



零排放工地指南

- 基建和道路施工

目录

目标和用户指南

零排放工地电力基础设施规划

1. 初步数据收集
2. 工程机械和充电设备
3. 其他高功耗设备
4. 能源和电力规划
5. 通电和替代电源
6. 项目启动准备

附录

- A.1 术语表
- A.2 如何正确计算充电功率

零排放工地指南

本指南旨在协助施工承包商规划、设计零排放工地所需的电力基础设施，尤其是工程机械的充电基础设施，可作为支持电力基础设施尺寸标定的实用工具，并对承包商现有的项目规划操作和知识做补充。

业主	✓ 设定项目执行相关要求 ✓ 预估用电需求，从电网运营商处索要电网容量信息，在招标文件中列出*
承包商	✓ 规划电力基础设施和运营 ✓ 采购执行所需设备 ✓ 聘用有资质的电气供应商进行通电
电网	✓ 回应关于电网可用容量和通电的问询，也可提供关于降低能耗的建议。 ✓ 处理订单，分配电网容量

*如招标文件中未提供电网可用容量或预估用电需求信息，由承包商负责获取该类信息。



市场需求
承包商亟需清晰、友好的参考文件，帮助建设零排项目所需的充电基础设施。



目标受众
需要进一步了解零排放工地的承包商。

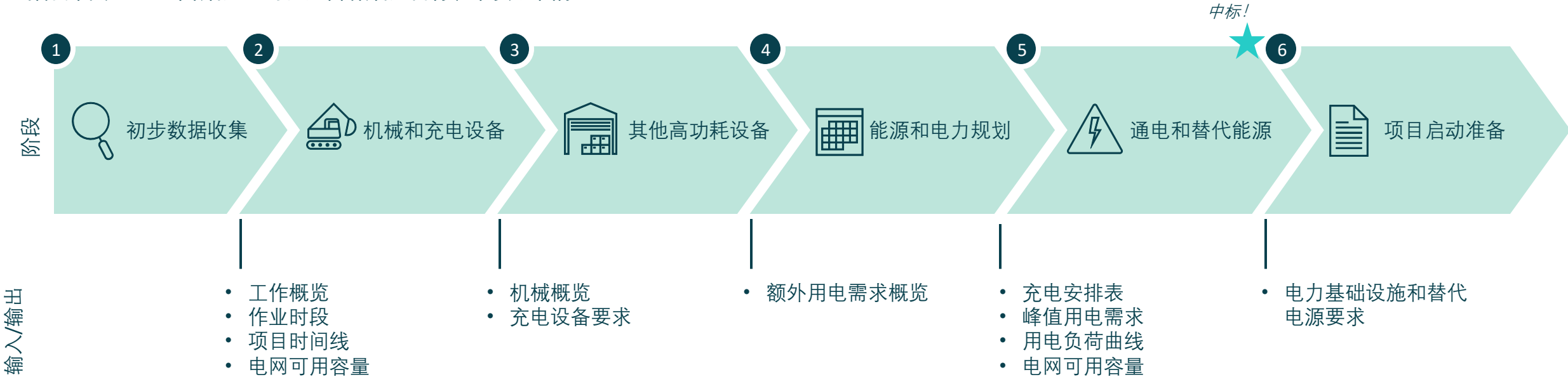


范围
✓ 工地内充电设备的电力基础设施
✓ 电力基础设施规格标定还包括工地相关需求，如项目部板房、设备集装箱、电动汽车等。

零排放工地电力基础设施规划

本指南共分六个阶段，均代表零排放工地电力基础设施规划中的关键步骤。各阶段均需特定输入项，产出输出项供下一阶段使用。除此六阶段外，投标程序和项目启动期间，也会有中间性工作自然进行。零排放工地的电力基础设施规划是迭代的过程。为实现最优方案，某些阶段可能需要重复。本指南包含电力行业术语，具体参见[附件A. 1](#)。

指南含以下六个阶段。可点击各阶段名称，阅读详情。



案例 | 实践中应用指南

各阶段均含附数据计算的案例，展示本指南的实际应用。



优化

本指南中包含协助优化设备和操作、降本增效的建议。



1. 初步数据采集

本阶段的目的是收集必要信息，开始施工项目的电力基础设施规划。

本阶段完成后，可得出后续阶段所需关键数据总览。

1. 初步数据采集

零排放工地规划关键信息

开始规划施工现场电力基础设施之前，必须收集一系列关键信息。其中大部分一般由业主方在招标文件中提供，承包商在其标准流程中亦可自然获得。

所需信息包括：

- 项目地点和潜在整备区域
- 项目周期
- 项目启动日期
- 作业时段和休息安排
- 作业任务和所需机械概览
- 额外耗能元素概览，如工棚、供暖、塔吊、车辆充电等
- 电网可用容量*



*如业务未提供电网可用容量信息，可直接联系电网运营商索取。具体流程在本章节中列出。



案例 | 道路建设施工

奥斯陆Bygata道路将进行升级改造，改善行人和骑行便利度。项目施工段长度为650米。

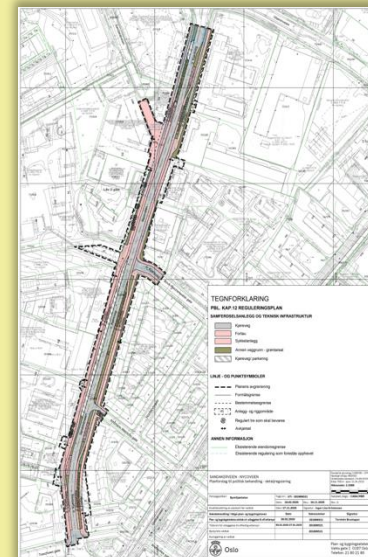
项目周期： 12个月，八月开始。

作业时段： 周一至周三 07:00–19:00，
周四 07:00–14:00

休息： 11点午休1小时，
16点晚休1小时（周一至周三）

电网可用容量未知。

峰值需求时，项目需使用两台大型挖掘机、两台小型轮式装载机、一处工棚、一个设备集装箱，三辆电车需充电。以上机械和设施主要在冬季使用。



1. 初步数据采集

如招标文件未提供电网可用容量

索要电网容量信息

如招标文件未说明电网可用容量，则必须联系电网运营商。不同运营商处理此类问询的程序可能不同。奥斯陆地区的电网运营商Elvia，提供电网容量信息的申请表格。

电网运营商需要[项目基本信息](#)，以及项目预估峰值用电需求，用于估算用电峰值期的最高耗电量。

估算峰值用电需求，需以下步骤：

1. 明确项目中用电需求最高的时段。
2. 计算工程机械和其他高能耗作业（例如工棚、车辆充电、塔吊、供暖等）的总功率。

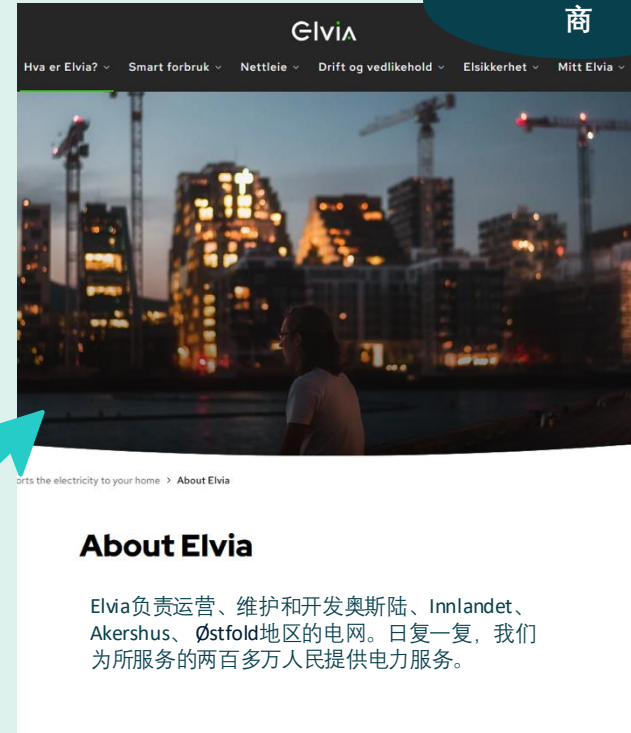


通电申请流程可能耗时**几周**，须尽早启动流程。

可用电网容量



询问电网运营
商



明确项目能耗最高的阶段

估算用电需求时，首先须明确项目中能耗最高的阶段。向电网运营商申请电网容量时，此峰值需求是基础信息。

评估项目各阶段的关键问题：

- **项目中是否有能耗极高的作业？**
一些早期地基施工作业能耗极高。如涉及此类作业，在峰值用电估算中需虑及。
- **项目在哪个季节施工？**
如在冬季施工，因工棚供暖，用电需求可能增加。此外，电池供电的机械，一般在低温下能耗更高。
- **有哪些同时运行的作业？如何影响总体用电需求？**
 - 电缆供电的机械，运行时耗电量稳定。
 - 电池供电的机械，充电时用电量更大，尤其是休息时。
 - 如多台电缆供电的机械同时运行，且多台电池供电的设备同时快充，则总体用电需求将提高。
 - 其他耗电设备，例如工棚供暖、钻机、重型车辆充电，可能进一步影响峰值用电需求。

综合评估以上因素，得出项目用电需求最高的阶段。



案例 | 明确用电峰值时段

背景：Bygata项目部分在冬季施工，此时作业的机械最多。

用电峰值时段：冬季，因供暖需要，工棚用电较高；此时使用的机械也最多，可能还会有多台同时充电。因此可以推断，本项目用电峰值是冬季。

估算峰值用电需求

申请电网可用容量时，需提供项目峰值用电需求预估。用电峰值一般对应使用大量大型机械或钻井作业的阶段；还需考虑工棚、重型车辆充电、供暖等用电需求。

预估过程通常需要简化计算，依赖经验判断；更详细的计算在后续进行。如用电需求不确定，可使用下表数值上限，作初步参考。

机械	快充用电需求:	慢充用电需求:	电缆用电需求:
小型 (8-16吨)	40 kW	20 kW	22 kW (32 A)
中型 (17-23吨)	150 – 200 kW	40 kW	86 kW (125 A)
大型 (>23吨)	150 – 300 kW	40 kW	207 kW (300 A)

其他高功耗设备*	用电需求	单位
快充，重型车辆	150-300 kW	每台
地面解冻	30 kW	每100m ²
标准电车充电	11 kW	每个充电桩
工棚	3 kW (夏季2kW)	每套



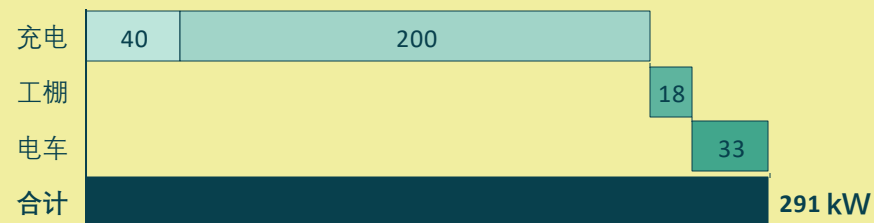
案例| 估算峰值用电需求

背景：Bygata项目需两台大型、两台小型工程机械：一台电池供电的25吨挖掘机，一台电缆供电的18吨挖掘机，以及两台5吨轮式装载机；还有6套工棚和三台电车充电桩。

用电需求估算：休息时，一台挖掘机快充，两台轮式装载机慢充，另一台挖掘机作业时通过电缆取电。电车充电是在白天，通常是和机械同时。工棚在作业时段用电需求稳定。本项目还需要设备集装箱和户外照明，但两者用电可忽略不计。

注意！如用电需求不明确，可对项目不同阶段作预估。

挖掘机 (25吨)	200 kW
装载机	+ 2 x 20 kW
工棚	+ 6 x 3 kW
电车充电桩	+ 3 x 11 kW
用电需求	= <u>291 kW</u>



用电需求预估
告知电网运营商



2. 机械和充电设备

本阶段的目的，是明确适合本项目的电动机械和充电设备。这是详细电力规划和设备采购的基础。

要完成这一阶段，需要所有作业概览、工作时段、项目时间线。本阶段不需要电网可用容量信息。完成本阶段后，即可明确本项目需要的机械，以及必要的充电设备和用电需求。

2. 机械和充电设备

选择合适的电动机械

机械的选择取决于项目要求。电动机械分电池供电、电缆供电、混合供电三种模式。混合式可根据项目需要调整；电缆供电机械通常自带小型电池，以减少启动浪涌。

电动机械可购买或租赁，但通常供货有限，且交付时间长。须尽早预定，避免延误进度。

电池供电机械的关键参数：

- 预期续航时间（取决于负荷和温度）
- 电池容量（kWh）
- 充电方式
- 最大充电功率（kW）

可在参数表中或联系供应商获得上述信息。部分设备启动功率高，须加以考虑，避免导致系统过载。

电池供电机械

- ⚡ 休息时、夜间充电，部分可换电。
- 🔧 在现场配置快充，或在作业区附近使用移动电源，也可以夜间充电。可能需要备用电池。
- 👍 灵活，作业时无需靠近电源。
- ⚠️ 根据电池容量和距充电桩距离，计划充电安排。



图片：Anleggsmaskiner

电缆供电机械

- ⚡ 通过CEE插头/工业插座，就近连接电源柜或移动电源。
- 🔧 使用电源柜、移动电源或专用电缆基础设施，可选配自动绕线功能。
- 👍 可靠，插电后运行不间断。
- ⚠️ 长距离电缆基础设施成本高昂。谨防启动电流过高，需要断路器（C/D型熔断器）。



图片：Rental Group

2. 机械和充电设备

读懂电动工程机械的参数表

选择合适的机械，需要理解关键参数。以下是参数表中常见的关键词。



图片: Nasta

ZERON ZE135 电动挖掘机

整机重量: 15,700 kg
电机传动系统: 74 kW / 100 hk
动力来源: 电池
电池容量: 200 kWh
参考续航时间: 最高6小时
充电: CCS2 200 kW / 44 kW-400V/63A

动力来源: 说明机械供电来自电池、电缆、或两者皆可。

ZERON ZE135由电池供电。

电池容量: 充满电后储存的能量 (kWh) 。

200 kW功率下, ZERON ZE135 一小时充满。

充电: 充电方式和最大功率。

ZERON ZE135可使用CCS2充电桩, 以200 kW快充; 或通过CEE插座接400V电源柜, 以44 kW充电。

续航时间: 估算设备每次充满电后, 可运行多长时间。低温和高负荷会降低续航时间。

ZERON ZE135满电可运行最多6小时, 之后必须充电。

案例 | 选择设备

背景: Bygata项目需要两台大型挖掘机, 两台小型轮式装载机, 施工现场长度 650米。

选择机械: 一台电池供电挖掘机提供灵活性, 一台电缆供电挖掘机可靠近电源作业, 保证用电稳定。

选用机械如下:

- 

CAT 320 Z-Line, 25吨 (电池)
电池: 300 kWh
续航时间: 5-6小时 (重载)
充电: CCS 190 kW, CEE 44 kW(63 A)
- 

ZERON ZE160, 8.75吨 (电池)
电池: 44 kWh
续航时间: 30-60分钟 (电池)
充电: CEE 125 A
- 

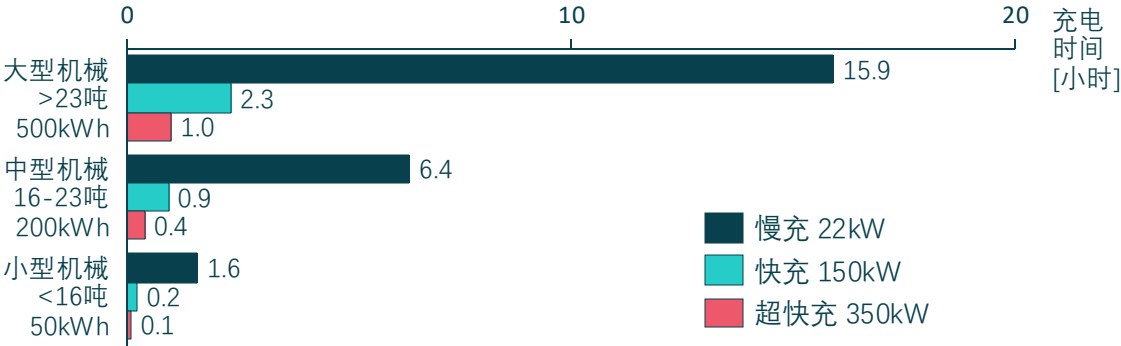
Volvo L25, 5吨 (电池)
电池: 40 kWh
续航时间: 15 8 t
充电: Type 2 22 kW, CEE 16A

2. 机械和充电设备

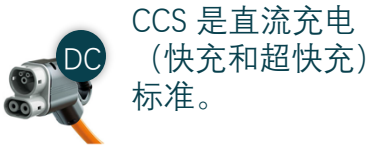
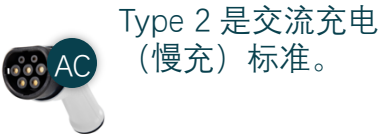
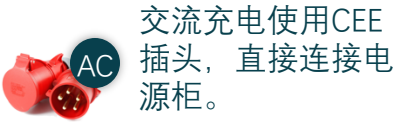
不同充电设备的区别

现场配置的充电设备类型决定影响机械充电的时间和频率；应根据电网容量、机械充电功率、作业时间表选择。如充电功率较低，可减轻电池压力、控制电网负荷。因此，应尽可能使用慢充。

下图列出机械吨位、不同功率下的充电速度。运输车辆充电信息见 [指南下一阶段](#)。



除充电功率不同外，接头类型也有不同。电动机械的设计需遵照特定充电标准，可能影响兼容性。



慢充

<50 kW

功率较低，充电时间较长。

最适合夜间充电。



图片：Satema

快充

50-300 kW

输送更多电流，充电更快。一般一小时充满，具体视电池容量和充电桩功率。

适合休息时充电。



图片：Atlas Copco

超快充

>300 kW

功率300 kW或更高，可实现大型机械快速周转。支持如此高功率的机械很少，选择前需确认兼容性。

适合休息时充电。



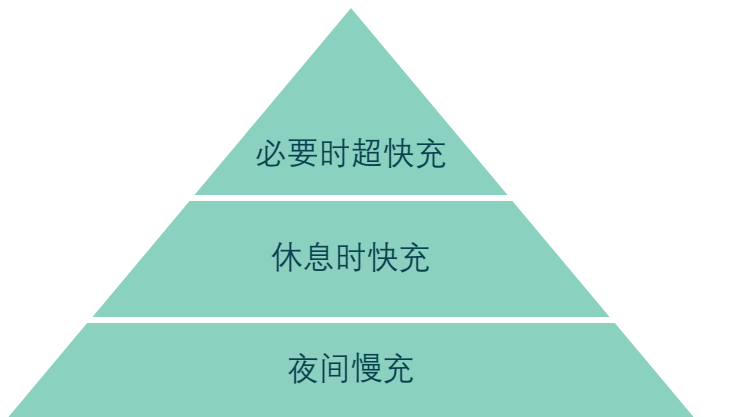
图片：Kverneland Energi

2. 机械和充电设备

选择合适的充电设备

为优化时间、降低用电成本、延长电池寿命，建议使用以下方式：

- **慢充**：应尽量使用低功率充电，虽耗时较长，但对电池更健康。长时间休息最适合慢充，例如隔夜。
- **快充**：大部分机械满电可运行4-6小时，快充可有效保障运行流畅度。休息时充电，可保证作业时段全程电量充足。
- **超快充**：能耗高的大型机械，在休息时可能需要超高功率快充，以保证运行时间。超快充可在最短时间内输送最大电量。



优化 | 充电桩使用

高效使用充电桩，可降低基础设施和能源成本。主要策略包括：

- **避免依赖快充和超快充**，降低能源成本和电网负荷。租用慢充设施也更便宜。
- **尽可能夜间充电**，利用低谷电价。早晨和傍晚电价一般最高。
- **选择带智慧功能的充电桩**，通过自动排期，实现效率最优。



案例 | 选择充电桩

背景：工作日时长12个小时，[设备选择案例](#)中的机械都必须充电。还有三台电车需要充电，但此项可在后续阶段规划。

充电策略：

- 电缆供电的机械不需要充电桩，经CEE插头直接通电。
- 所有机械都需夜间充电。挖掘机可使用CEE连接，轮式装载机使用Type 2接口，可选配 CEE。
- 电池供电的挖掘机，每班需充电两次才能保证不间断作业；可通过CCS连接快充，功率最高190 kW。
- 轮式装载机可在午休时快充，确保整个班次电量充足。

2. 机械和充电设备

计算电动机械的充电功率

选定机械和充电设备后，即可计算充电功率和时间。这是计算现场用电总需求、确保工作流最优的必要信息。

计算工程机械的充电功率需考虑以下因素：

- 机械每小时能耗
- 作业班次时长
- 快充和慢充的最大充电功率
- 电池容量
- 休息和夜间充电时长

计算快充和慢充功率的公式见[附录A.2](#)。



调整充电功率，需要控制机械的能量输入或充电桩的输出；如无法实现，可将快充和慢充基线均设为该机械的最大充电功率。



案例 | 计算充电功率

背景：Bygata项目有三台机械需要充电：电池容量为300 kWh、续航6小时的挖掘机，两台电池容量40 kWh、续航8小时的轮式装载机。午休、晚休、夜间充电，保障不间断作业。

计算充电功率：以挖掘机为例：

每小时能耗（取自参数表） $\rightarrow \frac{300}{6} = 50 \text{ kWh/时间}$

午休前能耗（4小时） $\rightarrow 50 \times 4 = 200 \text{ kWh}$

午休前补充能量（190 kW，1小时快充） $\rightarrow 190 \times 1 = 190 \text{ kWh}$

午休后剩余能量 $\rightarrow 300 - 200 + 190 = 290 \text{ kWh}$

晚餐后剩余能量（4小时工作+1小时休息） $\rightarrow 290 - 4 \times 50 + 190 = 280 \text{ kWh}$

夜间充电前剩余能量（2小时工作） $\rightarrow 280 - 50 \times 2 = 180 \text{ kWh}$

夜间充电所需充电功率（可充12小时） $\rightarrow \frac{300-180}{12} = 10 \text{ kW}$

此方法同样适用于轮式装载机。



3. 其他高功耗设备

本阶段的目的是，规划工程机械和充电桩之外的其他用电需求，这是估算现场总能源需求的重要信息。

完成本阶段需要评估现场所有其他作业，清点耗电装置，如工棚、钻机、地面解冻设备等。完成本阶段后，可得出施工现场用电需求总览。

3. 其他高功耗设备

需要考虑的其他高功耗设备

除工程机械外，影响现场用电量的设备还包括工棚供暖、电缆供电的设备（如钻机）、电动汽车充电站等。照明、仓储等用电负荷低，对用电规划影响不大。

要实现精准高效的规划，需要计划用电的具体时间和方式。有的设备在整个项目期间用电需求较为恒定（例如工棚）；有的电缆供电设备，作业时用电需求极高（如钻机）。



图片：Heatwork

供暖系统 – 用电需求一般较为恒定。
例：工棚取暖或地面解冻设备。



图片：Haug contractor

电缆供电设备 – 对峰值需求影响巨大。例：塔吊、钻机、压缩机。



图片：Volvo

车辆充电 – 影响峰值用电需求，取决于充电类型。
例：重型车辆（HDV）快充，电车慢充。



优化 | 其他高功耗设备

替代供暖 – 利用热泵、集中供暖、地热能降低供暖能耗。如规划得当，集中供暖和地热能很适合建筑除湿和供暖。效率因子为3的热泵，每消耗1kWh电力，可产生3kWh热能。

智慧排期 – 降低高峰时段的充电和工棚用电，促进用电需求均衡。

场外充电 – 运输车辆和电车使用公共充电桩，削减工地用电需求。

评估额外用电需求

下表列举各类设备的用电需求，其中数据来自经验估算，可用于计算项目现场用电总需求。如需准确数据，可从机械设备的参数表或联系供应商获得。

供暖	用电需求	单位
地面解冻	30 kW	每100m²
工棚	3 kW （夏季2kW）	每台

车辆充电	用电需求	单位
电车慢充	11 kW	每台
重车快充	150 – 300 kW	每台



案例 | 计算额外用电需求

背景：除工程机械外，工地还需要为6套工棚、3台电车充电桩、1处设备集装箱供电。

额外用电需求估算：因供暖需求，工棚在冬季用电需求最高；此外还有最多三辆电车同时充电。其他耗电设备影响可忽略不计，此处计算不予考虑。

额外最高用电需求为：

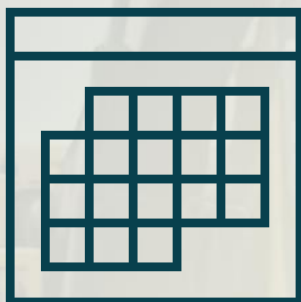
6套工棚

3台电车充电桩

6 x 3 kW

+ 3 x 11 kW

= 51 kW



4. 能源和电力规划

本阶段的目的，是规划工地在整个工作日内的能源和电力需求。这是连接电网要求、使用替代电源所需的基础信息。

要完成本阶段，需要罗列使用的工程机械和充电设备，以及其他高功耗设备。完成本阶段后，可清晰掌握整个工作日内能源和电力使用的具体时间、地点、方式和数量。

4. 能源和电力规划

零排放工地的能源和电力

规划建筑工地的能源和电力需求，需要罗列每日的能耗情况。结构合理的能源和电力规划，有助于评估总需求、维持不间断运行、确保能源效率、削减峰值负荷。

应基于能耗最高的工作日进行规划，定义用电需求的具体规格。明确能耗最高的阶段十分关键；这通常指有多台机械同时运行、开展重载作业时，或是供暖需求更高的冬季。

制定精准的能源和电力规划，需要罗列计划使用的机械和充电设备，以及其他耗电设备和作业。

能源和电力规划提示：

- 冬季施工，所有机械需在夜间充满电，以免低温导致损耗。
- 如果很难判断项目哪个阶段耗电最高，可做出多个阶段的规划，进行比较。



案例| 明确用电峰值时段

背景：Bygata项目部分于冬季施工，此时作业的机械最多。

用电峰值时段：冬季，因供暖需要，工棚用电最高，可能还会有多台同时充电。因此可以推断，本项目用电峰值是冬季。

4. 能源和电力规划

制定能源和电力规划

明确项目中耗电最高的阶段后，下一步是制定结构化能源和电力规划，以确保高效用能、稳定运行、削减峰值负荷。

1. 作业时间表

列出工作日时间安排，包括开始、结束和休息时间。根据所需详细程度，以小时或半小时为单位安排。

2. 每台机械的运行时间和能耗

设定每台机械的运行时间，计算出电力消耗。

3. 计划每台机械的充电时间和功率要求

计划充电时间，需使用电池容量、最大充电功率数据，以及预期能源需求。首先，安排休息时段和作业时段外的充电；休息时段充电，通常属于用电峰值需求，夜间慢充能确保次日开始前，机械达到满电。

4. 计划额外电力需求

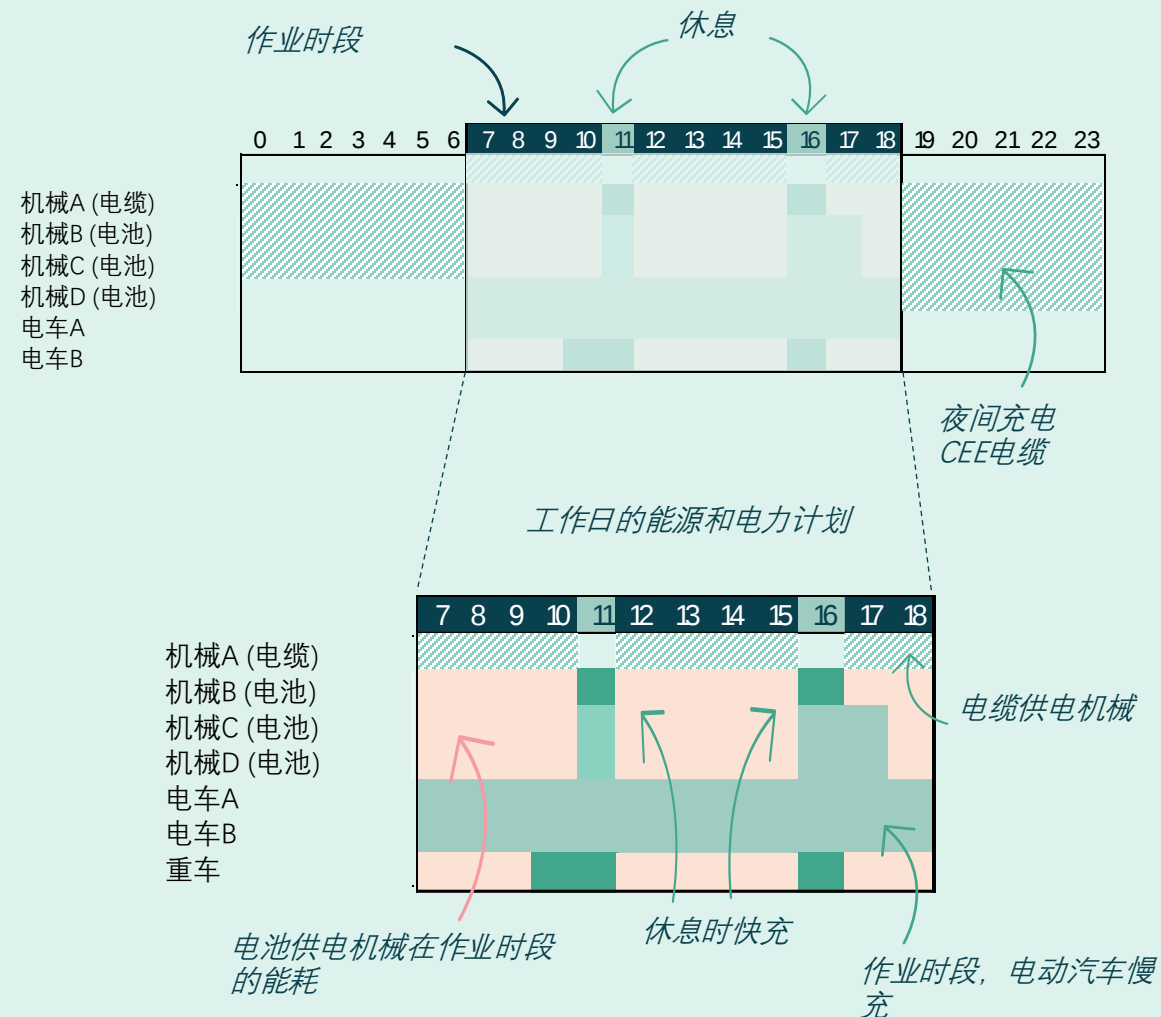
考虑其他高能耗设备，例如工棚供暖和车辆充电。预估每日不同时间段的能源需求。

5. 汇总并验证电力需求

将每个时段的用电需求汇总，确保不超过电网可用容量。如某一时段需求超出电网容量，可考虑优化需求、调整负荷分配，或使用替代电源。详情参见[5. 通电和替代电源](#)。

一个工作日的能源和电力计划

本计划描述典型工作日内，能源和电力消耗的具体管理。日间，电力和能源以小时为单位分配，夜间进行慢充。





案例| 能源和电力规划

已确认冬季是本项目能耗最高的阶段。为更好掌握此阶段的用电需求，需要制定整个工作日的能源和电力规划。

1. 规划工作排期

Bygata项目的作业时段时长12小时，从早7点至晚7点，上午11点和下午4点时分别休息一小时。因此，工作日有两个主要班次：上午4小时，下午2小时。

2. 录入每台机械运行时间和能耗

两台挖掘机全天不间断运行，休息时暂停。作业高峰期，轮式装载机按同样安排。每台机械每小时能耗预估如下：



CAT 320 Z-Line, 25吨（电池）
每小时能耗：50 kW



ZERON ZE160, 18.6T (电池电缆)
每小时能耗：86 kW



Volvo L25, 5T (电池)
每小时能耗：5 kW

3. 计划每台机械的充电时间和功率要求

可使用上一阶段提供的方式进行充电相关计算。



CAT 320 Z-Line, 25吨（电池）
休息时快充（1小时）：190 kW
夜间慢充（12小时）：10 kW



ZERON ZE160, 8.75吨（电池）
用电需求估算：86 kW



Volvo L25, 5吨（电池）
休息时慢充（1小时）：20 kW
夜间慢充（12小时）：3 kW

案例下一页继续→





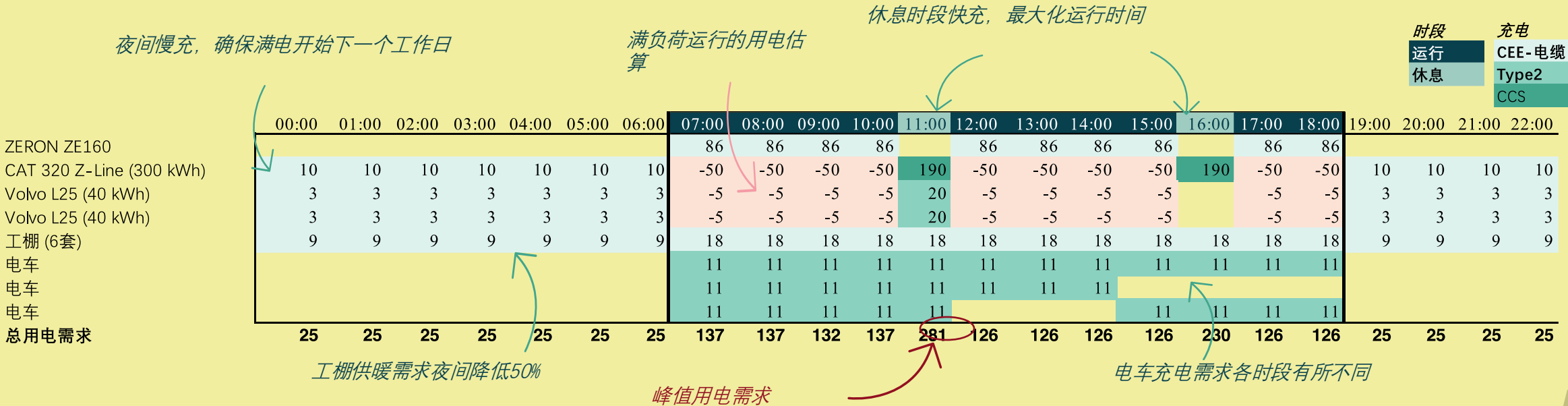
案例| 能源和电力规划

4. 额外用电需求

除机械能耗外，项目还需为工棚提供供暖，为电车充电。预计供暖和充电的峰值需求为作业时段。作业时段外，不需要额外充电，供暖需求降低50%。

5. 汇总并验证用电需求

根据用电需求计算，休息时段是用电峰值，最高需求为281 kW。下一案例重点关注电网可用容量，探索优化措施或替代能源。





5. 通电和替代电源

本阶段的目的，是确定合适的通电方式，评估替代电源需求和进一步优化措施。

完成本阶段，需要描述整个工作日内的能源和电力需求，以及电网可用容量。完成本阶段后，可确定需要的通电方式，以及是否需要替代电源。

5. 通电和替代电源

选择适当的通电方式

通电方式取决于可用容量、电压、连接点。有时需连接多个变电所才能满足电力需求。容量单位一般为kVA，可缩略为kW，但前者是三相电系统下更专业准确的用语。

电压

电网容量分低压（LV）和高压（HV）两种。不同国家的电压水平或有差异。

- 低压网络一般供400V或230V电；大部分机械和充电设备需要400V；如果只有230V，需使用相位转换器。
- 高压电需要通过变压器转至400V，因此大多需要准备变电所。

用电需求和可用电网容量

通电方式取决于可用容量、电压、连接点位置。如果需求超过500 kW，一般需要安装临时或固定变电所，从而直接连接高压电网。临时变电所一般用于电力项目，性价比高；而固定变电所，竣工后归电网运营商所有。

如果低压电网容量足够，电源柜足以满足500 kW以下的需求。电源柜可直接连接至现有低压变电所。

变电所

>500 kVA

标准规格：500 kVA, 1000 kVA, 1600 kVA or 2000 kVA.
根据用电需求和电网可用容量选择。必须决定使用固定还是临时变电所。



图片：Mære Trafo, Norsk Transformator

⚠ 需要电网特许权

电源柜

< 500 kVA

电源柜可连接至现有低压变电所。必须由电气承包商负责安装，电网运营商负责安装电表。

建筑工地常常使用多台电源柜，大多通过串联连接。



图片：Satema

5. 通电和替代能源

考虑替代电源

电网容量有限、峰值用电需求高、或工地离电网较远的项目，可以考虑使用替代电源。零排放工地的标准替代方案主要是电池系统；也有试点项目测试过燃料电池和太阳能。

电池适合补充供电，满足短期峰值用电需求，最高可供500 kW。有电池箱、电池拖车，可高功率输出，实现快充。电池拖车适合在没有市电的地方充电，比如道路施工项目。但电池自重大，能量密度有限，低温下有损耗。电池拖车需要专门的运输资质，车辆牵引重量不低于3.5吨。

氢燃料电池通过氢燃烧供电，如使用可再生氢气则为零排放；可直接给机械供电，也可以为充电桩供电。但氢燃料电池尚不成熟，成本较高，供应商很少，加氢、储氢颇具挑战，还需额外安全措施和空间要求，让执行更加复杂。

太阳能电池板可为工棚、集装箱、小型充电桩补充供电，但仅能满足低功耗需求，而且依赖良好的日照条件。

电池箱



满足短期高功耗需求



低温时效率降低，需要充电



图片：Atlas Copco

电池拖车



为无法连接市电的机械的供电



低温时效率降低，需要充电，需要自动化需求响应（ADR）认证，需要牵引重量不低于3.5吨的车辆。高突入电流需要断路器（C/D型）进行CEE连接



图片：Hafslund

氢燃料电池



无需连接电网，直接供电



效率低，氢气供应商少，占用大量空间，技术不成熟，成本高



图片：NAPOP

太阳能电池板



满足部分日间能源需求（主要是工棚、集装箱、小型充电桩）



只能用于低功率需求，效率取决于日照



图片：Kvernland Energi



案例 | 通电和用电优化

背景：Bygate项目最初未提供电网可用容量，运营商已开始处理申请，并回复了关于项目区域的以下信息：

“感谢来函问询。以下可用容量是基于当前情况估算，无法进行预留。

临近变电所和连接选项，参见附件地图：

NS123“ 400V，可用容量约150 kW。

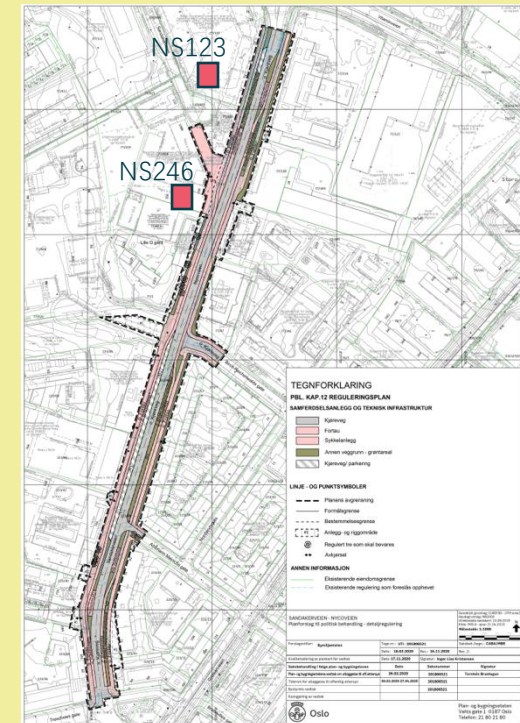
NS246“ 400V，可用容量约50 kW。”

最大用电需求预计为281 kW。

电网连接和设备存放区：

基于所在地区电网可用容量，可同时连接低压网的两处400V变电所，合计可提供的电力为150 kW + 50 kW = 200 kW。这不足以满足项目 281 kW的预估需求。因此，需要考虑替代电源和/或采取优化措施削减峰值能耗。

可用连接点位于项目现场一侧，建议将设备存放区和充电桩设在该处，以便最小化距电网连接点距离。



案例下一页继续→



案例 | 通电和用电优化

评估替代电源和用电优化：

设备存放区至道路另一侧距离有几百米。为最小化铺设电缆相关的成本和能量损耗，靠近电源的路段北侧，应使用电缆供电的挖掘机施工；同时，在南侧使用电池供电挖掘机。

因履带行驶长距离会消耗大量电力，建议使用自带快充插口的移动电池拖车，在休息时为电池供电的挖掘机充电。因为充电能源来自电池，不从电网取电，这种方式可以削减休息时段的峰值用电需求。在[充电功率计算案例](#)中，挖掘机每小时能耗约50 kW。鉴于时间最长的班次是4小时，因此需要容量 200 kWh，带150 kW快充口的电池拖车。

工棚妥善隔热并使用3倍效率的热泵，可将每处供暖所需用电从3 kW降至1 kW，共计削减12 kW。

另一项优化措施，降低充电功率，或限制当前夜间充电，以降低能耗，节约能源成本。此项调整已计入[能源和电力规划案例](#)的用电计算中。



移动电池拖车（自带快充）

电池容量: 200 kWh

快充 150 kW

插座: CCS 150 kW, CEE 125 A



热泵

削减用电：每处工棚2 kW



充电调整

夜间充电时，降低用电需求。

案例下一页继续→

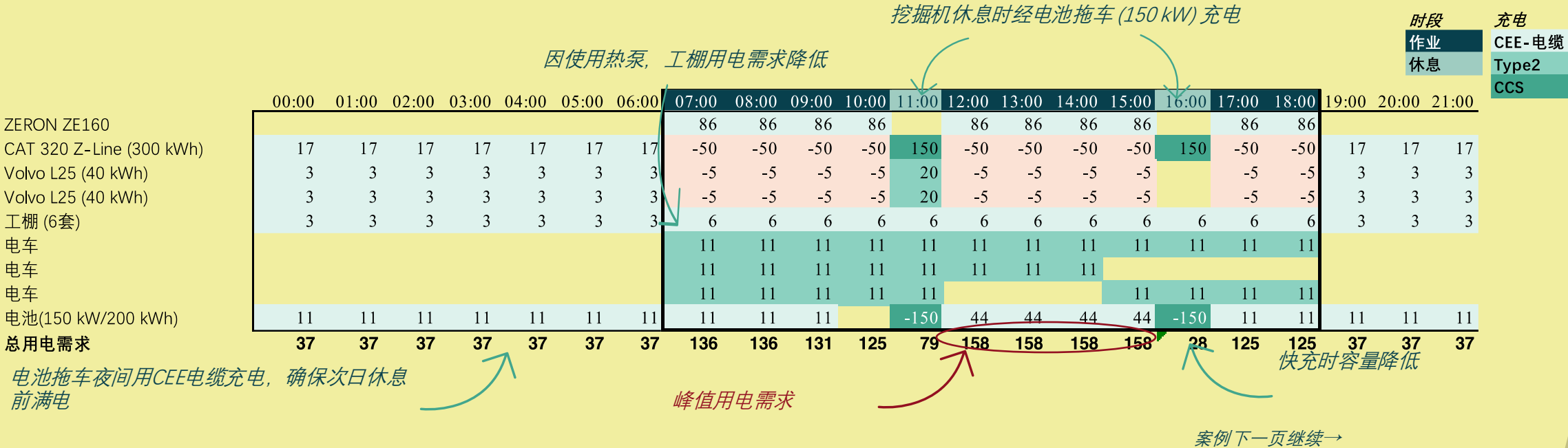


案例 | 通电和用电优化

能源和电力规划

为评估优化措施的影响，需更新能源和通电计划：

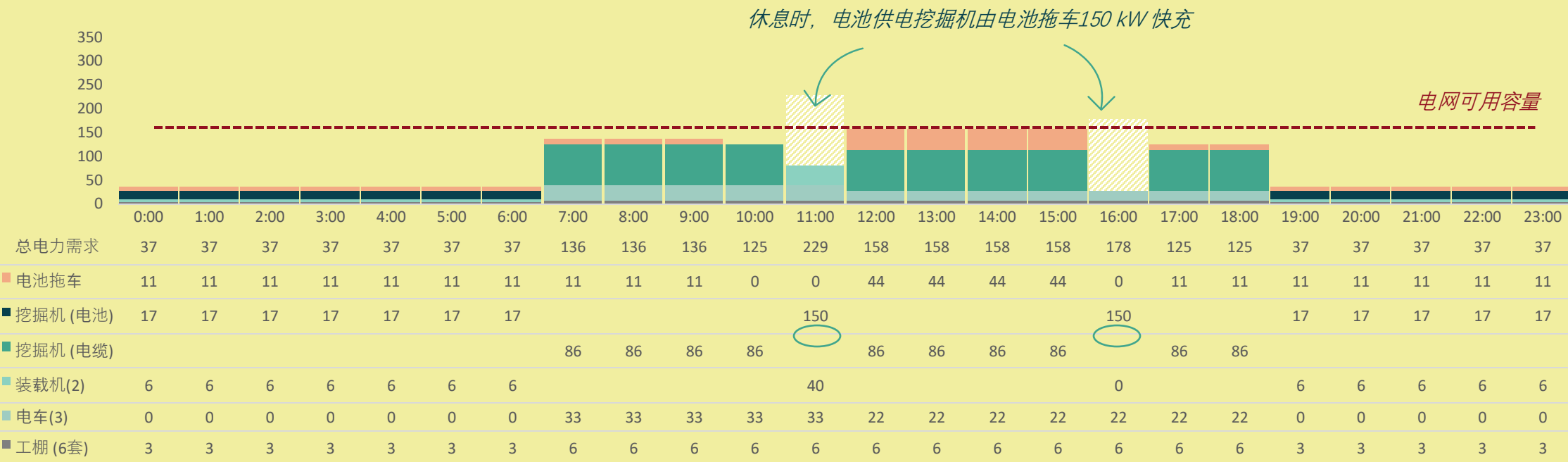
- 挖掘机： 休息时快充： 200 kW → 150 kW， 作业时段外慢充： 10 kW → 17 kW
- 工棚： 作业时段用电需求： 18 kW → 6 kW， 作业时段外： 9 kW → 3 kW





案例 | 通电和用电优化

根据可用电网容量平衡用电需求：
优化措施已将峰值能源需求从308 kW削减至176 kW，未超过电网容量200 kW，无需升级或替代能源。休息时，电池供电挖掘机使用150 kW的电池拖车进行充电，从而降低峰值需求。新版能源计划确保满足所有电力需求，不超出电网可用容量，无需进一步调整。



案例下一页继续→



案例 | 通电和用电优化

基于用电需求和电网可用容量，电源柜连接最近的变电所（400 V）是最合理的通电方案。应基于变电站可用容量，计算对应电流，选择合适的电源柜。

NS123可用容量为150 kVA，对应的最大电流输出为217 A。

NS246可用容量为50 kVA，对应的最大电流输出为72 A。

基于现场工程机械和重型车辆的充电需求，以及工棚用电需求，建议使用以下规格的电源柜：



电源柜 250A/400V

连接 NS123

断路器：16 A (工棚), 32A (电车充电桩), 63 A (2x 电车充电桩), 32 A (装载机), 125 A (电缆供电挖掘机, C/D型断路器)



电源柜 125A/400V

连接 NS246

断路器：63 A (电池拖车, C/D型断路器), 32 A (装载机)

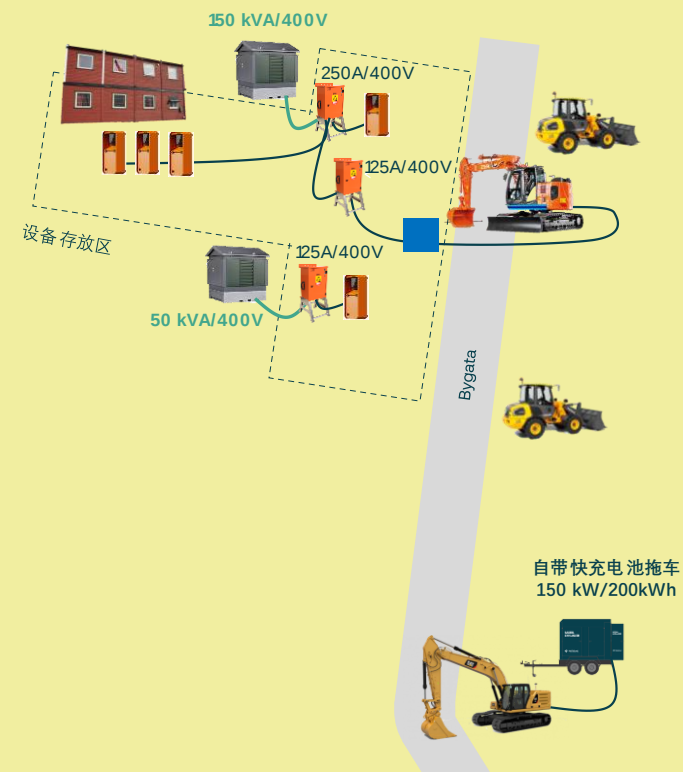


电源柜 125A/400V – 选装

连接电源柜 250 A/400 V

断路器：125 A (电缆供电挖掘机, C/D型断路器)

备注：非必要，但可以考虑为电缆供电的挖掘机单独配备电源柜，以便于电源迁改





6. 项目启动准备

本阶段的目的，是在项目中标后、启动前，做好最后准备。

6. 项目启动准备

中标后、启动前的准备

在部分或完全用电供能的建筑项目中，一定要在中标后第一时间安排供电。

下表列出的用电相关准备工作，必须在项目启动前完成：

- 与电气承包商协商一致
- 明确是否需要建筑电力特许权
- 如果需要，申请建筑电力特许权
- 订购/租用工程机械和充电设备
- 签订临时用电协议
- 与电气承包商协调安装临时电力系统事宜

下文内容将帮助判断是否需要、以及如何申请建筑电力特许权。



6. 项目启动准备

是否需要电网特许权？谁可以申请？

是否需要？

需要安装临时变电所满足用电需求的建筑项目，必须申请电网特许权。临时装置可能存续几个月或几年，一般不超过五年。因为变电所连接高压电网，因此需要建造、拥有、运营该电网的特许权。在挪威，这类设施必须由挪威水资源和能源局（NVE）认证的合格人士建设和运营。

谁申请？

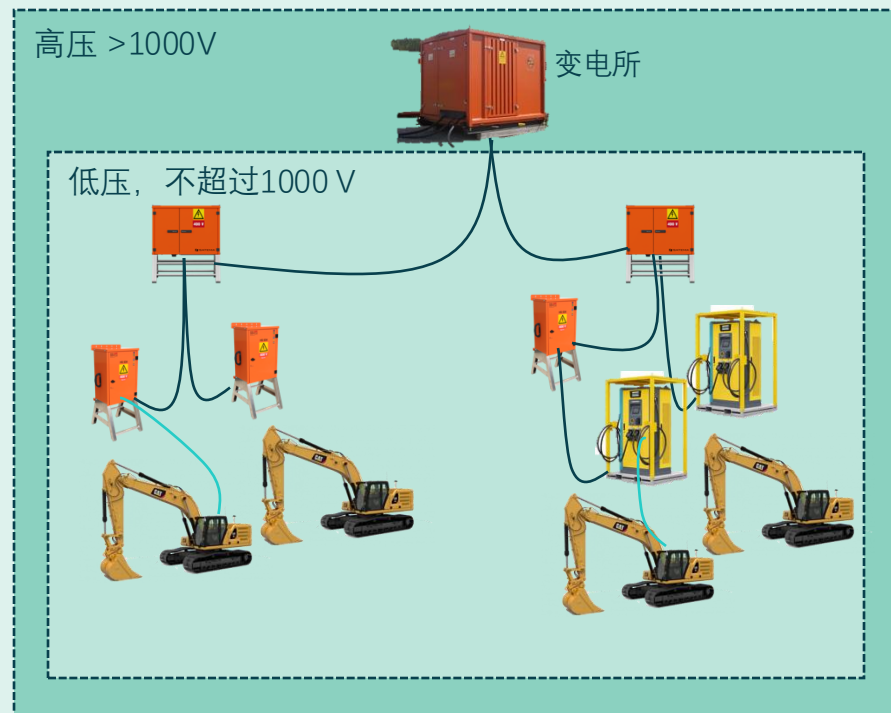
项目中标后，负责高压安装的建筑和电气承包商，可获得电网特许权。挪威监管对电气单位有能力要求，对电气安装和设备相关作业有资质要求（FEK）。此类单位必须在挪威民防局（DSB）企业登记系统中注册。



处理特许权申请可能耗时几个月。因此，务必签合同后立刻启动流程！



有电网特许权才能连接高压电网



6. 项目启动准备

申请电网特许权

挪威水资源和能源局（NVE）负责处理并批准电网特许权申请，提供申请流程的[电子版指南](#)。

NVE有两种申请选项：

1. 申请在指定建筑区域内装置的电网特许权。
2. 申请在指定建筑区域内装置的电网特许权，包括进入工地的电缆。

铺设进入建筑工地的电缆，只与临时电缆连接相关；与在该区域内建造固定供电设施无关。NVE对此类铺设严格要求，因此审批过程更全面，等待时间更长。务必与电网运营商确认，对方是否负责铺设连接至变电所的电缆。

1 指定建筑区域的电网特许权



🕒 3个月

特许区域

2 指定建筑区域内装置的电网特许权，包括进入工地的电缆



🕒 3-6个月

特许区域

附录

A.1 术语表

A.2 如何计算充电功率

零排放工地术语表

电流单位为安培 (A)，代表每秒钟经过导体的电荷数量。在工地中，电流数值指代电源柜、断路器和电缆。

电压单位为伏特 (V)，指两点间的电势差。在工地供电的电压大多为230 V 和400 V，设备和电缆必须与电网电压匹配。“低压”和“高压”，与电网连接相关，定义如下：

- **低压电网**：电压不超过1,000 V AC。低压电网可连接变压器，通常可提供230 V 或 400 V。
- **高压电网**：电压高于1,000 V AC。用电负荷较高时使用，需要专门许可方能连接。

功率单位为千瓦 (kW)，代表能量使用或传输的速度。功率高，则单位时间消耗的能量高。一般用功率来定义充电速度和电力基础设施的规格。功率计算公式如下：

$$\text{功率 (kW)} = \text{电压 (V)} \times \text{电流 (A)} \times 1.73$$

1.73 是三相系统的常量因子（建筑工地通用三相）

能量单位为千瓦时 (kWh)，代表一定时间内的总能耗。1千瓦的功率消耗1小时，即为1千瓦时。能源可用于标定电池容量、估算能量成本、评估潜在减排量等。能量计算公式如下：

$$\text{能量 (kWh)} = \text{功率 (kW)} \times \text{时间 (h)}$$



案例 | 电流、电压、功率和能源

场景1：一条电路，有63A的断路器，电压400 V。需要计算此电路的能够输出的最大功率。

$$\text{计算功率: } 400 \text{ V} \times 63 \text{ A} \times 1.73 = \mathbf{43.6 \text{ kW}}$$

场景2：一台机械，电池容量100 kWh，使用20 kW充电桩。需要计算电池充满所需时间。

计算能量：重组能量公式，即可计算充电时间：

$$\frac{100 \text{ kWh}}{20 \text{ kW}} = \mathbf{5 \text{ h}}$$

场景3：机械需要22 kW的充电功率，连接至400 V系统。需要计算电源柜需要的断路器规格。

计算电流： $400 \text{ V} \times 1.73 \div 22 \text{ kW} = \mathbf{31.8 \text{ A}}$ 。断路器有标准规格，一般有32 A, 40 A, 50 A 等。为保证安全余量，建议使用40 A。

A.2 如何计算充电功率

如果计算机械的充电功率？

选定机械和充电设备后，即可计算充电功率和充电排期。这是计算现场总用电需求、确保工作日安排效率最要必要信息。

选定机械的参数表中含有电池容量和运行时间信息。可用此信息计算每台机械的运行能耗：

$$(1) \text{每小时能耗} \left(\frac{kWh}{h} \right) = \frac{\text{电池容量} (kWh)}{\text{运行时间} (h)}$$

此外，还可使用工作日起止时间和休息时间，计算机械每班次能耗：

$$(2) \text{每班次能耗} (kWh) = \text{每小时能耗} \left(\frac{kWh}{h} \right) \times \text{班次时长} (h)$$

例如，如果计划午休期间充电，则班次时长指从工作日开始至午餐前。

快充的限制因素，通常是机械能接受的最大充电功率。可使用参数表信息和充电时长，计算传输至电池的电量：

$$(3) \text{充电能量} (kWh) = \text{充电功率} (kW) \times \text{时长} (h)$$

充电结束后，电池可用电量计算如下：

$$(4) \text{可用能量} (kWh) = \text{电池容量} - \text{每班次能耗} + \text{充电能量}$$

对每个班次至下一个快充时段期间，使用公式(2)、(3)、(4)重复计算。夜间充电所需的充电功率计算如下：

$$(5) \text{必要充电功率} (kW) = \frac{\text{电池容量} - \text{剩余能量} (kWh)}{\text{时长} (h)}$$

此计算可得出机械夜间充电所需的功率。得出的结果需向上取至最近的可用充电功率。



案例 | 计算充电功率

背景：Bygata项目有一台300 kWh挖掘机（运行6小时）和两台轮式装载机（运行8小时），需要在午餐、晚安时，以及夜间充电。

充电功率：挖掘机的计算：

使用参数表中的信息 → 每小时能耗 = $\frac{300}{6} = 50 \text{ kWh/h}$

午餐前，作业时间4小时 → 每班次能耗 = $50 \times 4 = 200 \text{ kWh}$

充电功率190 kW，午休1小时 → 充电能量 = $190 \times 1 = 190 \text{ kWh}$

剩余能量 → $300 - 200 + 190 = 290 \text{ kWh}$

下一班次持续4小时，晚餐休息1小时。快充后，电池剩余能量为 → $290 - 200 + 190 = 280 \text{ kWh}$

下一班次持续2小时 → 每班次能耗 = $50 \times 2 = 100 \text{ kWh}$

夜间充电前剩余能量 → $280 - 100 = 180 \text{ kWh}$

夜间充电12小时 → 必要充电功率 = $\frac{300 - 180}{12} = 10 \text{ kW}$

此方法适用于所有电池供电的机械。



Hafslund
Rådgivning