (iron ore)	Australia, Pilbara	Caterpillar 793F (227 t) – 20 units

کامیون معدنی خودران



فیلم کامیون خودران

Autonomous Truck Belaz-7513R

BELAZ-7513R features:

- Payload capacity: 130-160 ton
- Engine model: CUMMINS KTA 50-C
- Ergonomic cabin

Remote and Autonomous Control features

Collision avoidance system:

- Detection range: up to 60m
- Viewing angle: 120

High-precision satellite navigation system:

- Receiver type :tow channel GPS/GLONASS
- Number of antennas: 2pcs
- Positioning accuracy: 10 cm±

Wireless data transmission equipment:

- Radio frequency ranges :2400-2480 MHz, 916.5-924.5 MHz
- Communication: scalable for operating conditions (other radio frequency ranges are possible)

Camera:

- Number of active pixels: 720x480
- Light sensitivity: less than 0.25 lux (equal to full moon on a clear night)
- Protection class: IP69k

Autonomous Haulage System

Experience matters

11 YEARS

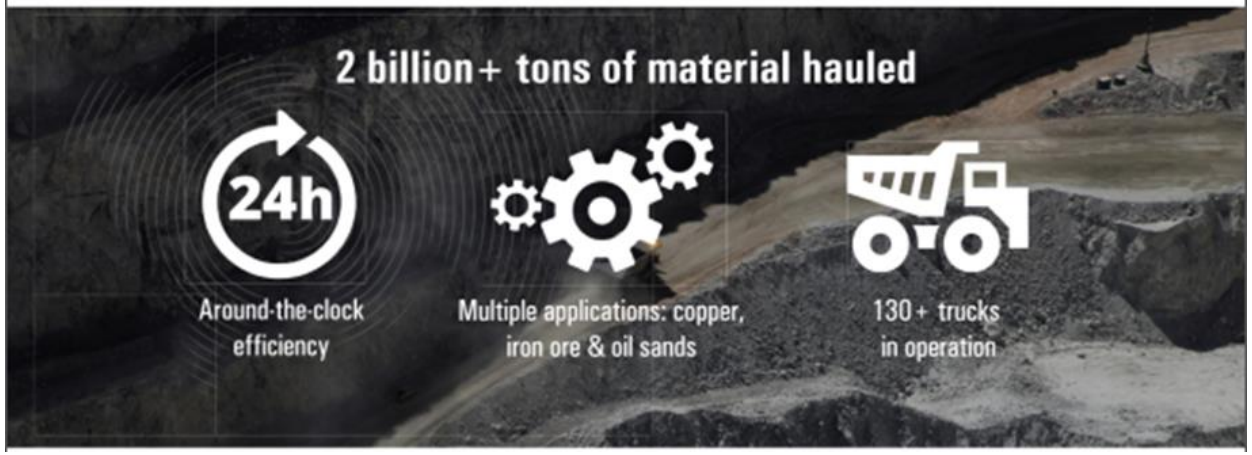
Since our first commercial AHS deployment in 2008, we've been building a steady track record of success.

Zero harm

In that time, there have been

0

injuries involving Komatsu's AHS



Reducing costs

Load and haul unit cost reduced by up to

15%

Extending tire life

Optimized automatic controls reduce sudden acceleration and abrupt steering

resulting in a 40% improvement in tire life compared to manned operations

VS.

Minimizing your footprint

Removing workers from harm's way

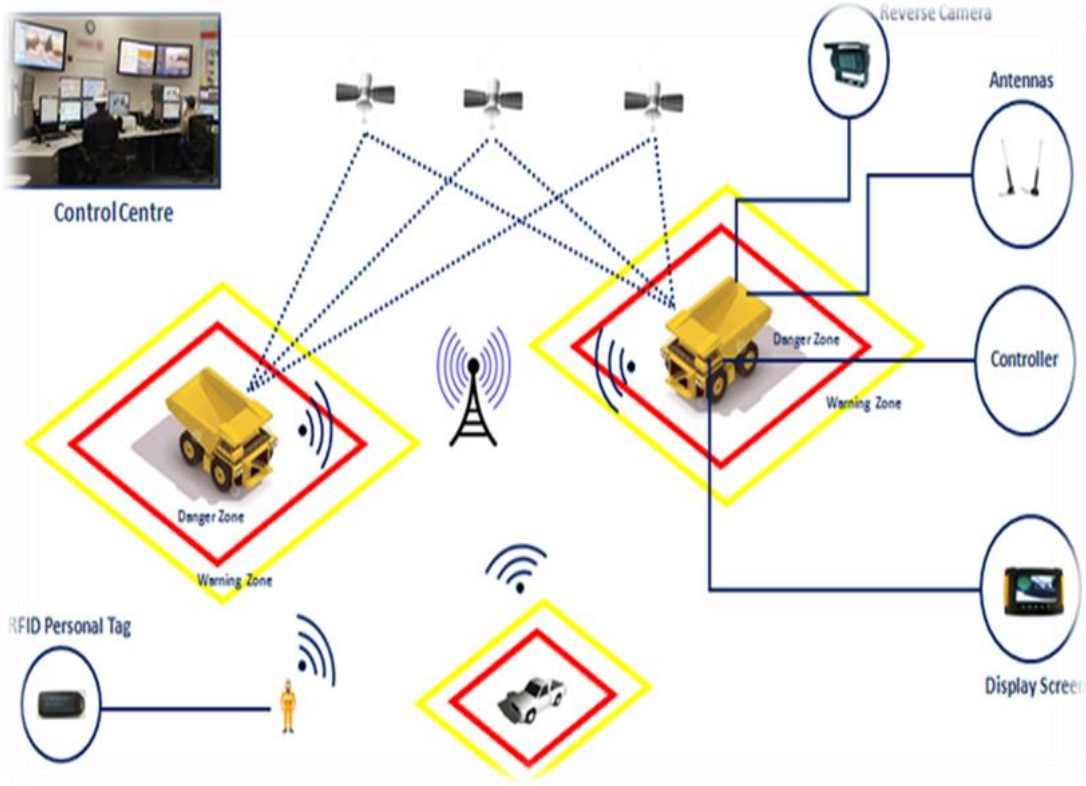
The latest technology helps you improve safety and efficiency

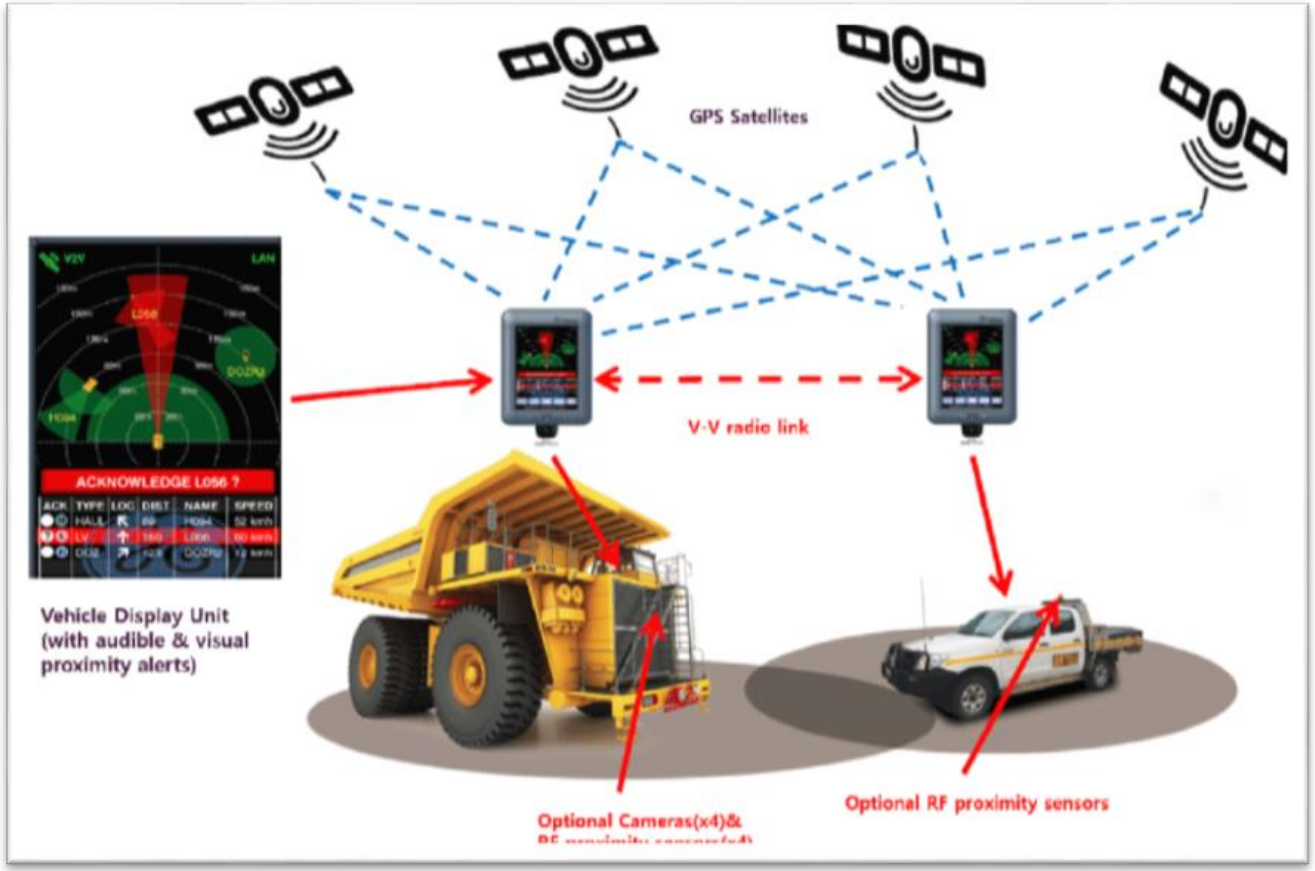
اولویت دوم : IPCC

In- pit Crushing and Conveying

اولویت سوم:سیستم ضد برخورد

ISO/TC 127/SC 2 - ISO/TC 82/SC 8 - ISO/TC
195 WG: Collision awareness and avoidance



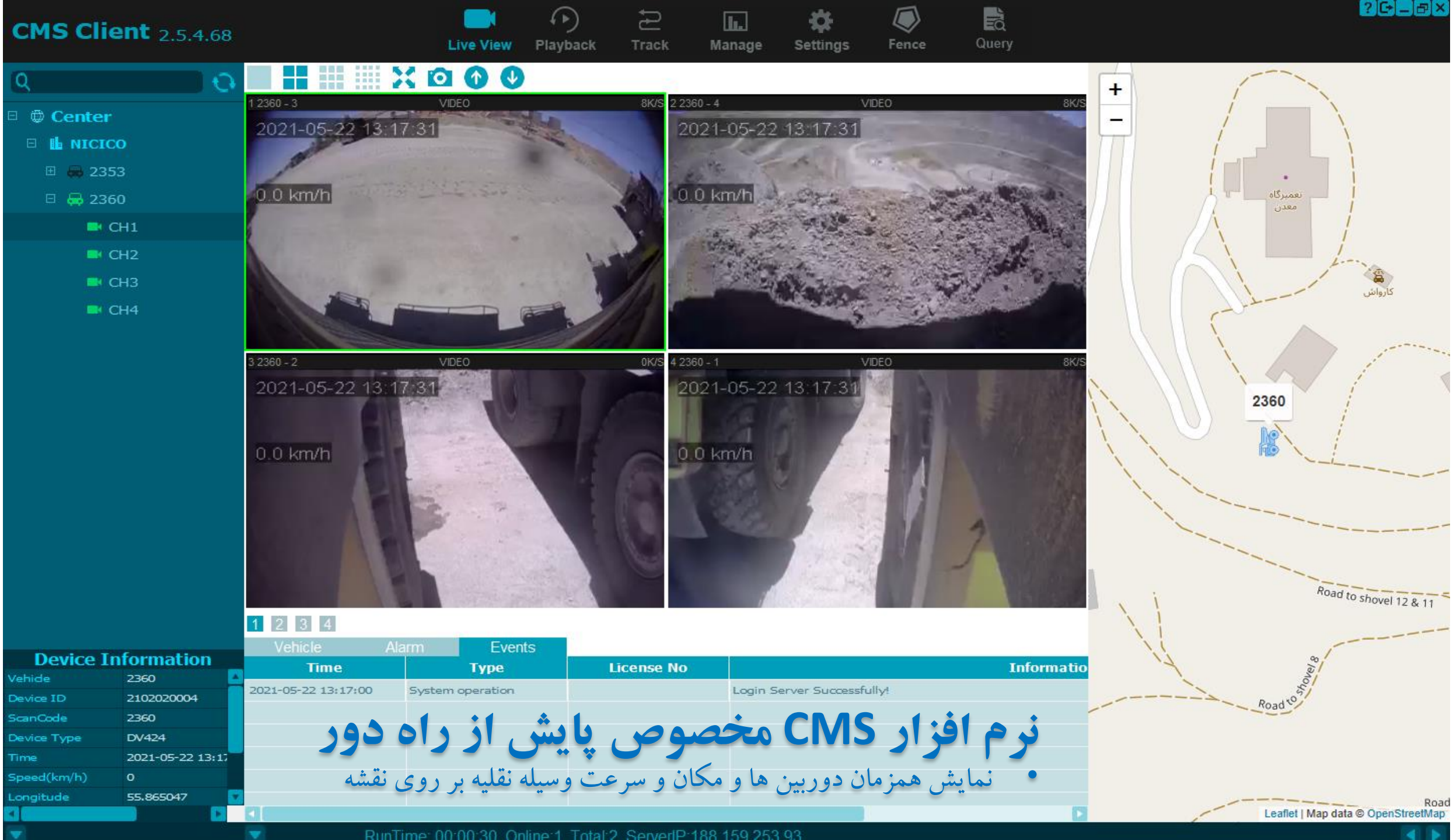


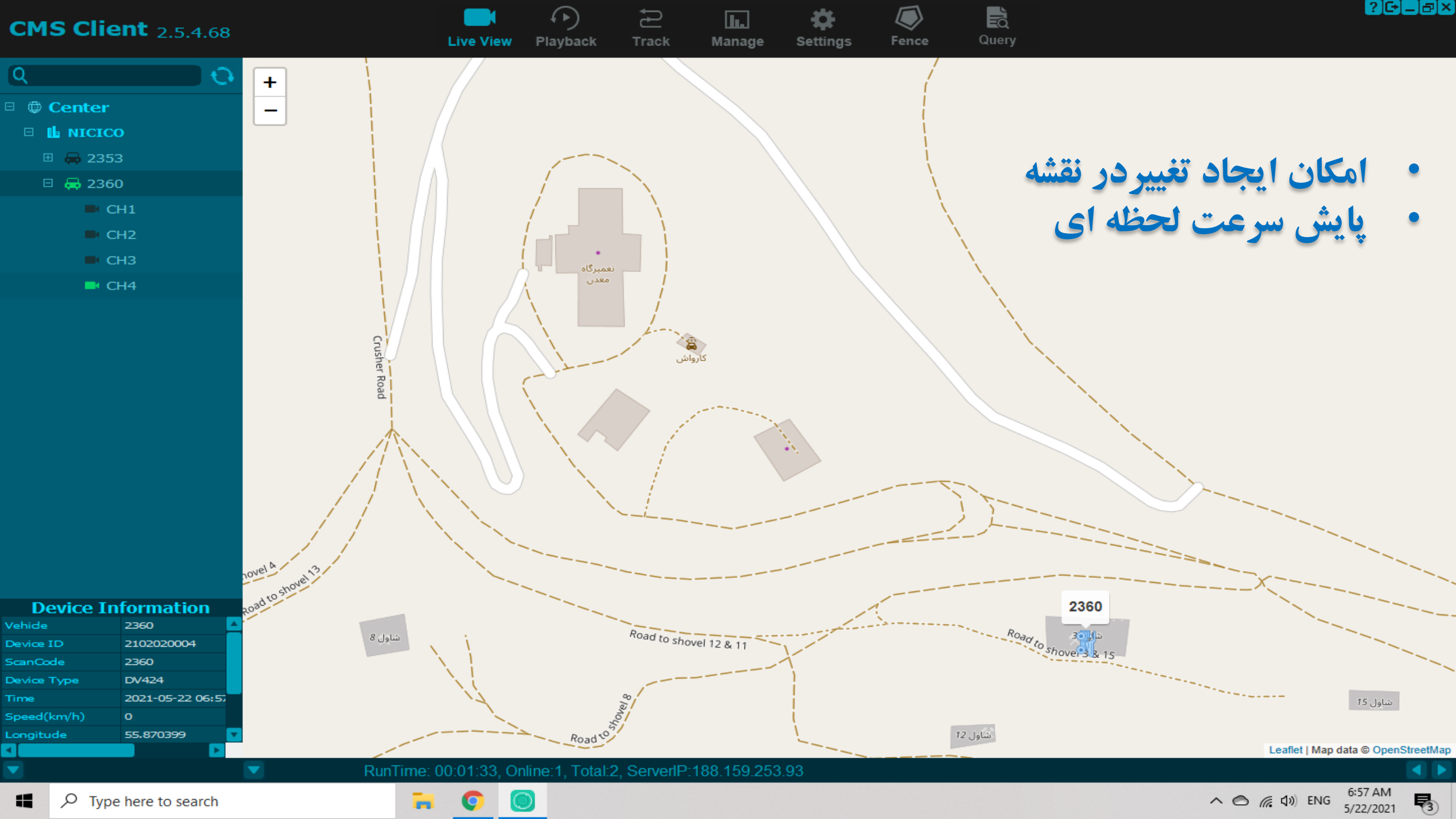
قابلیت های سیستم ضد تصادم کامیون معدنی

- دوربین دید ۳۶۰ درجه با قابلیت پایش آنلاین
- نرم افزار CMS مخصوص پایش از راه دور (نمایش همزمان دوربین ها و مکان و سرعت وسیله نقلیه بر روی نقشه)
- پایش سرعت لحظه ای و امکان ایجاد تغییر در نقشه ها
- سیستم رادار ضد تصادم (سنجش دقیق فاصله تا هدف، قابلیت تنظیم مسافت و زاویه دید توسط نرم افزار)
- مداخله سیستم در جهت کاهش سرعت یا توقف در صورت عدم عکس العمل بموقع اپراتور
- دوربین پایش رفتار راننده (هشدار خواب آلودگی، هشدار حواس پرتی، هشدار مکالمه با تلفن همراه)

تهیه نمونه از تجهیزات ایمنی مخصوص ماشین آلات معدنی شامل انواع دوربین، دستگاه ضبط، رادار و غیره

سیستم دوربین ضد تصادف پایش آنلاین


CMS Client 2.5.4.68
Live View
Playback
Track
Manage
Settings
Fence
Query
Center
NICICO
2353
2360
CH1
CH2
CH3
CH4
1 2360 - 3 VIDEO 8K/S
2021-05-22 13:17:31
0.0 km/h
2 2360 - 4 VIDEO 8K/S
2021-05-22 13:17:31
0.0 km/h
3 2360 - 2 VIDEO 0K/S
2021-05-22 13:17:31
0.0 km/h
4 2360 - 1 VIDEO 8K/S
2021-05-22 13:17:31
0.0 km/h
1 2 3 4
Vehicle
Alarm
Events
Time
Type
License No
Informatio
2021-05-22 13:17:00
System operation
Login Server Successfully!
Device Information
Vehide 2360
Device ID 2102020004
ScanCode 2360
Device Type DV424
Time 2021-05-22 13:17
Speed(km/h) 0
Longitude 55.865047
نرم افزار CMS مخصوص پایش از راه دور
نمایش همزمان دوربین ها و مکان و سرعت وسیله نقلیه بر روی نقشه
تعمیرگاه معدن
کارواش
2360
Road to shovel 12 & 11
Road to shovel 8
Leaflet | Map data © OpenStreetMap
RunTime: 00:00:30 Online:1 Total:2 ServerIP:188.159.253.93

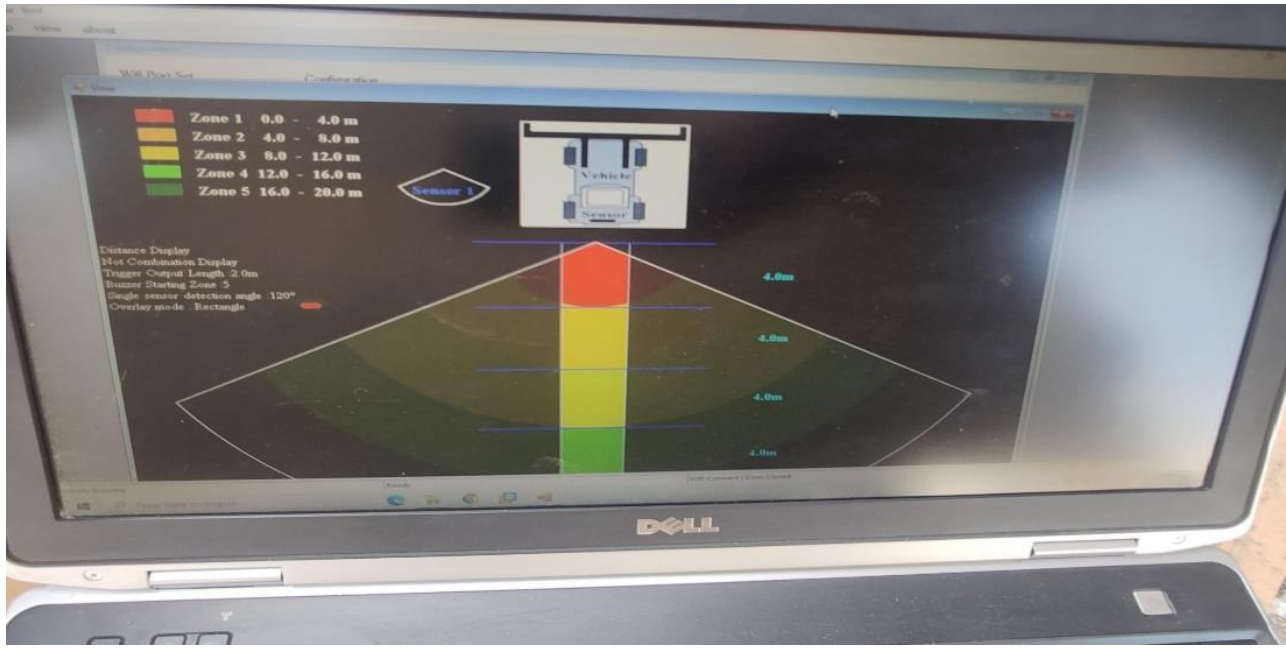

CMS Client 2.5.4.68
Live View
Playback
Track
Manage
Settings
Fence
Query
Center
NICICO
2353
2360
CH1
CH2
CH3
CH4
Device Information
Vehicle 2360
Device ID 2102020004
ScanCode 2360
Device Type DV424
Time 2021-05-22 06:57
Speed(km/h) 0
Longitude 55.870399
• امکان ایجاد تغییردر نقشه
• پایش سرعت لحظه ای
نعمیرگاه معدن
کارواش
Crusher Road
Road to shovel 12 & 11
Road to shovel 8
Road to shovel 3 & 15
2360
Leaflet | Map data © OpenStreetMap
RunTime: 00:01:33, Online:1, Total:2, ServerIP:188.159.253.93
Type here to search
ENG
6:57 AM
5/22/2021

- گزارشگیری مسیرهای طی شده

Seq	Plate No	Time	Speed(km/h)	Longitude	Latitude	GPS
1	2360	2021-05-22 05:...	0	55.865643	29.955315	Normal
2	2360	2021-05-22 05:...	0	55.865017	29.953966	Normal
3	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864944	29.953823	Normal
4	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864910	29.953770	Normal
5	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864891	29.953747	Normal
6	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864880	29.953733	Normal
7	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864868	29.953718	Normal
8	2360	2021-05-22 05:...	0	55.864861	29.953705	Normal

سیستم رادار ضد تصادم

قابلیت تنظیم مسافت و زاویه دید توسط نرم افزار

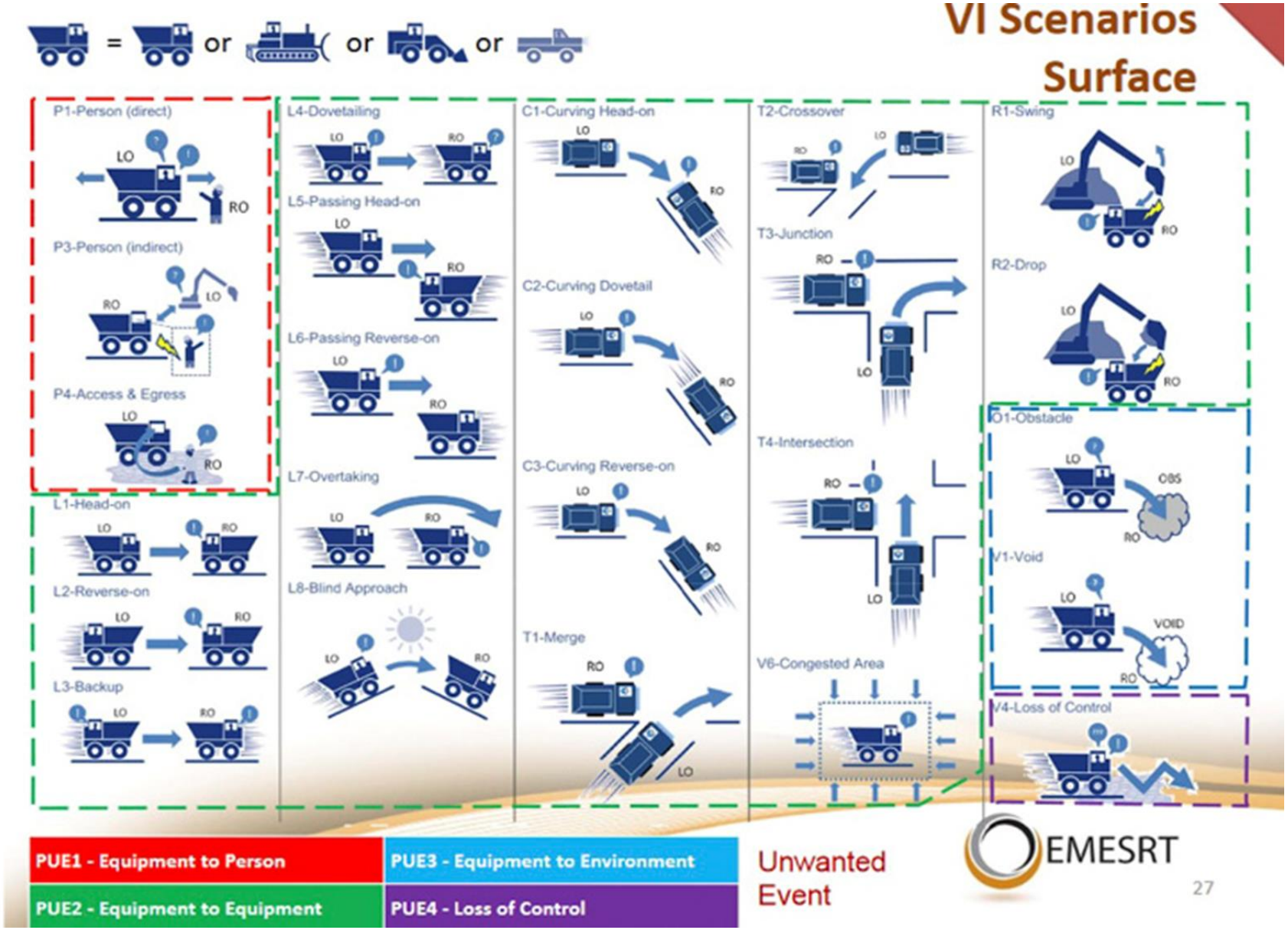


دوربین پایش رفتار راننده

هشدار خواب آلودگی
هشدار حواسپرتی
هشدار مکالمه با تلفن همراه

دوربین هوشمند تشخیص رفتار راننده

سناریوهای برخورد



نمونه استراتژی سیستم ضد تصادم برای دامپ تراک

Levels of Control By Technology		
LEVEL 7	Operator Awareness	Alerts the operator
LEVEL 8	Advisory Controls	Advises the operator
LEVEL 9	Intervention Controls	Takes control from the operator

Priority Unwanted Event			اولویت دهی وقایع ناخواسته
PUE1	V-P	Equipment to Person Interaction	برخورد ماشین با نفر
PUE2	V-V	Equipment to Equipment Interaction	برخورد ماشین با ماشین
PUE3	V-E	Equipment to Infrastructure Collision	برخورد ماشین به موانع محیطی
PUE4	LoC	Uncontrolled Equipment / Attachment	خارج شدن از کنترل رانده

Table 7: Scenario Requirements – ADT

Scenario	PUE	Speed Range (km/h)									Notes
		Reverse				MI	Forward				
		30-55+	10-30	3-10	0-3	0	0-3	3-10	10-30	30-55+	
L1-Head-on	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
L2-Reverse-on	PUE2	7	7	9	9	9	7	7	7	7	
L3-Backup	PUE2	7	7	9	9	9	7	7	7	7	
L4-Dovetailing	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
L5-Passing Head-on	PUE2	7	7	7	7	-	8	8	8	8	minimise false positives
L6-Passing Reverse-on	PUE2	8	8	8	8	-	7	7	7	7	minimise false positives
L7-Overtaking	PUE2	7	7	7	7	-	8	8	8	8	minimise false positives
L8-Blind Approach	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
T1-Merge	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
T2-Crossover	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
T3-Junction	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
T4-Intersection	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	slow down only >10 km/h
O1- Obstacle	PUE3	7	7	9	9	9	9	9	7	7	e.g. geofence or radar
P1-Person (direct)	PUE1	7	7	9	9	9	9	9	7	7	e.g. radar
P3-Person (indirect)	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V1-Void	PUE3	7	7	7	9	9	9	7	7	7	e.g. geofence
V4-Loss of Control*	PUE4	-	-	-	9	9	9	9	9	8	speed control only, slow down >10 km/h
V6-Congested Area	PUE2	7	7	7	9	9	9	8	8	8	e.g. geofence & radar
C1-Curving Dovetail	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	
C2-Curving Head-on	PUE2	7	7	7	7	9	9	9	9	8	
C3-Curving Reverse-on	PUE2	7	7	9	9	9	7	7	7	7	slow down only >10 km/h
R1-Swing	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2-Drop	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2-Drop	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P4-Access & Egress	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Key to Table:

a) PUE1 = Equipment to Person Interaction;
b) PUE2 = Equipment to Equipment Interaction;
c) PUE3 = Equipment to Environment Interaction (specifically obstacles and no-go areas);
d) PUE4 = Uncontrolled Equipment / Attachment
e) Refer to Figure 2 for definitions of control levels 1-9

نمونه استراتژی سیستم ضد تصادم برای ماشین آلات سبک (پیکاپ)

Levels of Control By Technology		
LEVEL 7	Operator Awareness	Alerts the operator
LEVEL 8	Advisory Controls	Advises the operator
LEVEL 9	Intervention Controls	Takes control from the operator

Priority Unwanted Event			اولویت دهی وقایع ناخواسته
PUE1	V-P	Equipment to Person Interaction	برخورد ماشین با نفر
PUE2	V-V	Equipment to Equipment Interaction	برخورد ماشین با ماشین
PUE3	V-E	Equipment to Infrastructure Collision	برخورد ماشین به موانع محیطی
PUE4	LoC	Uncontrolled Equipment / Attachment	خارج شدن از کنترل رانده

Table 9: Scenario Requirements - LDV

Scenario	PUE	Speed Range (km/h)									Notes
		Reverse				MI	Forward				
		30-55+	10-30	3-10	0-3	0	0-3	3-10	10-30	30-55+	
L1-Head-on	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
L2-Reverse-on	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
L3-Backup	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
L4-Dovetailing	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
L5-Passing Head-on	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
L6-Passing Reverse-on	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
L7-Overtaking	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
L8-Blind Approach	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
T1-Merge	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T2-Crossover	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T3-Junction	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T4-Intersection	PUE2	-	7	7	7	7	7	7	7	-	
O1- Obstacle	PUE3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P1-Person (direct)	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P3-Person (indirect)	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V1-Void	PUE3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V4-Loss of Control*	PUE4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V6-Congested Area	PUE2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
C1-Curving Dovetail	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C2-Curving Head-on	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C3-Curving Reverse-on	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R1-Swing	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2-Drop	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2-Drop	PUE2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P4-Access & Egress	PUE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Key to Table:

a) PUE1 = Equipment to Person Interaction;
b) PUE2 = Equipment to Equipment Interaction;
c) PUE3 = Equipment to Environment Interaction (specifically obstacles and no-go areas);
d) PUE4 = Uncontrolled Equipment / Attachment
e) Refer to Figure 2 for definitions of control levels 1-9

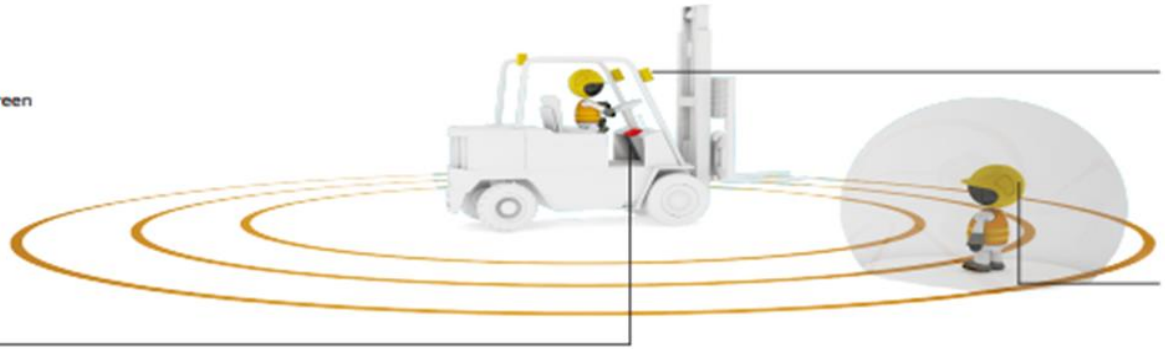
تصادف کامیون های معدنی و ماشین آلات با عابرین پیاده

- تکنولوژی های پوشیدنی

نمونه از سیستم ضد تصادم پوشیدنی شرکت EGO PRO

Display and Alarm Unit

- Visual & sound alarm
- Adaptiv detection range
- System Diagnostic
- Records log - NearMiss Analysis
- Records driver ID
- Alarm configurability with touch screen



Long range Sensor

- 360° detection zone
- Adaptable detection range up to 40 meters
- Self diagnostic

Active PPE

- Long operation life (3-5 years)
- Personal TAG Integrated with PPE
- Disabling TAG Driver

EGOpro Safe MOVE

EGOPro Safe MOVE decreases the likelihood of accidents between forklifts and pedestrians sharing the same working environment.

The system brings added value in terms of safety, enhancing the forklift technical performances.

It alerts the driver in real time, with sound and visual alarms, about the presence and position of workers, which are equipped with an active PPE, when entering the hazardous area around the vehicle.

The driver is then able to promptly take the most proper decision in order to avoid hits with workers or with other vehicles.

Advantages

The system can:

- Decrease the risk of accidents
- Make safer working places
- Help the driver in poor visibility conditions
- Maximize logistics efficiency
- Increase safety procedures

Optional modules

- Indoor speed sensor
- Narrow lane sensor
- GPS
- Pre-operation Check list
- Shock sensor
- WiFi data transfer
- Driver login with password or badge

Features and capabilities

ANTICOLLISION VEHICLE | VEHICLE

ANTICOLLISION VEHICLE | PEDESTRIAN

LONG RANGE
Detection at great regulated distances, up to 40 meters

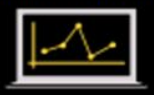
SELECTIVITY
The alarm is active only in the presence of relevant obstacle's TAG.

FLEXIBILITY
Adaptable to any kind of vehicle and industrial applications.

DIAGNOSTICS
The display shows all the self-diagnostic posts of the devices.

ADAPTIVITY
Adaptivity of the detection range compared to speed.

EGOpro MANAGER
NEAR MISS ANALYSIS



Whenever the system detects a TAG in the danger zone this data is stored (NEAR MISS).
The reporting of all events allows the manager to optimize safety, reducing the potential danger.
The web based EGOpro MANAGER software process the data and allows:

- to display data as graphic reports
- to identify, to analize and to compare the stored events/ near misses.

مزایا سیستم ضد تصادم لیفتراک شرکت EGO PRO

- آلارم صوتی و تصویری
- طیف تشخیص قابل تنظیم
- سیستم تشخیصی
- آنالیز شبه حوادث
- ذخیره id اختصاصی هر راننده
- تنظیم ریتم آلارم ها با صفحه نمایش لمسی

DIsplay and Alarm Unit

- Visual & sound alarm
- Adaptiv detection range
- System Diagnostic
- Records log - NearMiss Analysis
- Records driver ID
- Alarm configurability with touch screen

Long range Sensor

- 360° detection zone
- Adaptable detection range up to 40 meters
- Self diagnostic

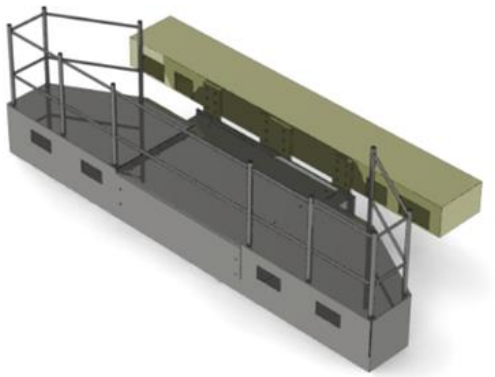
Active PPE

- Long operation life (3-5 years)
- Personal TAG integrated with PPE
- Disabling TAG Driver

مزایا:
کاهش ریسک حوادث
ایجاد محیط کاری ایمن
کمک به اپراتور در شرایطی که از دید مطلوبی برخوردار نیست.
افزایش راندمان لجستیک

کنترل های مهندسی

سپر توسعه یافته(extended bumper)



سپر توسعه یافته(extended bumper)

عدم رعایت فاصله طولی

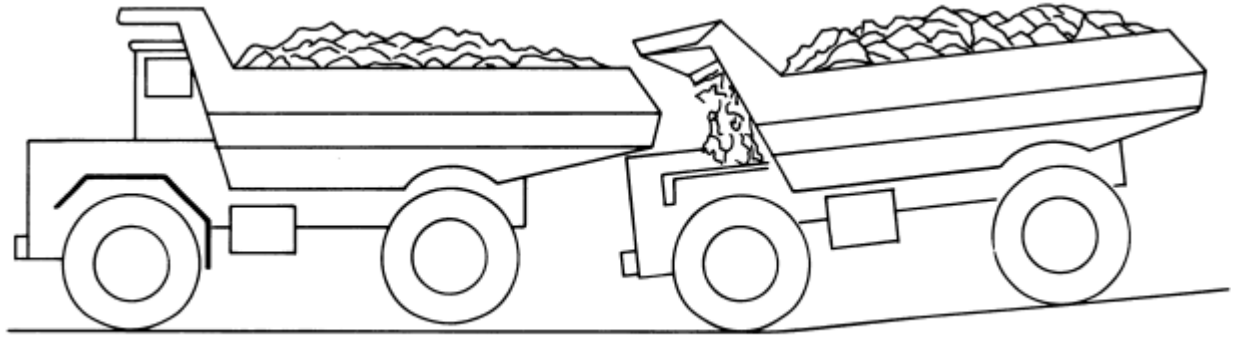


FIGURE 1.—Schematic of rear-end collision.

تصویر سپر توسعه یافته (extended bumper)

طرح مفهومی سپر توسعه یافته

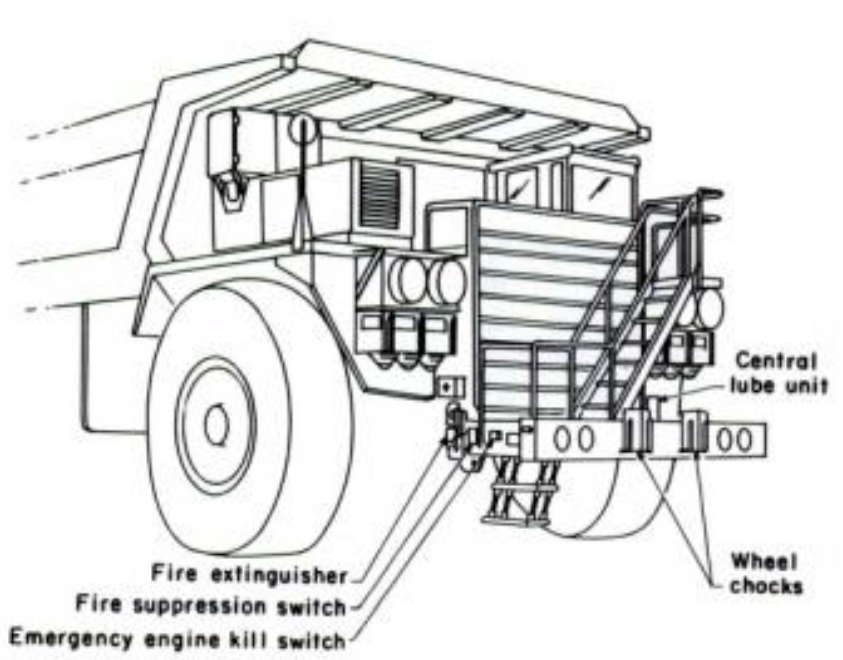


FIGURE 6.—Extended bumper with improved ladder system.

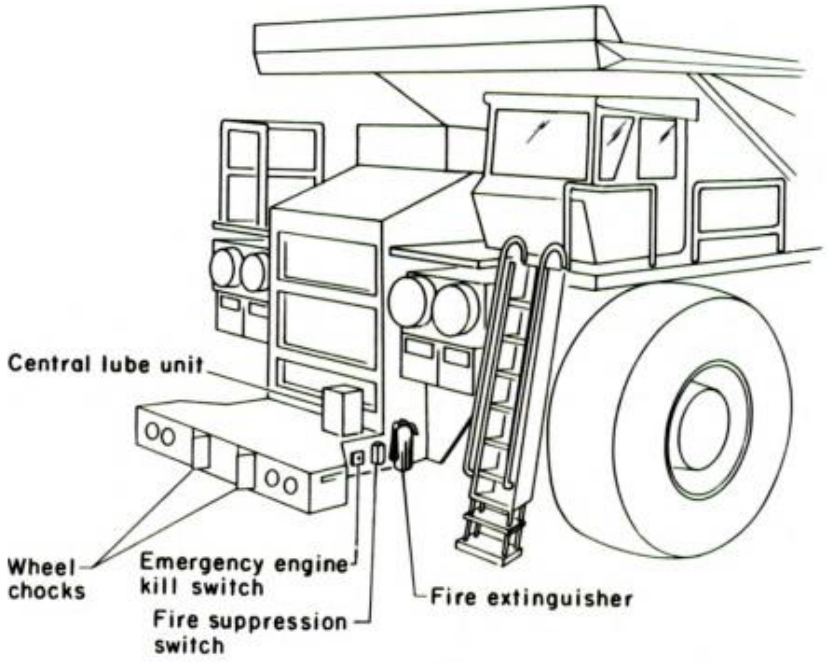


FIGURE 5.—Extended bumper design concept.

نمونه هایی از ROPS

مقایسه نمونه هایی از صدمات وارده به کابین اپراتور در اثر وجود یا عدم وجود ROPS در حوادث واژگونی

بلدوزر مجهز به ROPS

بلدوزر فاقد ساختار ROPS

نمونه هایی از صدمات وارده به کابین اپراتور در اثر عدم وجود ROPS در حوادث واژگونی

سازه محافظ واژگونی (ROPS) استاندارد ملی ۸۱۵۷ و ISO 3471

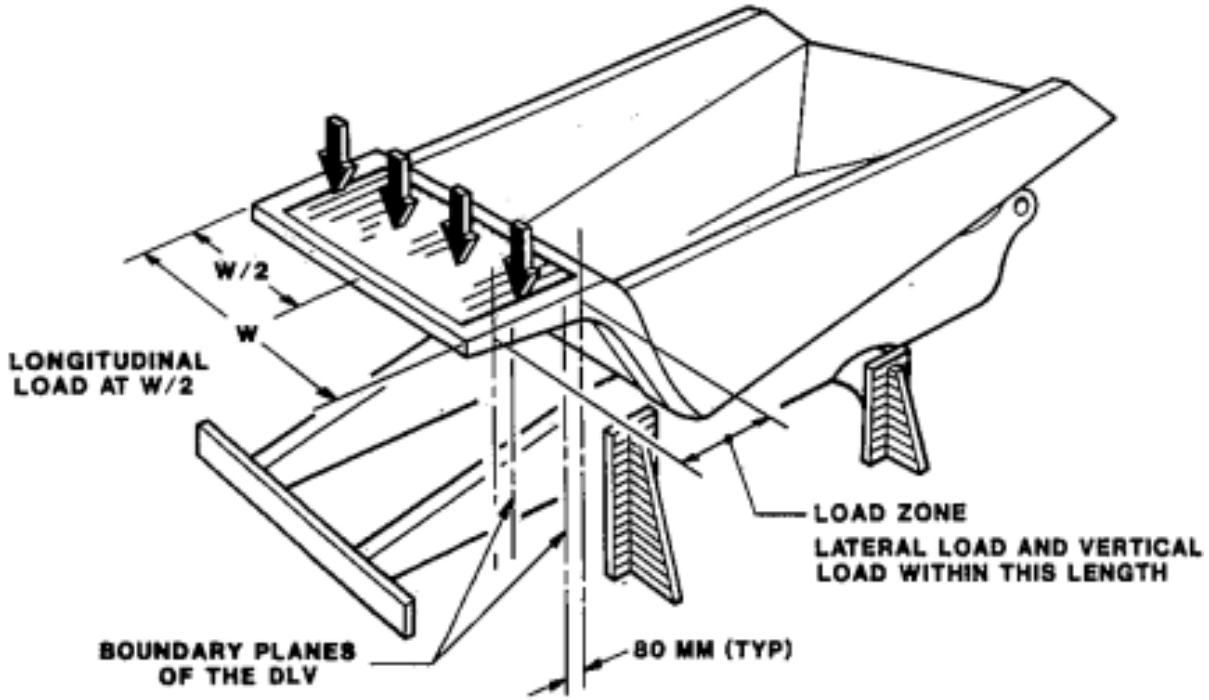


FIGURE 9—LOADING OF DUMPER BODY ONLY OPTION

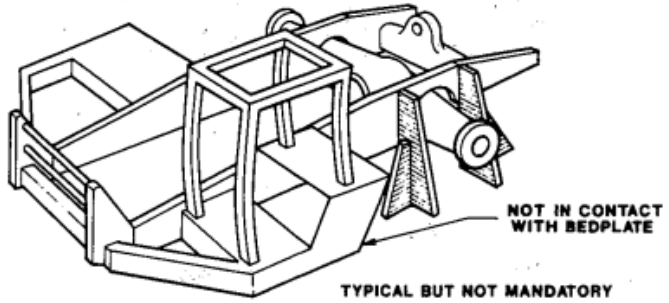


FIGURE 7—TEST BED ANCHORAGE OF TRACTOR PORTION (Prime Mover)

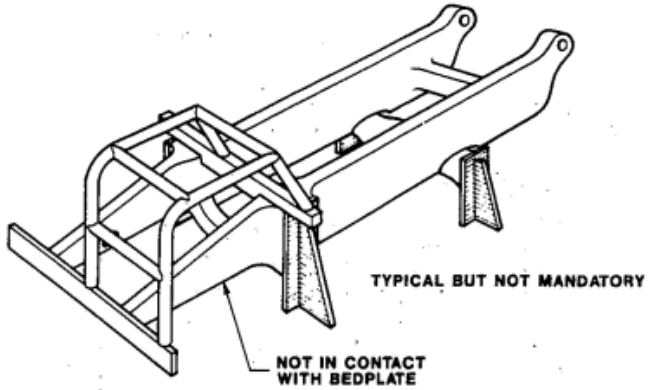
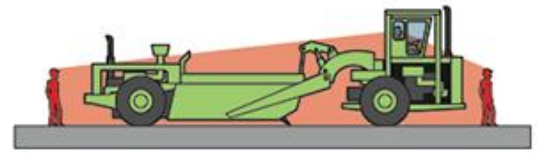


FIGURE 8—ANCHORAGE OF DUMPER FRAME—ROPS ONLY OPTION

کنترل های مدیریتی
Administrative Controls

نقطه کور ماشین آلات عمرانی

Dump truck

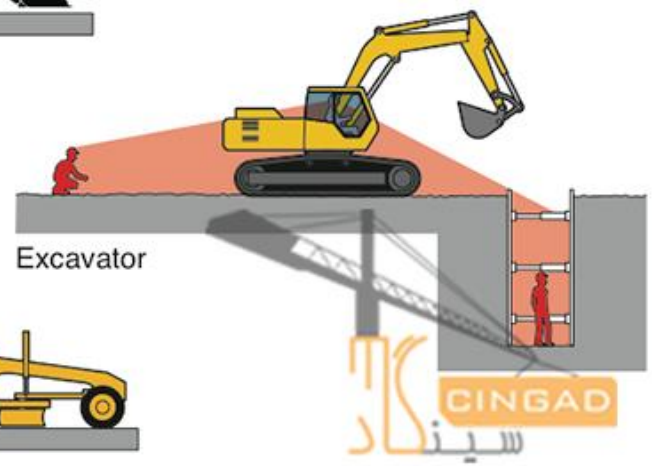


Tractor scraper

Bulldozer

Articulated roller

Articulated loader



Excavator

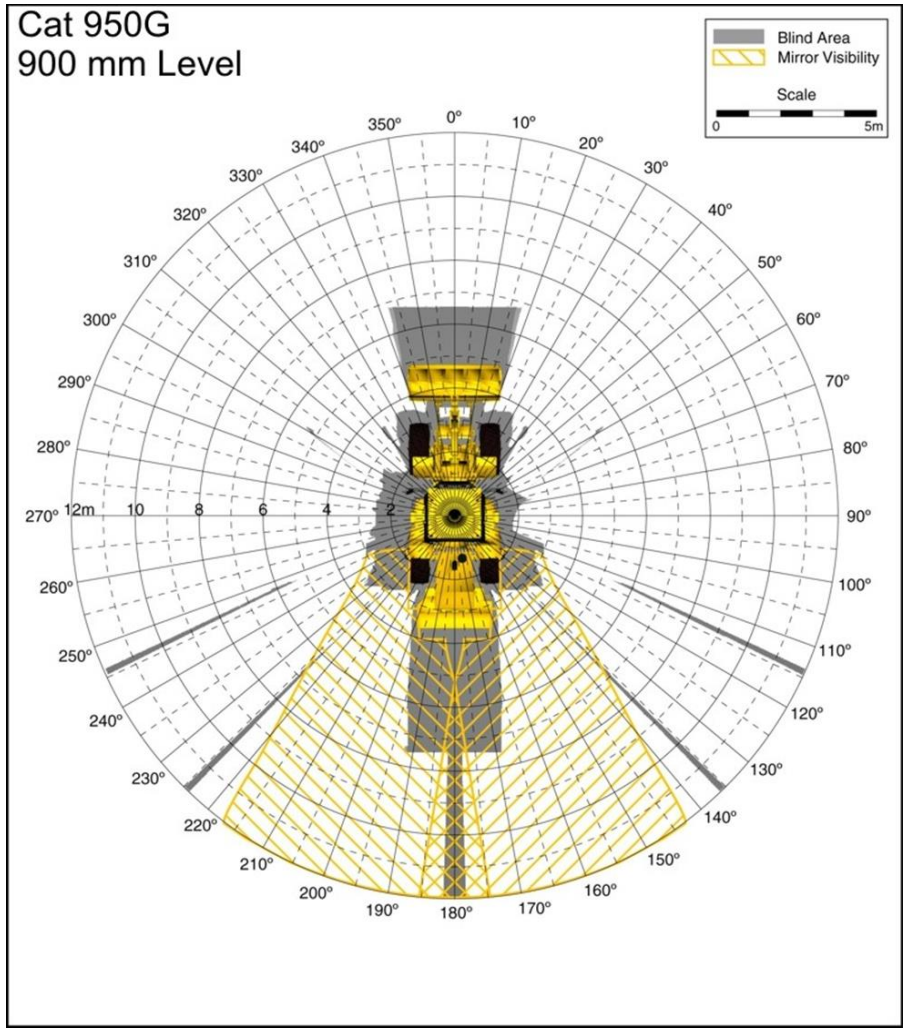
Grader

CINGAD
سینگاد

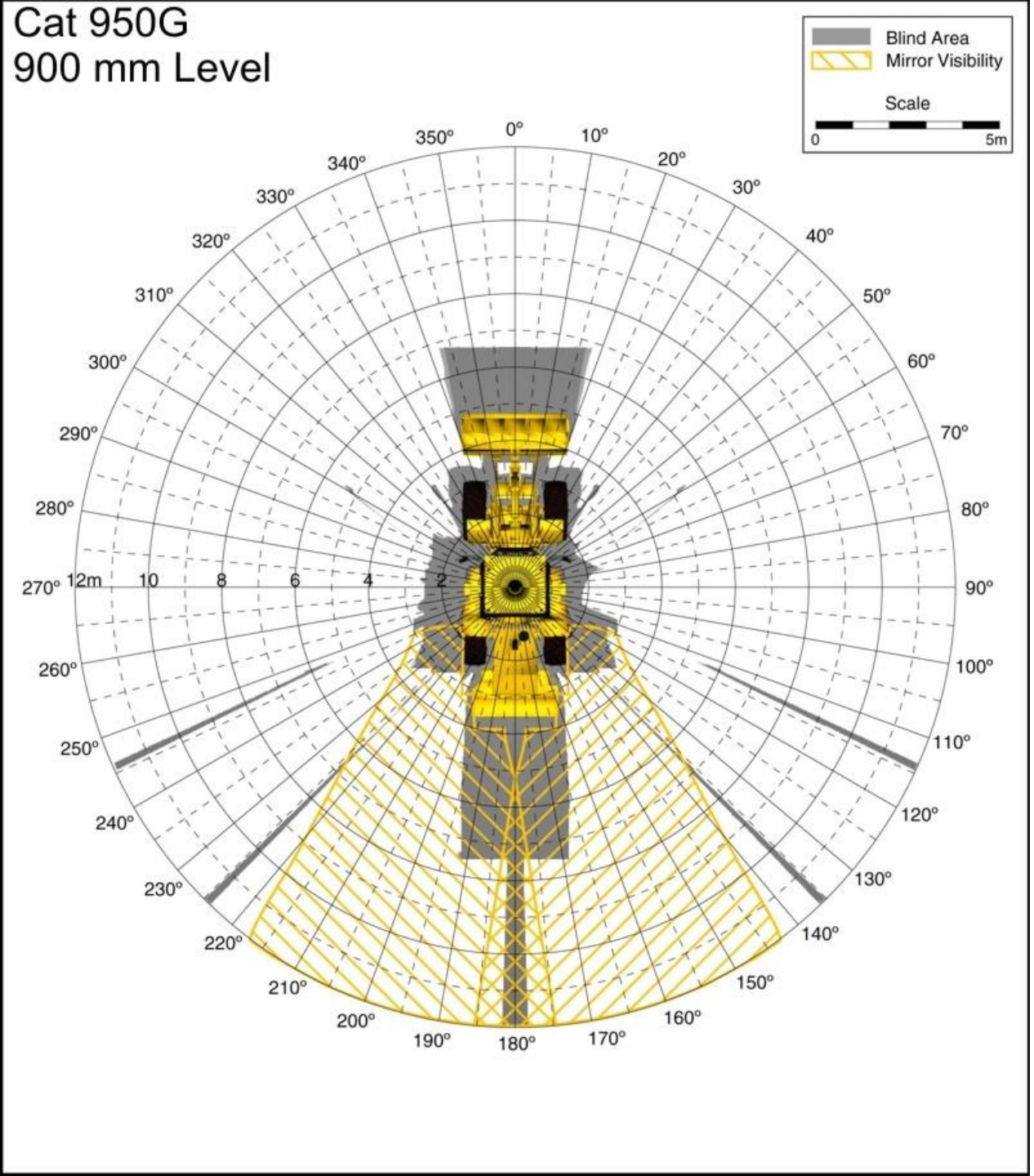
Blind area diagram (ISO 5006/Visibility Diagram)

Blind area diagram

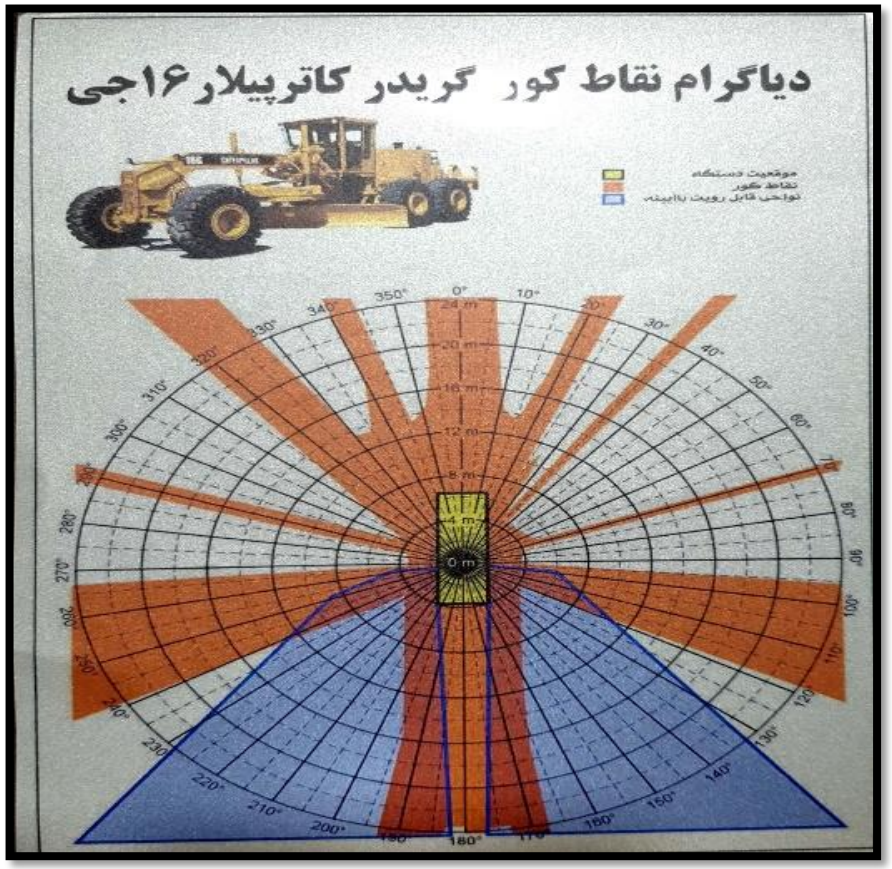
1. Manual method
2. Computer method
    a) Design Drawings
    b) Laser scans



Cat 950G
900 mm Level



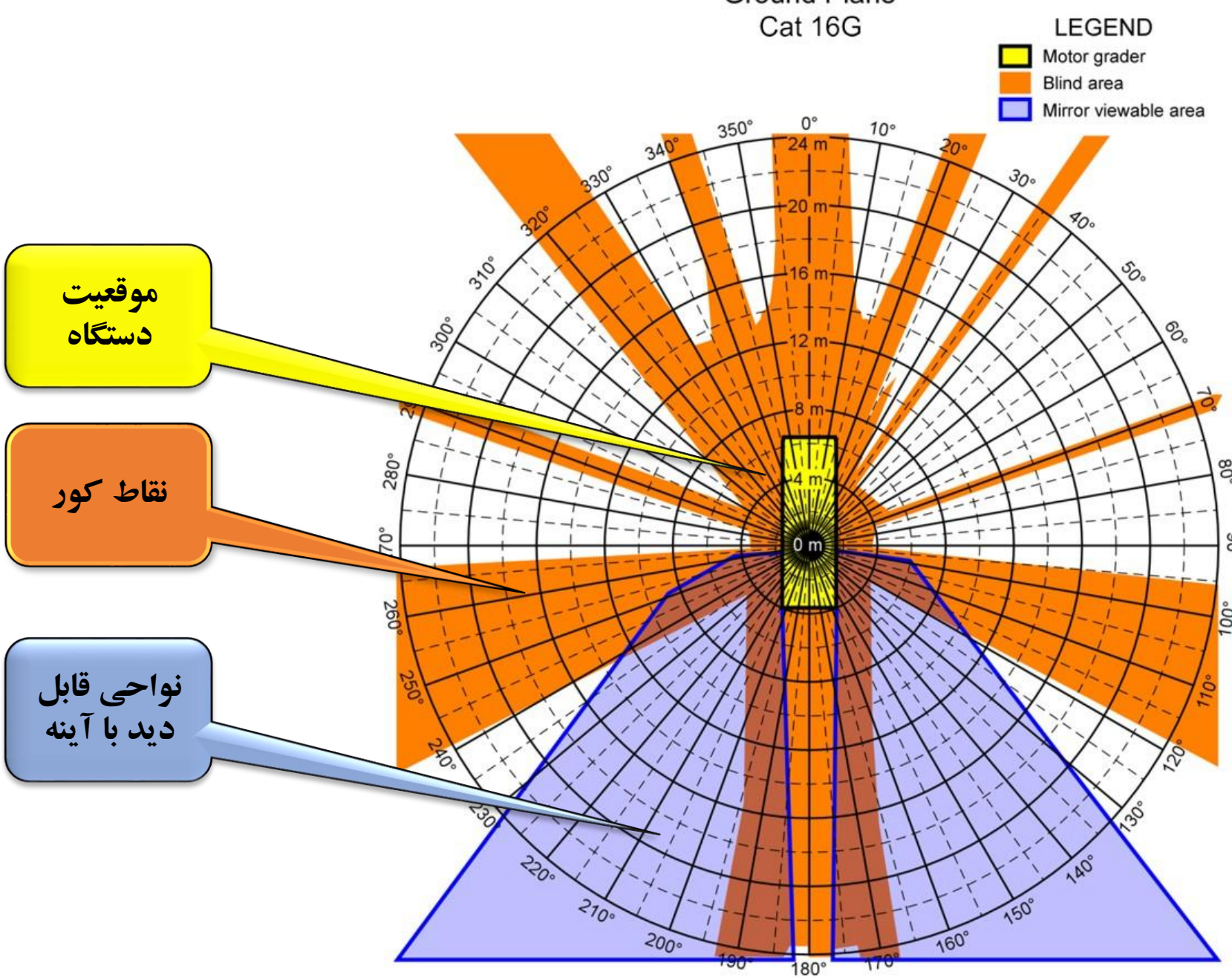
نصب دیاگرام نقاط کور داخل کابین دستگاه های گریدر



Blind Area Diagram for Motor Grader

Ground Plane

Cat 16G



۱ موقعیت دستگاه

۲ نقاط کور

۳ نواحی قابل دید با آینه

شبیه سازی و آنالیز تصادف کابین بلاز ۱۳۶
در نرم افزار ANSYS

مقدمه

در این آنالیز سعی بر آن شده است تا برخورد دو کامیون معدنی با یکدیگر و تغییر شکل کابین راننده شبیه سازی شده و راهکارهای لازم برای حفظ جان راننده ارائه میگردد.

FIGURE 4.—Truck collision, actual.

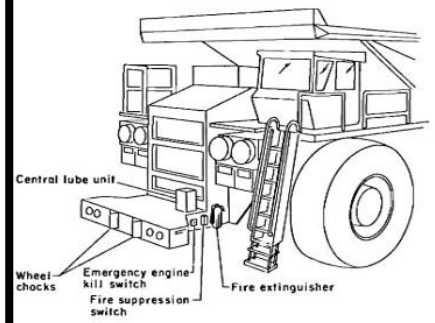


FIGURE 5.—Extended bumper design concept.

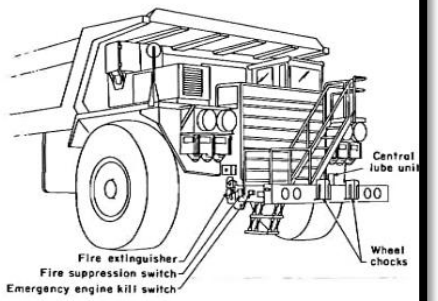
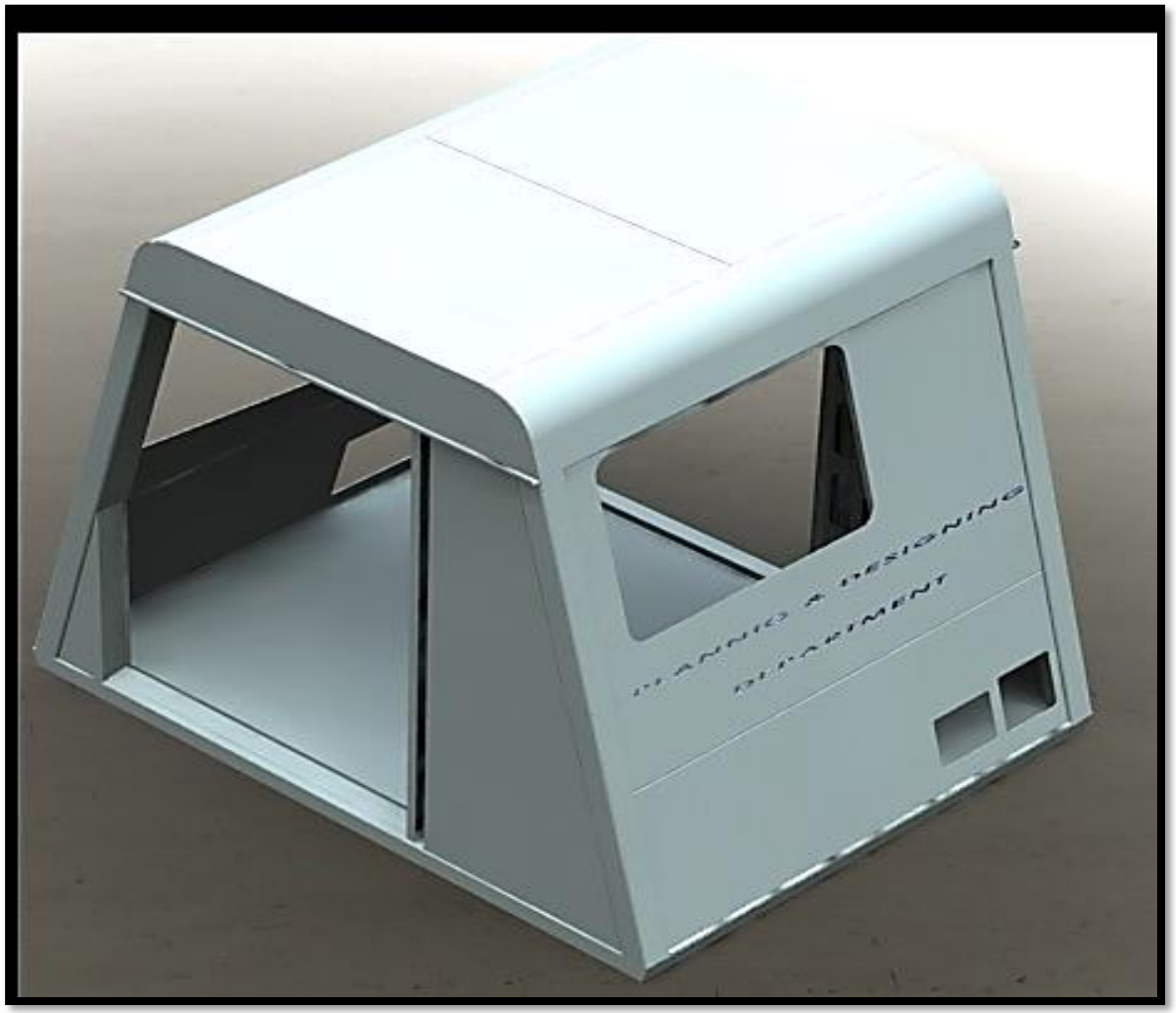


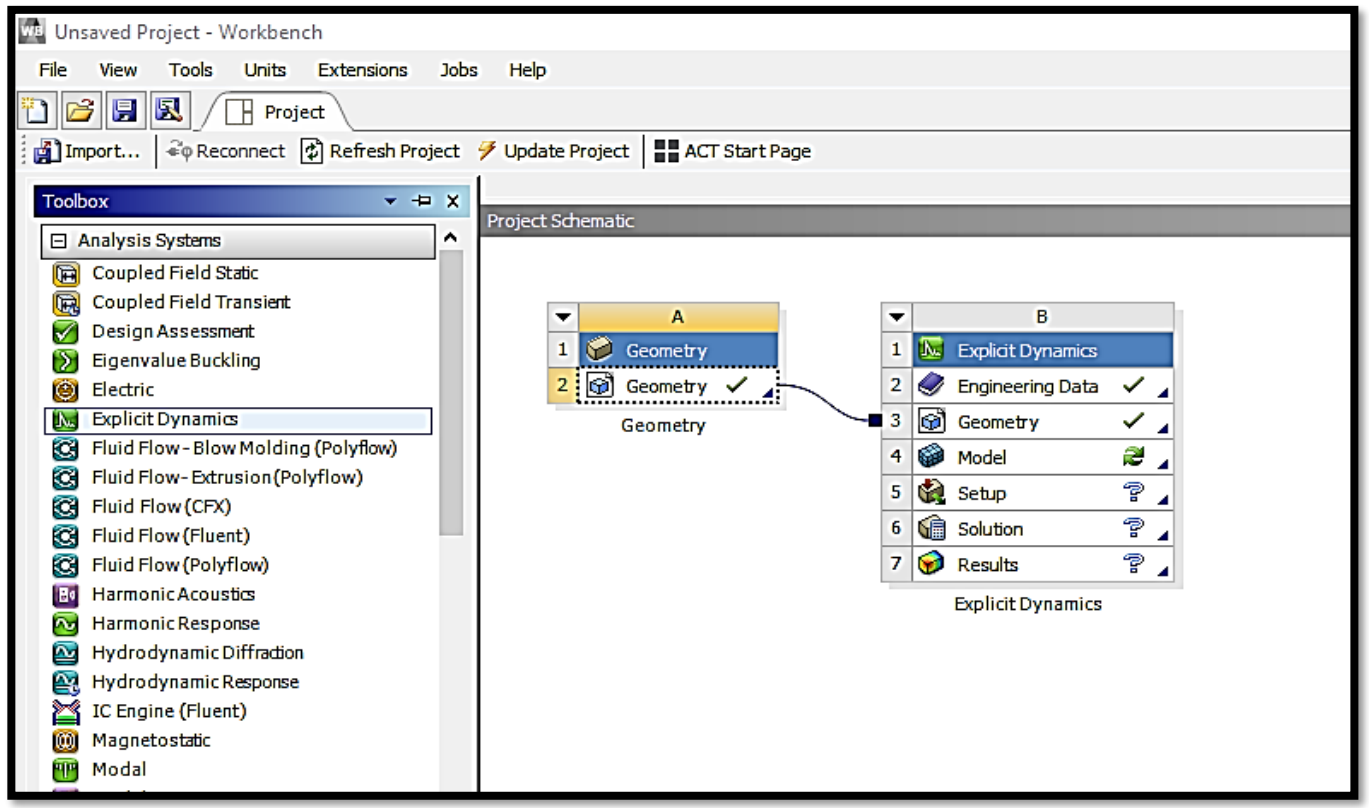
FIGURE 6.—Extended bumper with improved ladder system.

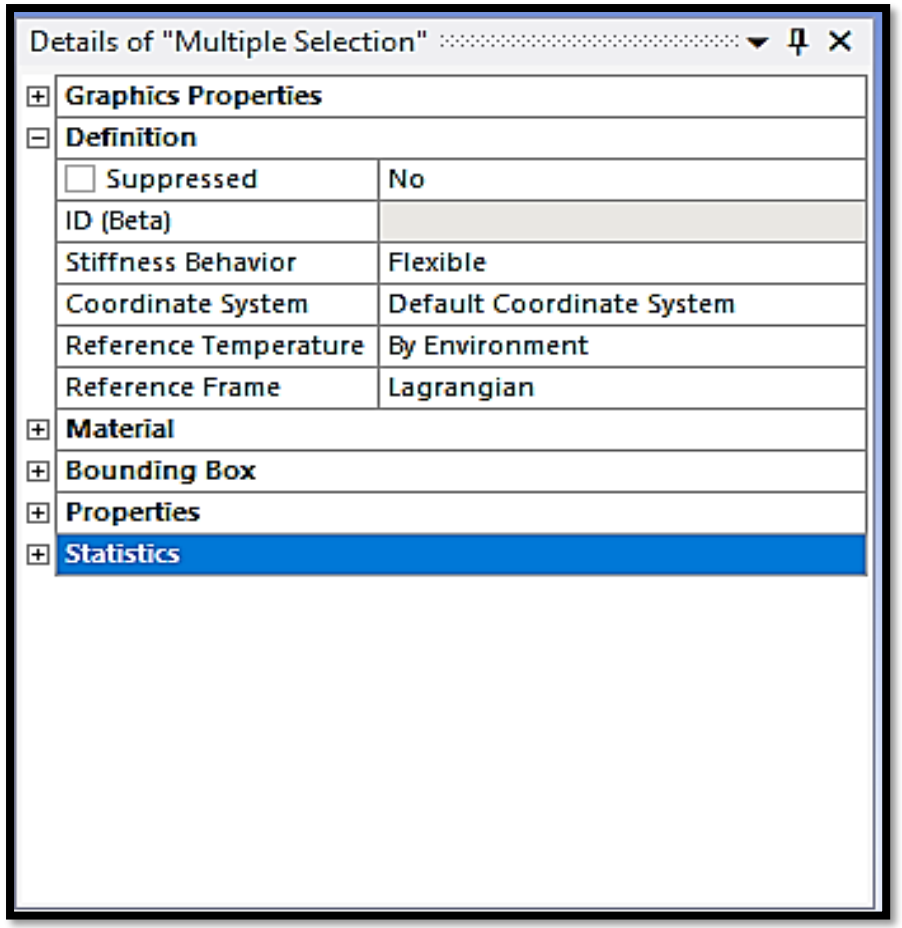
ابتدا کابین در ابعاد واقعی در نرم افزارsolid works مدل شد.



یکی از مهمترین تحلیل هایی که می توان با ANSYSانجام داد ، تحلیل حالت گذرا (Transient)هست ، تحلیل گذرا برای تعیین پاسخ دینامیکی یک سازه تحت بارهای وابسته به زمان صورت میگیرد ، برای تحلیل برخورد و ضربه ، نرم افزار انسیس ماژول قدرتمند EXPLICIT DYNAMICS را ارائه داده است.

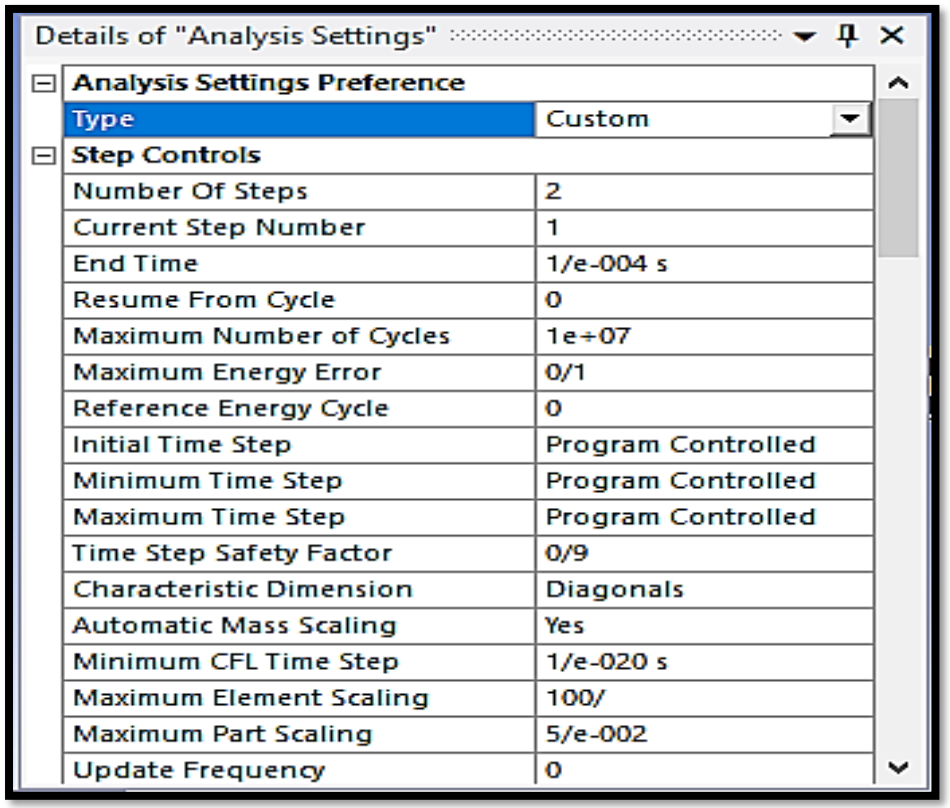
برای این تحلیل از نرم افزار ANSYS و محیطEXPLICIT DYNAMICS استفاده شده است. ابتدا مدل را که با پسوند igs ذخیره شده است را import میکنیم، سپس شرایط واقعی را در مدل شبیه سازی می کنیم، برای حل معادلات روش لاگرانژ را انتخاب می کنیم.


Unsaved Project - Workbench
File
View
Tools
Units
Extensions
Jobs
Help
Project
Import...
Reconnect
Refresh Project
Update Project
ACT Start Page
Toolbox
Analysis Systems
Coupled Field Static
Coupled Field Transient
Design Assessment
Eigenvalue Buckling
Electric
Explicit Dynamics
Fluid Flow - Blow Molding (Polyflow)
Fluid Flow - Extrusion (Polyflow)
Fluid Flow (CFX)
Fluid Flow (Fluent)
Fluid Flow (Polyflow)
Harmonic Acoustics
Harmonic Response
Hydrodynamic Diffraction
Hydrodynamic Response
IC Engine (Fluent)
Magnetostatic
Modal
Project Schematic
A
1 Geometry
2 Geometry
Geometry
B
1 Explicit Dynamics
2 Engineering Data
3 Geometry
4 Model
5 Setup
6 Solution
7 Results
Explicit Dynamics


Details of "Multiple Selection"
Graphics Properties
Definition
Suppressed
No
ID (Beta)
Stiffness Behavior
Flexible
Coordinate System
Default Coordinate System
Reference Temperature
By Environment
Reference Frame
Lagrangian
Material
Bounding Box
Properties
Statistics

تعداد سیکل در نظر گرفته شد برای این تحلیل 1/000/000 است.

بازه زمانی در نظر گرفته شده: 0/0001 ثانیه است.


Details of "Analysis Settings"

Analysis Settings Preference	
Type	Custom
Step Controls	
Number Of Steps	2
Current Step Number	1
End Time	1/e-004 s
Resume From Cycle	0
Maximum Number of Cycles	1e+07
Maximum Energy Error	0/1
Reference Energy Cycle	0
Initial Time Step	Program Controlled
Minimum Time Step	Program Controlled
Maximum Time Step	Program Controlled
Time Step Safety Factor	0/9
Characteristic Dimension	Diagonals
Automatic Mass Scaling	Yes
Minimum CFL Time Step	1/e-020 s
Maximum Element Scaling	100/
Maximum Part Scaling	5/e-002
Update Frequency	0

تحلیل در دو سرعت ۳۰ و ۶۰ کیلومتر در ساعت انجام گردید.

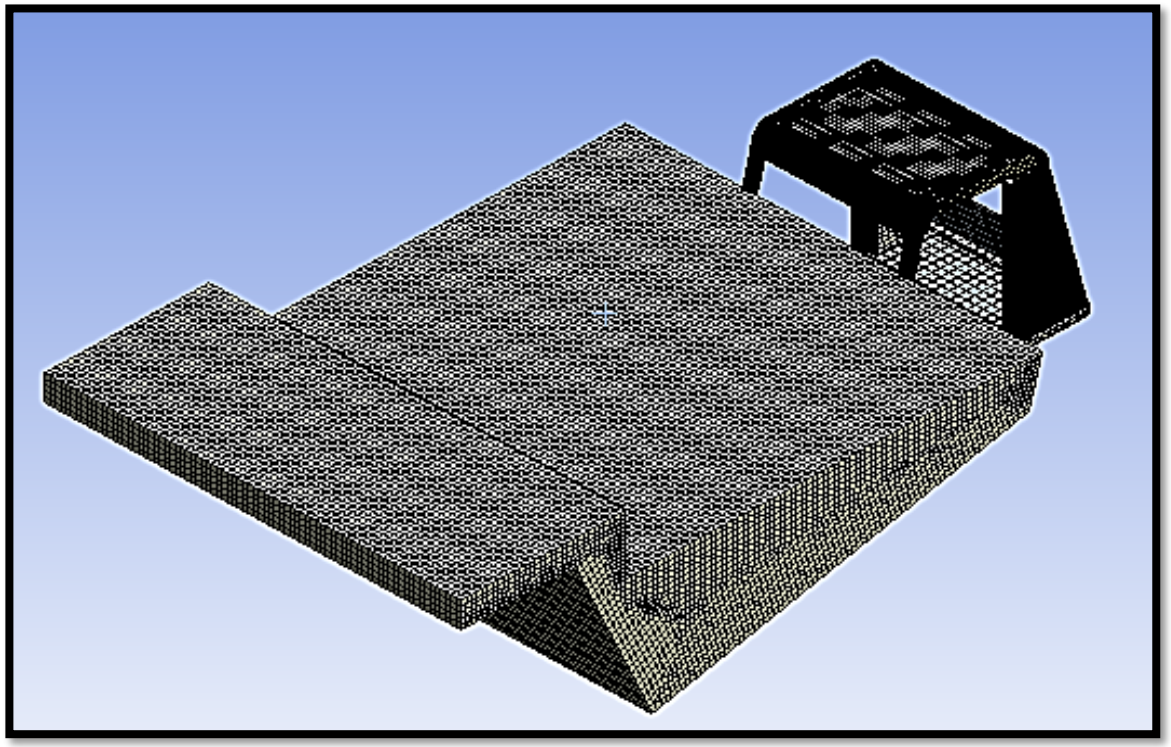
Details of "Velocity"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	71 Bodies
Definition	
Input Type	Velocity
Pre-Stress Environment	None Available
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate Syst...
X Component	0/ mm/s
Y Component	0/ mm/s
P Z Component	8330/ mm/s
Suppressed	No

Details of "Velocity"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	71 Bodies
Definition	
Input Type	Velocity
Pre-Stress Environment	None Available
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate Syst...
X Component	0/ mm/s
Y Component	0/ mm/s
P Z Component	16666 mm/s
Suppressed	No

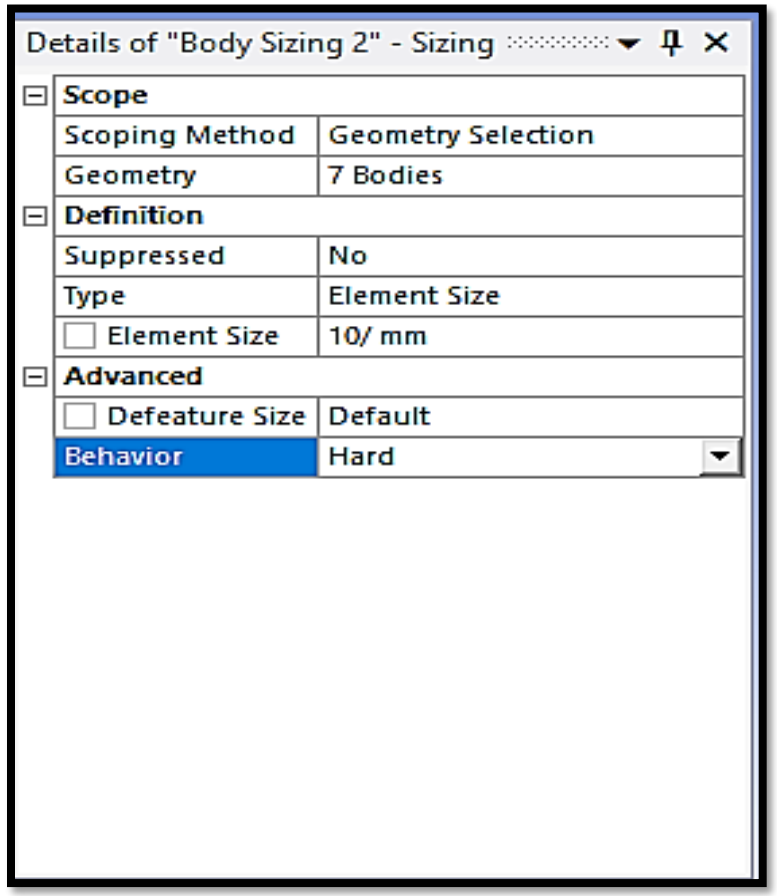
مدل را طبق مشخصات زیر مش میزنیم:

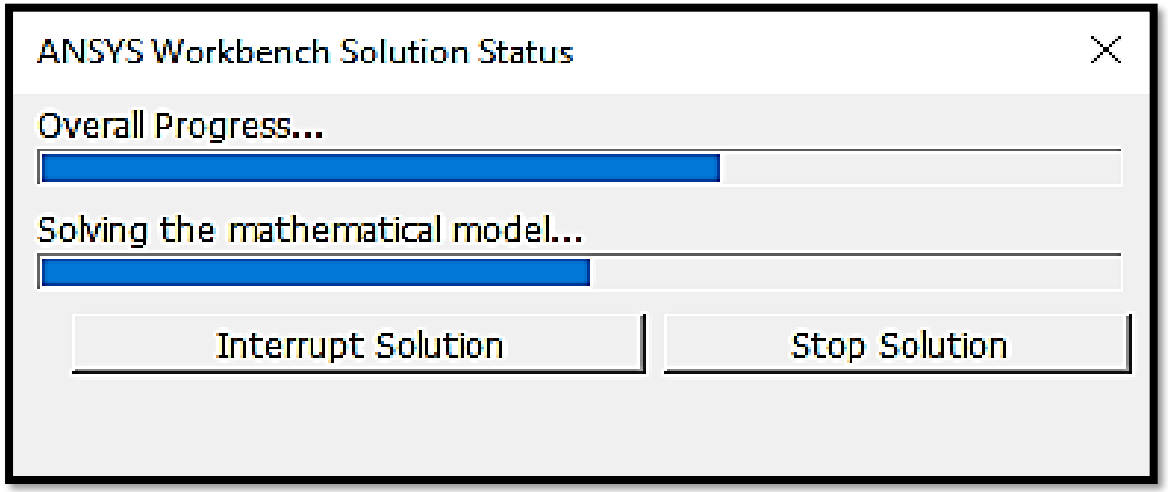


Details of "Body Sizing" - Sizing

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
Suppressed	No
Type	Element Size
Element Size	50/ mm
Advanced	
Defeature Size	Default
Behavior	Hard

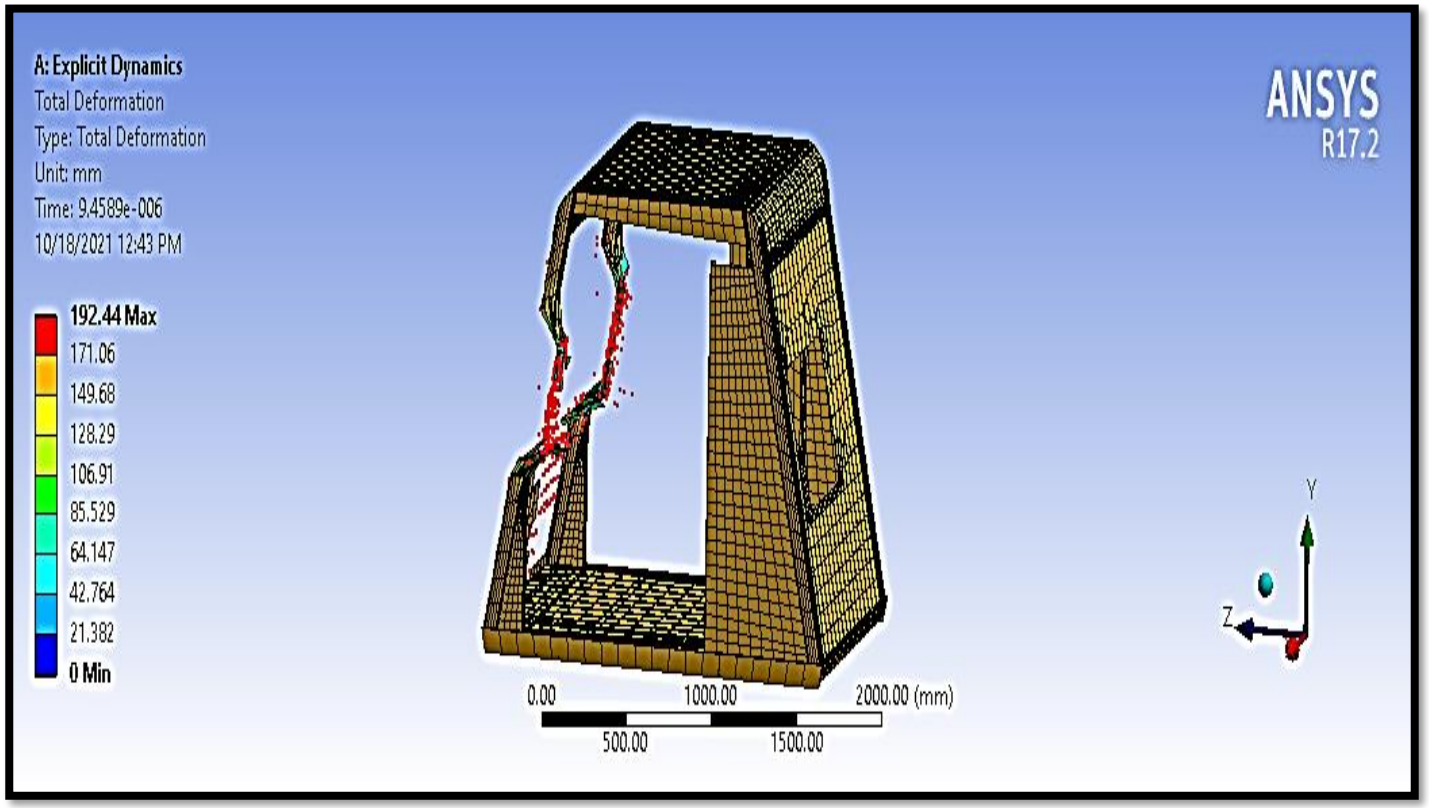
بعد از تعریف شرایط مساله و بررسی contact شروع به حل مساله می کنیم، حل مساله تقریبا 6 ساعت زمان برد.





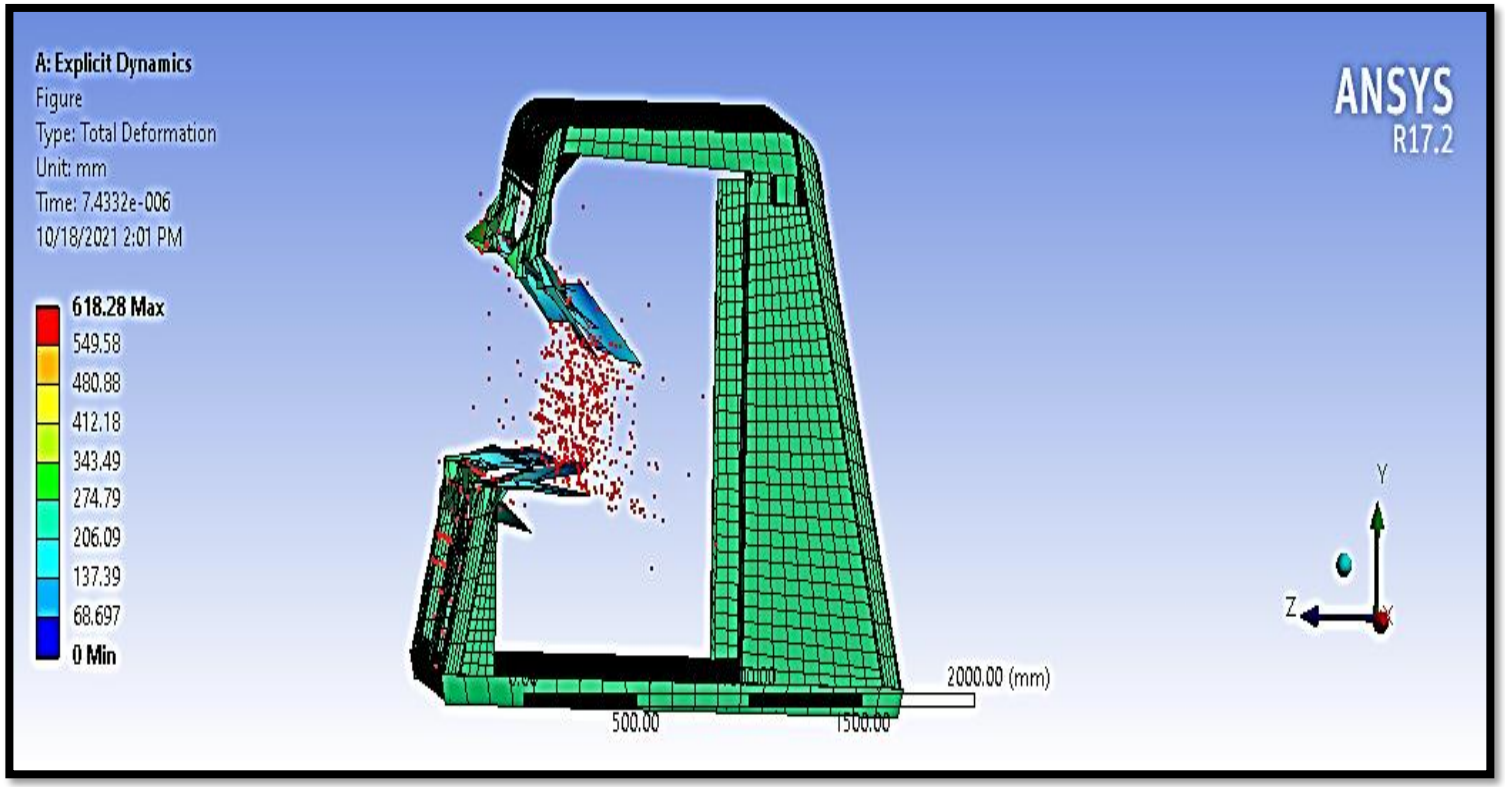
بعد از حل مساله خروجی ها را بررسی میکنیم.

در سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت ، کانتور Deformation به شکل زیر است:

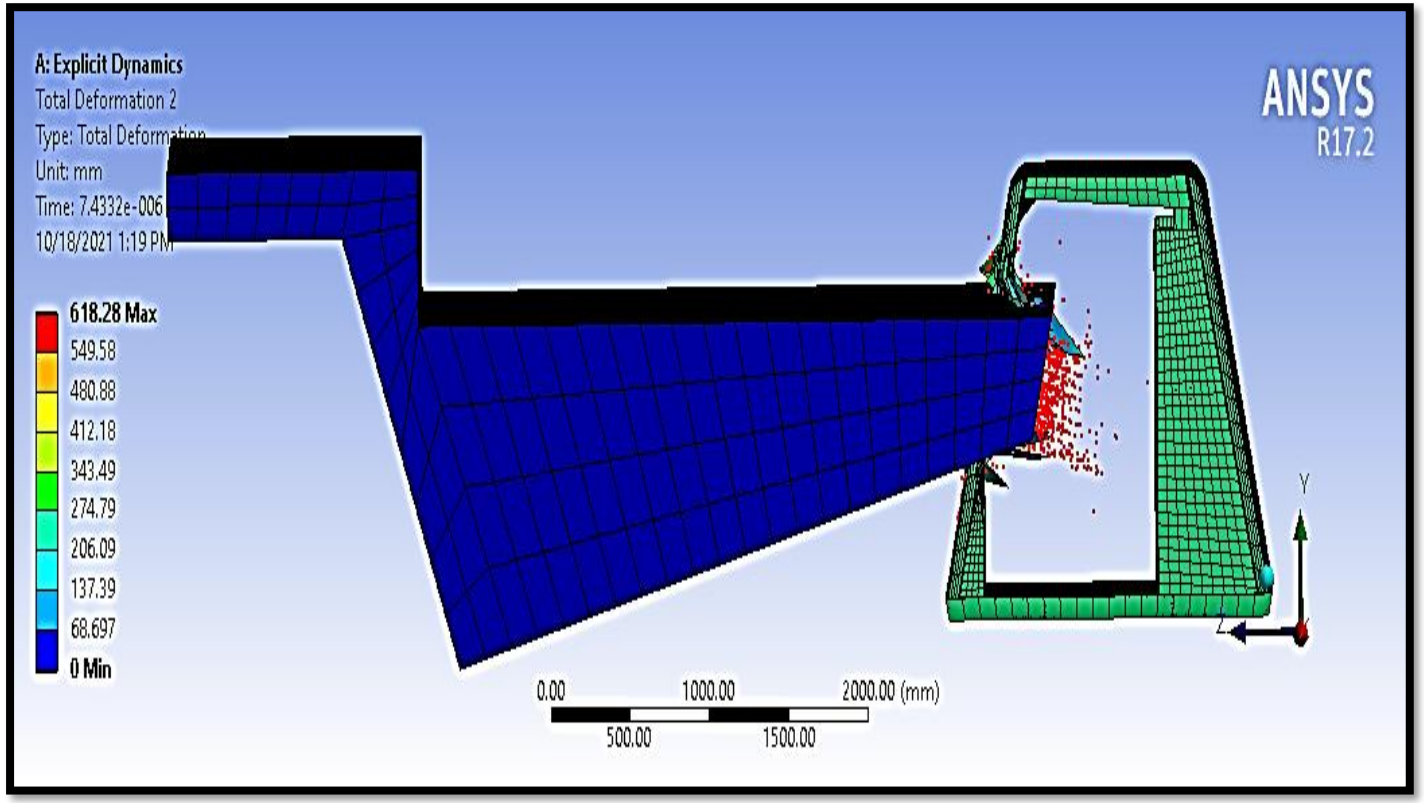


تصویر واقعی از تصادف کابین در سرعت پایین:

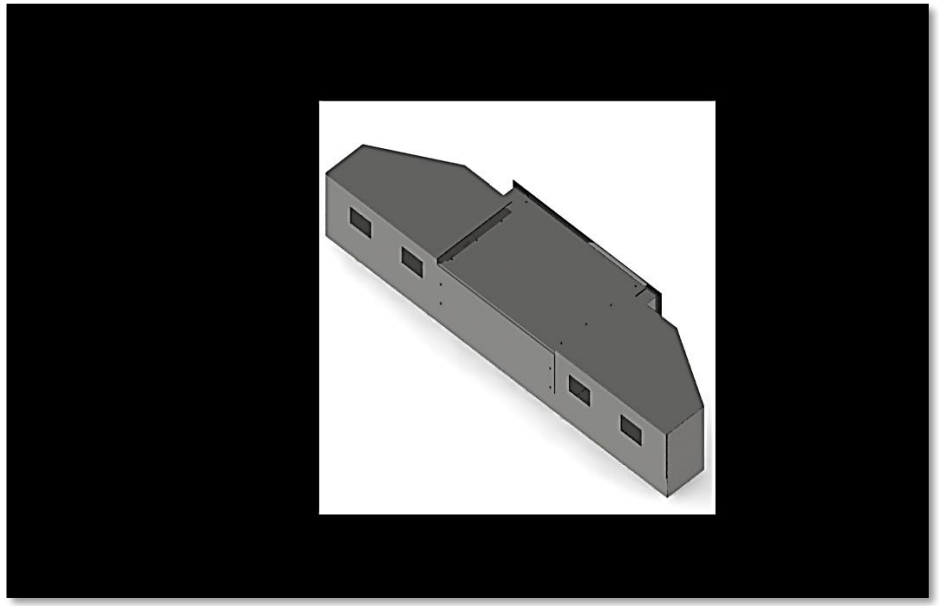
در سرعت ٦٠ کیلومتر در ساعت ، کانتور Deformation به شکل زیر است.



نحوه نفوذ کابین در اتاق بار:



نتیجه گیری



با توجه به تفاوت قابل توجه ضربه و تصادف در سرعت های ۶۰ کیلومتر و ۳۰ کیلومتر در ساعت ، برای حفظ جان راننده موارد زیر توصیه می شود:

رانندگی در سرعت مطمئن (پایین تر از ۳۰ کیلومتر در ساعت)

برای جلوگیری از تصادف شدید نصب سپر (extended bumper) برای کامیون های معدنی توصیه می شود.

با توجه به اینکه کابین محل قرار گیری ابزار های مختلف می باشد و جانمایی هر کدام مشخص می باشد ، لذا امکان تغییر پیکربندی و موقعیت کابین به هیچ عنوان نمی باشد. لذا استفاده از لوازم هشدار دهنده ابزار دقیق و رعایت سرعت مناسب بهترین روش می باشد.

اجرای سیاست ببین و دیده شو(See and Seen)

- نصب پرچم های LED دار
- دوربین دنده عقب کامیون های معدنی
- آلارم و بوق دنده عقب
- نصب شبرنگ
- چراغ گردان
- استفاده از چراغ های لیزری منطقه خطر(Red Zone)
- لباس های شبرنگ دار
- چراغ هشدار دهنده پرسنلی
- تامین روشنایی (برج نور قابل حمل)

نصب تجهیزات بمنظور افزایش ایمنی ماشین آلات

دوربین و مانیتور

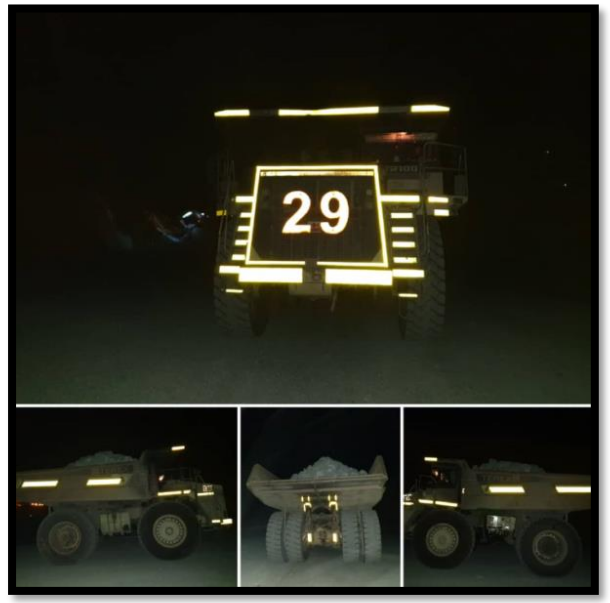
آژیر دنده عقب

پرچم ایمني

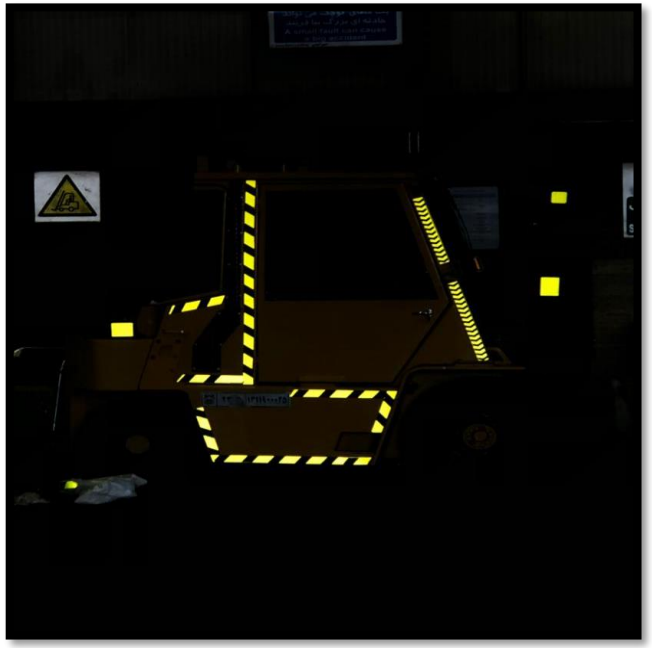
سنسور

نصب شبرنگ و برچسب بر روی ماشین آلات و کامیون های معدنی (استاندارد ASTM-D4956-13مرتبط با مشخصات فنی شبرنگ در تابلوها و تجهیزات)

نصب شبرنگ و برچسب بر روی ماشین آلات و کامیون های معدنی (استاندارد ASTM-D4956-13)
مرتبط با مشخصات فنی شبرنگ در تابلوها و تجهیزات



نمونه ای از شبرنگ های نصب شده بر روی لیفتراک ها و خودروهای سبک



نصب چراغ گردان

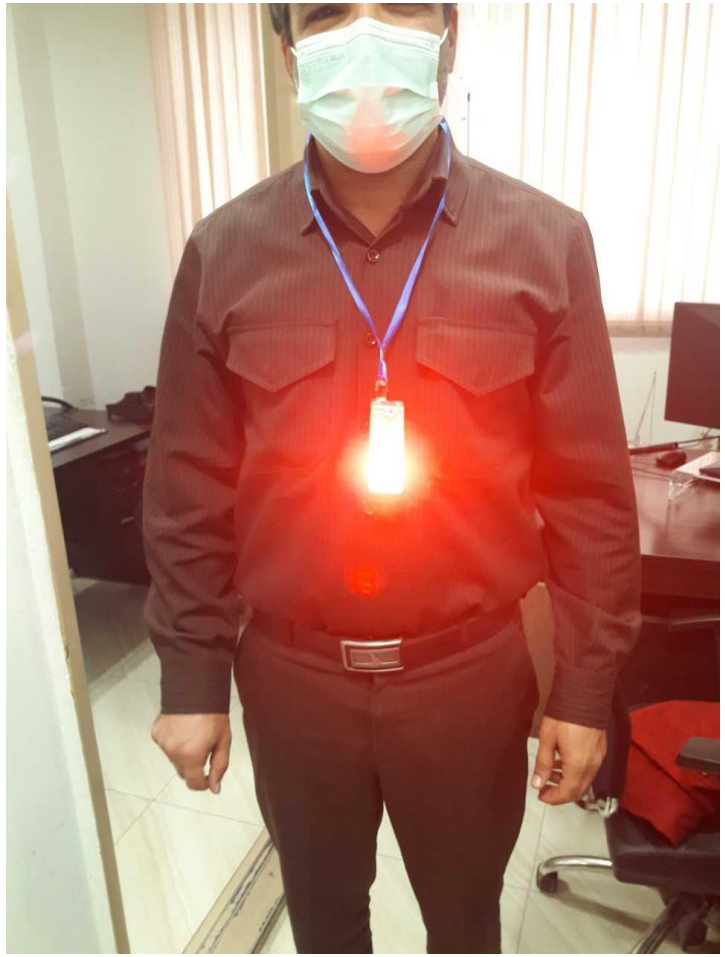
نمونه نصب شده چراغ سرتاسری سوپر لایت

نمونه چراغ گردان مدل چرخشی NI LED

استقرار سیستم روشنایی

نصب چراغ LED بر روی میله پرچم خودروی سواری جهت افزایش دید در شب

چراغ هشدار دهنده پرسنلی

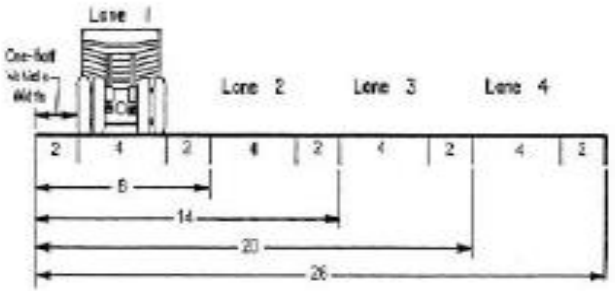


نصب چراغ منطقه خطر لیزری(RED ZONE) بر روی لیفتراک و ماشین آلات عمرانی

تابلوهای راهنما و هشدار دهنده

اصلاح عرض جاده های معدن برای تردد ایمن

عرض جاده



- عرض جاده تابع ابعاد ماشین آلات باربری و تعداد خطوط عمل و نقل است:

$$W=(1.5L+0.5)D$$

W:حداقل عرضی که در آن رفت و آمد انجام می شود.

L: تعداد خطوط رفت و برگشتی

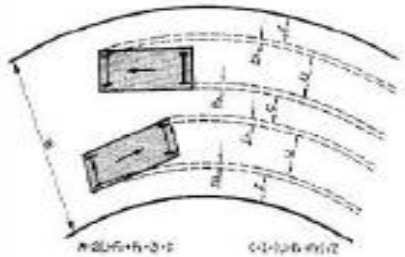
D: عرض بزرگترین وسیله نقلیه معدن

البته عرض کل جاده را کمی بزرگتر در نظر می گیرند

If L = 2,D = 8 m
W = (1.5*2+0.5)*8
= 30 m

- در پیچها و دوربرگردانها باید عرض را بیشتر در نظر گرفت که این اضافه عرض از جدول زیر بدست می آید.

اصلاح عرض جاده ها در قوس های معدن برای تردد ایمن



عرض جاده در قوسها

عرض جاده در قوسها تابعی از نوع کامیون (یکپارچه یا مفصلی)، تعداد خطوط رفت و آمد و شعاع لبه داخلی جاده است.

Curve radius on inner edge of pavement (m)	One lane road (m)	Two lane road (m)	Three lane road (m)	Four lane road (m)
		Single unit haul truck		
Minimum	21.0	36.9	52.8	68.7
7.5	20.4	35.7	51.0	66.3
15	18.9	33.0	47.4	61.5
30	17.7	30.9	44.1	57.6
45	17.4	30.3	43.5	56.4
60	17.1	30.3	43.2	56.1
Tangent	16.8	29.4	42.0	54.6
		Articulated haul truck		
7.5	25.8	45.3	64.5	84.0
15	21.3	37.2	53.1	69.3
30	17.4	30.3	43.2	56.1
45	15.6	27.3	39.0	50.4
60	14.7	25.5	36.5	47.4
Tangent	12.3	21.6	30.9	39.9

اصلاح عرض پله ها در جبهه کاری

عرض پله کاری

حداقل عرض پله کاری در روش آکشیاری از رابطه زیر بدست می آید

$$W_s = B + C + T + S + Z$$

B: عرض تاک پایل

T: عرض بخش عمل و نقل

C: فاصله ایمن پاشنه تاک پایل تا لبه جاده (۶ تا ۳/۵متر)

S: فاصله ایمن جاده عمل و نقل تا دیواره اطمینان (۱/۵ تا ۲ متر)

Z: عرض دیواره اطمینان

حداقل عرض پله کاری در سنگ های سست از رابطه زیر بدست می آید

$$W_s = A + C + T + S + Z$$

A: عرض پرش شاول که برای شاول های ۴ تا ۸ متر مکعب ۱۴ تا ۱۰ متر است.

در سنگ های سست عرض پله کاری ۲۵ تا ۳۰ متر و در سنگ های سخت ۴۰ تا ۶۰ متر بسته به ابعاد کامیون و وسیله بارگیر در نظر گرفته می شود

اصلاح مسیر دسترسی

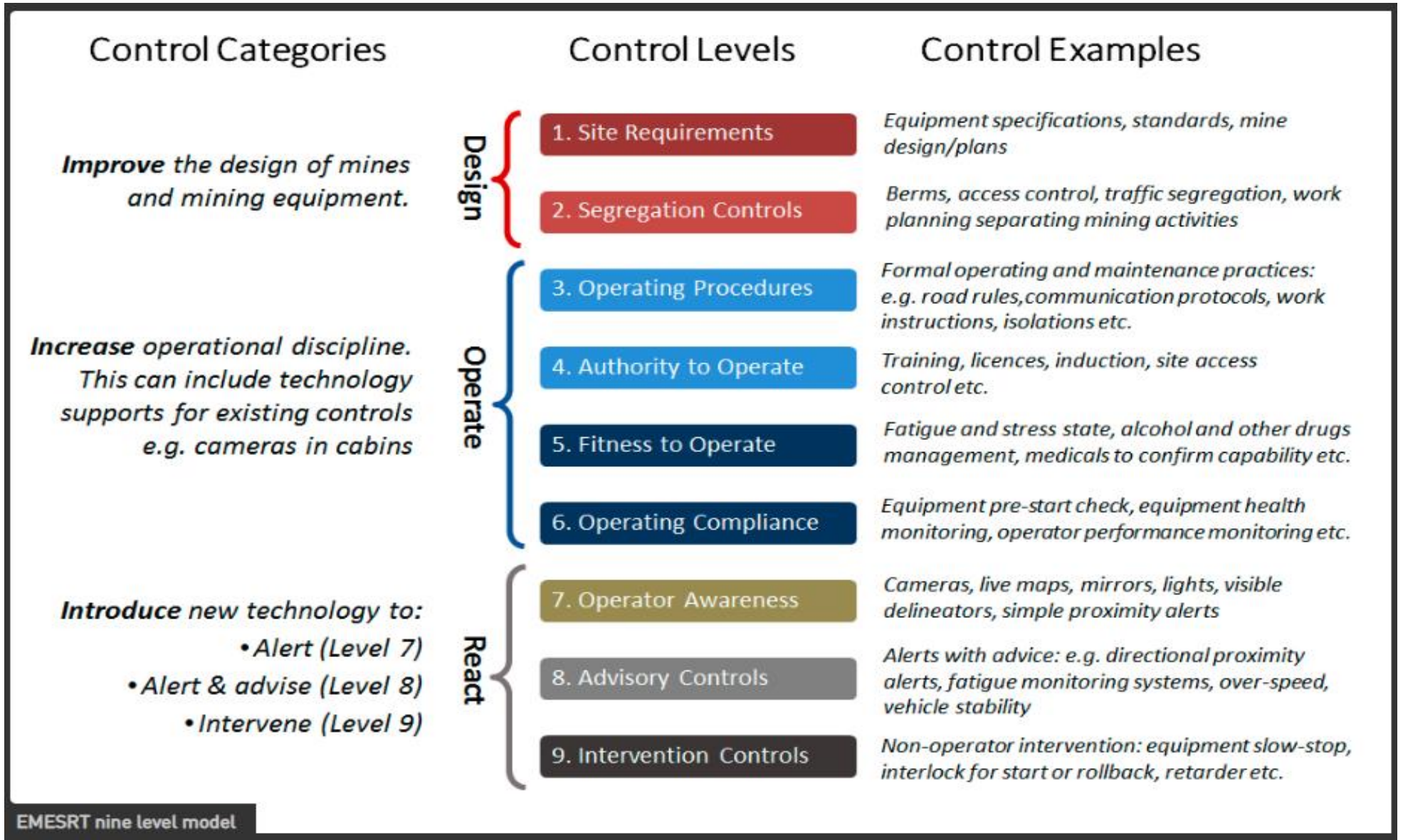
نتایج: کم کردن بار ترافیکی در چهار راه عملیات و کم کردن فاصله حمل.

جداسازی مسیر تردد افراد از مسیر ماشین آلات

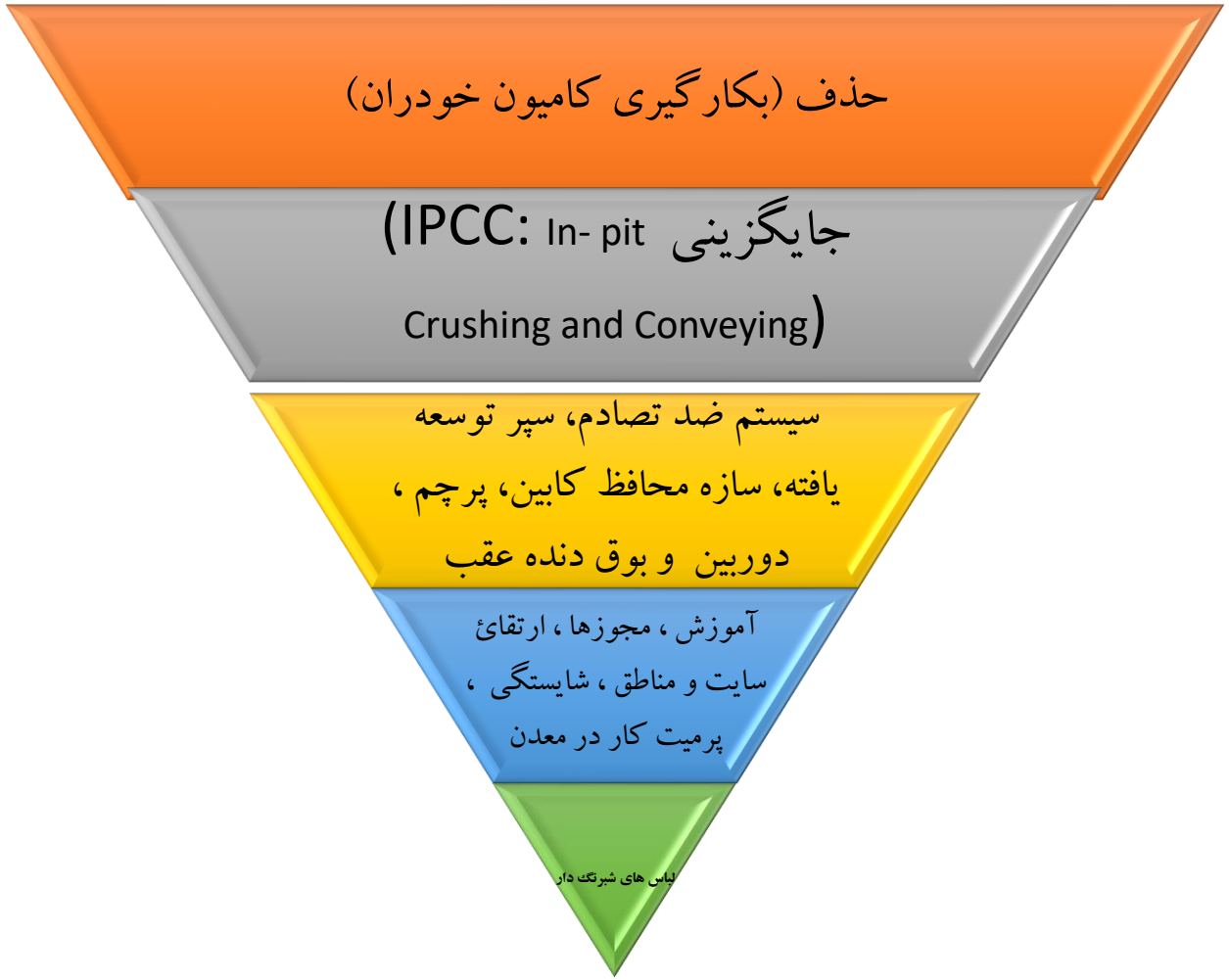
جداسازی مسیر رفت و برگشت

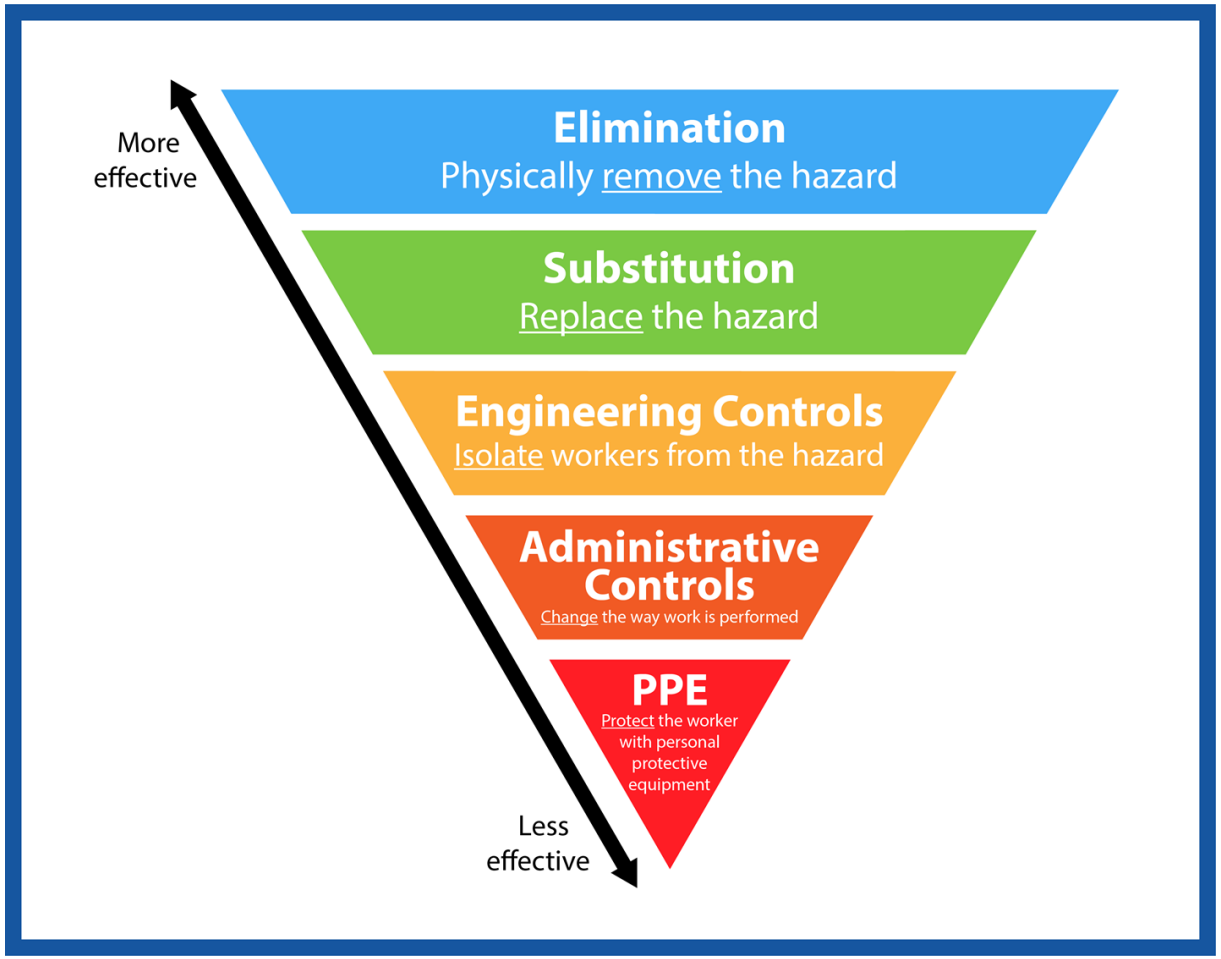
جمع بندی مطالب و نتیجه گیری

ICMM nine level model



Hierarchy of control





Managing Risks For Success

- **Safety is a value, not a priority**

THANK YOU