

Città di Kaufbeuren

Maggiore efficienza energetica e delle risorse grazie al controllo di processo basato sull'intelligenza artificiale

Di fronte al cambiamento climatico e alle incertezze legate ai costi e alla disponibilità delle risorse, città e comuni devono gestire impianti e processi nel modo più efficiente e sostenibile possibile. In questo contesto, la città di Kaufbeuren ha individuato un **importante potenziale di ottimizzazione energetica** nel proprio impianto di depurazione.

La sfida

La città di Kaufbeuren gestisce un impianto di depurazione dimensionato per **80.000 abitanti equivalenti**, con processi di nitrificazione, denitrificazione e rimozione del fosforo.

L'impianto integra un **sistema a filtri percolatori con un processo a fanghi attivi**. In questa particolare configurazione, la **nitrificazione avviene nei filtri percolatori**, collocati a valle della sezione aerata.

La combinazione dei due processi comporta un **consumo energetico specifico**, espresso in kWh per abitante equivalente all'anno, **relativamente elevato** rispetto a quello riscontrato in altri impianti di depurazione municipali.

Negli impianti di depurazione basati sul processo a fanghi attivi, l'aerazione costituisce generalmente la principale voce di consumo energetico. Nell'impianto di Kaufbeuren, tuttavia, la nitrificazione avviene mediante filtri percolatori e **non richiede quindi un'ulteriore aerazione**. Il beneficio energetico così ottenuto è però in parte compensato dall'energia necessaria a sollevare l'acqua fino alla quota di alimentazione dei filtri. Inoltre, per garantire la denitrificazione, una quota significativa dell'effluente nitrificato deve essere ricircolata verso la sezione anossica posta a monte della fase aerata. Il processo comporta pertanto **diversi flussi di ricircolo interno**, ciascuno dei quali richiede energia per il pompaggio. Il **rapporto di ricircolo rappresenta quindi un parametro determinante** per il contenimento dei consumi energetici complessivi dell'impianto. Un suo incremento comporta infatti un aumento sia dell'energia necessaria per alimentare i filtri percolatori, sia di quella richiesta per il ricircolo interno e per il sollevamento dei fanghi di ritorno dalla fase aerata.

In questo caso, il **massimo risparmio energetico** si ottiene **riducendo il rapporto di ricircolo al minimo valore compatibile con il mantenimento delle prestazioni e della qualità del trattamento**.



Punti chiave del progetto

- Rete neurale artificiale addestrata con dati storici per elaborare previsioni in tempo reale durante l'esercizio
- Gemello digitale per prevedere il comportamento del sistema e proporre interventi di ottimizzazione
- Maggiore efficienza energetica grazie alla riduzione dei rapporti di ricircolo
- Valori allo scarico mantenuti stabili nonostante le modifiche operative
- Risparmio annuo di energia elettrica compreso tra 160.000 e 190.000 kWh rispetto al sistema precedente

La soluzione

Gli interventi più comuni per migliorare l'efficienza energetica degli impianti di depurazione prevedono generalmente la sostituzione delle apparecchiature meno performanti o l'introduzione di tecnologie a minor consumo. La città di Kaufbeuren **ha scelto invece una strada diversa**, adottando [Xylem Vue Plant Management](#), una **soluzione software basata su reti neurali artificiali**.

L'applicazione consente di **ottimizzare l'impiego delle risorse senza intervenire sull'hardware esistente**. Il software può infatti essere integrato con le interfacce e le infrastrutture già presenti nell'impianto, **evitando la sostituzione delle apparecchiature**.

Il sistema **regola automaticamente la portata di ricircolo e la adatta in modo continuo alle condizioni operative**, senza richiedere l'installazione di strumentazione di misura aggiuntiva o particolarmente complessa. La rete neurale viene inizialmente **addestrata sulla base dei dati storici dell'impianto** e, una volta entrata in funzione, **elabora previsioni in tempo reale** per aggiornare i parametri di regolazione. L'esperienza e le competenze degli operatori restano fondamentali per garantire una conduzione sicura ed efficace. Tuttavia, soprattutto nelle ore notturne, non è possibile controllare costantemente tutti i parametri e intervenire in tempo reale. Il sistema assicura questa **continuità di monitoraggio e regolazione**, riducendo la necessità di una supervisione manuale costante.

Xylem Vue Plant Management crea un **gemello digitale del processo** da ottimizzare. Dopo una fase di addestramento basata sui dati operativi acquisiti dall'impianto, il modello è in grado di **prevederne il comportamento e di individuare le condizioni di esercizio più efficienti**.

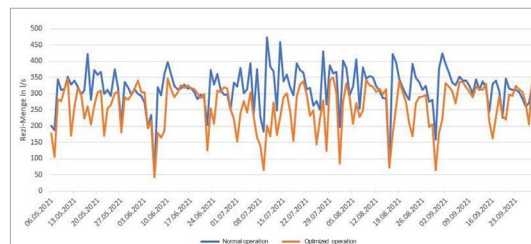
La regolazione ottimale si ottiene applicando i **setpoint calcolati dalla rete neurale**. L'obiettivo principale è **ridurre al minimo la portata di alimentazione dei filtri percolatori, adeguando il rapporto di ricircolo alle effettive condizioni di esercizio**.

Il setpoint della portata di ricircolo, precedentemente determinato dal sistema di controllo convenzionale, viene quindi **calcolato e aggiornato direttamente dalla rete neurale artificiale**.

Risultati

L'implementazione del sistema Xylem Vue per l'ottimizzazione dell'impianto di depurazione di Kaufbeuren ha permesso di **migliorare la gestione delle sezioni di ricircolo**, ricircolo dei fanghi e alimentazione dei filtri percolatori. Di conseguenza, **il consumo energetico annuo si è ridotto di un valore compreso tra 160.000 e 190.000 kWh** rispetto al precedente sistema non ottimizzato.

È importante sottolineare che il risparmio energetico è stato ottenuto **senza compromettere la stabilità dei valori allo scarico**, garantendo una **qualità del trattamento costante**.



Confronto tra funzionamento standard (blu) e funzionamento ottimizzato (arancione).